BỘ CHỈ TIÊU CÁC ĐẶC TRƯNG NHIỆT ĐỘNG LỰC CHO SỰ HÌNH THÀNH XOÁY THUẬN NHIỆT ĐỚI TRÊN KHU VỰC BIỂN ĐÔNG MỞ RỘNG

ThS. **Hoàng Phúc Lâm** - Trung tâm Dự báo KTTV Trung Ương

Nghiên cứu về sự hình thành của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) đã được bắt đầu từ những năm giữa của thế kỷ 20 nhưng hiện nay vẫn còn là một chủ đề thu hút được nhiều sự đầu tư nghiên cứu của các nhà khoa học khí tượng trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Trong bài báo này, tiếp theo những nghiên cứu trước đây của các nhà khoa học trong nước như Trịnh Văn Thư [6], Bùi Minh Tăng [5], Lê Đình Quang [2,3], Nguyễn Thị Sênh [4] và Phạm Vũ Anh [1], tác giả sử dụng một cách tiếp cận mới để xây dựng nên bộ chỉ tiêu các đặc trưng nhiệt động lực cho sự hình thành XTNĐ cho khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E.

Sau khi khảo sát số liệu trong 30 năm (1980 – 2009) với 398 trường hợp của XTNĐ , tác giả đưa ra các đặc trưng phục vụ cho bài toán dự báo sự hình thành của XTNĐ trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E. Các ngưỡng này được dùng cho bài toán dự báo sự hình thành của XTNĐ dựa trên số liệu dự báo của các mô hình số trị.

1. Giới thiệu

Những nghiên cứu trước đây của Gray (1968) đã chỉ ra rằng các điều kiện môi trường ảnh hưởng cơ bản đến sự hình thành XTNĐ lần lượt là nhiệt độ bề mặt nước biển (SST), độ bất ổn định có điều kiện, xoáy thuận tuyệt đối ở tầng đối lưu dưới, độ ẩm tương đối ở tầng giữa đối lưu, xoáy thuận tương đối ở tầng trên đối lưu và độ đứt gió theo phương thẳng đứng và theo phương ngang. Những nghiên cứu sau này của Mcbride và Zehr (1981) và Mcbride (1981) đã làm chúng ta hiểu rõ hơn nữa về những điều kiện thuận lợi này liên quan đến những đám mây đối lưu phát triển và so với những đám mây đối lưu không phát triển thành XTNĐ. Những nghiên cứu đó bao gồm cả những tính toán về khả năng để một hệ thống mây có thể phát triển thành XTNĐ bằng việc tính toán tất cả các yếu tố môi trường mà từ đây về sau được gọi là các yếu tố tiềm năng cho sự hình thành XTNĐ.

Một trong những khó khăn trong việc hiểu thấu đáo các quá trình vật lý và sau đó là việc dự báo sự hình thành của XTNĐ đó là sự phân bố của những điều kiện môi trường thuận lợi đến từ những hệ thống quy mô lớn. Điều này đặc biệt đúng đối với khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương, nơi mà sự hình thành XTNĐ ở những khu vực khác nhau có những tác nhân động lực khác nhau ảnh hưởng tới sự hình thành. Điều này có nghĩa là có nhiều thành phần khác nhau liên quan tới sự hình thành của XTNĐ (Richie và Holland, 1999).

Trong nghiên cứu này, tác giả sẽ tính toán các đặc trưng quy mô lớn của các nhân tố tính riêng cho khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E theo hướng của những nghiên cứu của các tác giả trước đây cho toàn cầu và cho các khu vực khác trên thế giới. Để thuận lợi cho quá trình nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi xác định thời điểm hình thành của XTNĐ khi một nhiễu động nhiệt đới mạnh lên thành áp thấp nhiệt đới (ATNĐ), với sức gió mạnh nhất vùng gần tâm đạt ít nhất là 25kts. Một số XTNĐ có thể được đếm 02 lần trong cơ sở dữ liệu do có sự tăng cường trở lại thành ATNĐ sau khi đã suy yếu thành một vùng áp thấp.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

a. Số liệu quỹ đạo các cơn bão

Để thực hiện nghiên cứu này, các bộ số liệu chuẩn về các cơn bão hoạt động trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương cũng như ở Biển Đông đã được thu thập. Những số liệu về bão trên được thu thập từ 2 trung tâm bão lớn trên thế giới đó là JTWC (Trung tâm bão của Mỹ) và RSMC (Trung tâm Dự báo khu vực đặt tại Nhật Bản) và bộ số liệu về bão của Việt Nam đã được hiệu chỉnh sau mỗi mùa bão và lưu trữ tại Phòng Dự báo Khí tượng hạn ngắn, Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương. Số liệu từ 3 nguồn được lấy thống nhất giai đoạn từ 1980 đến 2009.

Người đọc phản biện: TS. ***Trần Quang Tiến***

Trước tiên, phải thấy rằng mỗi trung tâm bão quốc tế cũng như Việt Nam đều có cách thức lưu giữ bộ số liệu chuẩn của bão theo một định dạng riêng với các thông tin được lưu giữ là tương đối giống nhau để phục vụ cho mục đích nghiên cứu chung. Với mục đích nghiên cứu sự hình thành bão trên Biển Đông, sử dụng các bộ nhân tố môi trường thì yêu cầu được đặt ra là phải hiển thị vị trí của các cơn bão trong từng thời điểm cụ thể để đánh giá tác động của mỗi nhân tố môi trường đối với các cơn bão/ATNĐ. Do đó thông tin cần trích xuất từ mỗi cơn bão cũng không nhiều, bao gồm các thông tin sau: Tên bão, ATNĐ; Thời gian (từ khi hình thành đến kết thúc cơn bão); Vị trí (vĩ độ, kinh độ); Các thông tin về cường độ cơn bão (thông tin này rất cần thiết để xác định thời điểm XTNĐ là ATNĐ, thời điểm mạnh lên thành bão...)

Theo các định nghĩa ở phần 1, dựa trên 03 bộ số liệu kể trên, tác giả đã xác định được có 398 cơn XTNĐ đã hình thành trên khu vực nghiên cứu, các thông tin về tên, vị trí, thời gian... đã được lưu lại trong 01 file số liệu riêng về sự hình thành XTNĐ.

Bảng 1. Phân bố hình thành cơn bão theo thời gian trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E giai đoạn 1980 - 2009

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng số
Số lượng XTNĐ	3	5	4	8	30	32	**68**	**72**	**71**	39	42	24	**398**
Trung bình	0.1	0.2	0.1	0.3	**1.0**	**1.1**	**2.3**	**2.4**	**2.4**	**1.3**	**1.4**	0.8	**13.3**

Thống kê về số lượng XTNĐ hình thành trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E cho thấy:

- Trung bình hàng năm có khoảng 13,3 XTNĐ hình thành trên khu vực biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E. Trong bài báo này, một số XTNĐ được thống kê 2 lần do trong quá trình tồn tại, XTNĐ có thời điểm suy yếu thành một vùng áp thấp (có tốc độ gió cực đại giảm dưới 25 kts) sau đó lại mạnh trở lại;

- Thời điểm các XTNĐ hình thành trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E thực sự bắt đầu từ khoảng tháng 5 với số lượng XTNĐ trung bình hình thành trong khu vực là 1,0 cơn và kết thúc vào khoảng tháng 12 với trị số 0,8 XTNĐ/năm;

- Số lượng XTNĐ hình thành tăng dần và đạt đỉnh điểm trong 3 tháng: tháng 7, tháng 8 và tháng 9 với tổng số XTNĐ hình thành lần lượt trong 3 tháng là 68, 72 và 71 cơn, tương đương với con số trung bình là từ 2,3 đến 2,4 XTNĐ/năm;

- Các tháng đầu năm hầu như không có XTNĐ hình thành trên khu vực với con số trung bình dưới 0,3 XTNĐ/năm

b. Số liệu tái phân tích tính toán các yếu tố môi trường

Trung tâm Dự báo môi trường (NCEP) và Trung tâm Nghiên cứu khí quyển quốc gia (NCAR) đã hợp tác trong một dự án (gọi là "Dự án tái phân tích") để tạo ra một bản lưu số liệu phân tích toàn cầu trong hơn 50 năm về lĩnh vực khí quyển để hỗ trợ mục đích nghiên cứu và theo dõi khí hậu. Những số liệu này sau đó được kiểm tra chất lượng và được đồng hóa với một hệ thống đồng hóa dữ liệu không thay đổi trong suốt thời gian tái phân tích. Điều này loại bỏ được những sai sót về mặt khí hậu liên quan đến những sự thay đổi về hệ thống đồng hóa số liệu sử dụng trong nghiệp vụ (số liệu thời gian thực), mặc dù việc tái phân tích vẫn còn chịu tác động bởi những thay đổi trong hệ thống quan trắc. Chúng tôi sử dụng bộ số liệu tái phân tích của NCEP/NCAR phiên bản 2 để thực nghiên nghiên cứu này. Bộ số liệu có độ phân giải 2,5x2,5 độ kinh vĩ, bao gồm các trường: nhiệt độ, không khí, độ ẩm, gió, khí áp, nhiệt độ mặt nước biển, ở bề mặt và 17 mực khí áp; xây dựng các bộ số liệu dẫn xuất (độ đứt gió theo chiều thẳng đứng, độ phân kỳ, CAPE, nhiệt độ thế vị tương đương)..

c. Phương pháp nghiên cứu

Trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi tái kiểm tra các tham số môi trường quy mô lớn đã được biết tới là rất quan trọng cho sự hình thành XTNĐ trong các nghiên cứu của các tác giả trên thế giới trước đây như Gray, Kevin và Lisa M. Briegel… sử dụng bộ số liệu trong khoảng thời gian 30 năm (1980 – 2009) và gia khu vực biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E. Hai câu hỏi lần lượt được đặt ra, một là những tham số môi trường nào đóng vai trò quan trọng đến sự hình thành của XTNĐ? Và hai là, các đặc trưng thống kê của chúng thể hiện như thế nào trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E?

Để trả lời những câu hỏi này, phương pháp tiếp cận ở đây là sử dụng các phương pháp thống kê xác định các đặc trưng như: giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, các phân bố thực nghiệm của các tham số,… nhằm xác định một cách định lượng các điều kiện môi trường địa phương đối với các XTNĐ được hình thành bằng việc chọn lựa một chuỗi số liệu đủ dài để phân tích đi đến xác định được khoảng giá trị nào là phù hợp cho sự hình thành XTNĐ?

Giả thiết rằng các biến môi trường tuân theo quy luật phân bố chuẩn với hàm mật độ xác suất có dạng:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (1)$$

Như vậy phân bố chuẩn phụ thuộc vào hai tham số μ và σ. μ chính là kỳ vọng (trung bình số học) và σ là độ lệch chuẩn của X.

Từ công thức trên ta suy ra rằng mật độ phân bố chuẩn được xác định trên toàn miền của trục số và đồ thị của nó nhận đường thẳng x= μ làm trục đối xứng

Để sử dụng phân bố chuẩn biểu diễn một tập số liệu ta cần ước lượng chính xác hai tham số σ và μ

Tương ứng với hàm mật độ (1) ta có hàm phân bố xác suất:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} dt \quad (2)$$

Xác suất để đại lượng ngẫu nhiên X nhận giá trị trong khoảng (α;β) được xác định bởi :

$$P(\alpha < X < \beta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\beta} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx = \Phi\left(\frac{\beta-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha-\mu}{\sigma}\right) \quad (3)$$

Hay:

$$P(\alpha<X<\beta) = \Phi\left(\frac{\beta-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha-\mu}{\sigma}\right) \quad (4)$$

Trong đó:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{x} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt \quad (5)$$

là hàm Laplas

Dễ nhận thấy rằng hàm Laplas là một hàm lẻ, Φ(x) = –Φ(–x) và khi x ∞ thì Φ(x) 1/2. Do đó có thể biểu diễn hàm phân bố (2) qua hàm Laplas:

$$F(x) = \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \quad (6)$$

Từ (4) suy ra xác suất để đại lượng ngẫu nhiên X nhận giá trị trong khoảng đối xứng với kỳ vọng toán học (μ–ε; μ+ε) là:

$$P(|X-\mu| < \varepsilon) = \Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) - \Phi\left(-\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) = 2\Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) \quad (7)$$

hay:

$$P(|X-\mu| > \varepsilon) = 1 - 2\Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) \quad (8)$$

ε=1σ -> P(|X-μ|< ε) ≈ 68,3%

ε=2σ -> P(|X-μ|< ε) ≈ 95%

ε=3σ -> P(|X-μ|< ε) ≈ 99,97% (Qui tắc 3-sigma)

Xác định các đặc trưng của sự hình thành xoáy thuận nhiệt đới

Trong khuôn khổ của bài báo này, các đặc trưng nhiệt động lực liên quan đến sự hình thành XTNĐ được đưa ra khảo sát bao gồm: (1) độ đứt gió theo chiều thẳng đứng của thành phần gió kinh hướng (u) (độ đứt gió u) và (2) theo vĩ hướng (v) (độ đứt gió v) giữa hai mực 850 – 200 mb, (3) xoáy tương đối mực 850 mb, (4) phân kỳ mực 200 mb, (5) năng lượng đối lưu tiềm năng, (6) nhiệt độ thế vị tương đương, (7) độ ẩm tương đối tầng đối lưu giữa và (8) nhiệt độ mặt nước biển.

Từ bộ số liệu tái phân tích của NCEP – NCAR phiên bản 2, với các tệp (file) rời rạc cho từng yếu tố của từng tháng, chúng tôi tập hợp lại các yếu tố như thành phần gió u, v, độ cao địa thế vị H... miền tính được giới hạn theo trục x từ kinh tuyến 80°E đến kinh tuyến 180°E, theo trục y từ vĩ tuyến 10°N đến 40°N, theo phương thẳng đứng tại các mực 1000, 850, 500, 200 mb, thời gian từ năm 1980 đến năm 2009.

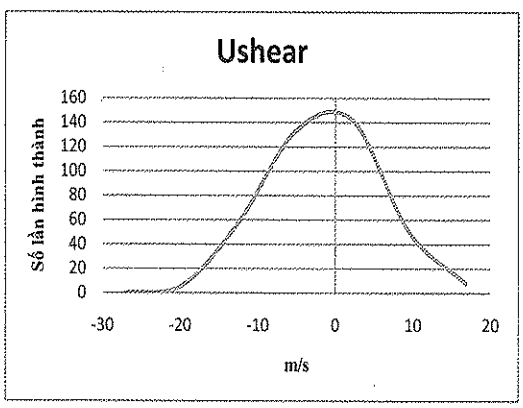
Từ file số liệu quỹ đạo bão của 3 trung tâm RSMC Tokyo, JTWC và Việt Nam, chúng tôi đã tạo ra một tệp (file) số liệu mới với các thông tin về về thời điểm, vị trí,... hình thành của các XTNĐ trong 30 năm; sử dụng các file số liệu tái phân tích gốc tính toán các đại lượng dẫn xuất, lấy ra các giá trị của các đặc trưng nhiệt động lực cho ô lưới có xảy ra sự hình thành của các cơn XTNĐ từ năm 1980 đến 2009. Sau đó tác giả tiến hành khảo sát phân bố lý thuyết của mỗi chuỗi số liệu. Mục 3 trình bày các kết quả về phân bố lý thuyết của các đặc trưng nhiệt động lực sau khi khảo sát 398 cơn XTNĐ trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140°E.

Các đặc trưng thống kê được khảo sát bao gồm:

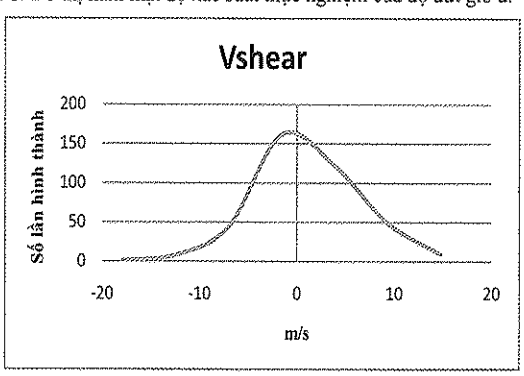
- Giá trị trung bình
- Độ lệch chuẩn
- Sử dụng quy tắc 3 - sigma để xác định ngưỡng giá trị phù hợp của từng đặc trưng cho bài toán xác định sự hình thành của XTNĐ.

3. Các kết quả tính toán

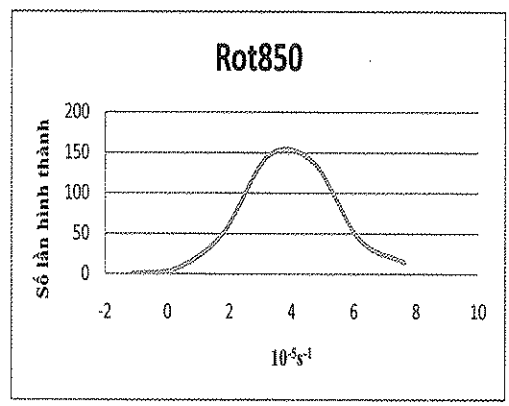
a. Đặc trưng của bốn nhân tố động lực



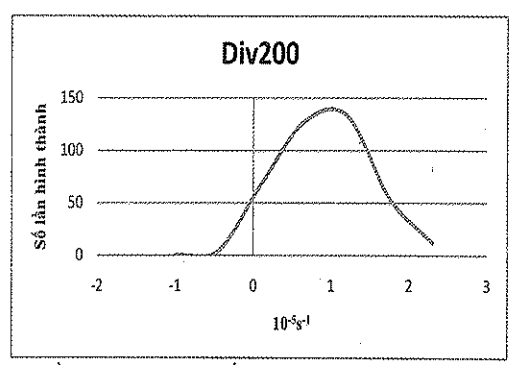
Hình 1: Đồ thị hàm mật độ xác suất thực nghiệm của độ đứt gió u.



Hình 2: Đồ thị hàm mật độ xác suất thực nghiệm của độ đứt gió v.



Hình 3: Đồ thị mật độ xác suất thực nghiệm của xoáy tương đối mực 850mb.



Hình 4: Đồ thị hàm mật độ xác suất thực nghiệm của độ phân kỳ mực 200mb

Sau khi khảo sát phân bố của 4 nhân tố động lực trên ta thấy, các đường cong phân bố đều có dạng gần với dạng của đường cong phân bố chuẩn. Từ đó ta có thể tính các đặc trưng thống kê là trung bình số học μ và độ lệch chuẩn σ của mỗi đại lượng. Do đó, mỗi chuỗi số liệu, áp dụng quy tắc 3–sigma ta có $\varepsilon=1\sigma \rightarrow P(|X-\mu|<\varepsilon) \approx 68,3\%$ nghĩa là với độ tin cậy 68,3% thì có thể kết luận những giá trị độ đứt gió u, độ đứt gió v, xoáy mực 850 mb, phân kỳ mực 200mb nằm trong khoảng $(\mu-\sigma, \mu+\sigma)$ là ngưỡng giá trị phù hợp cho sự hình thành của XTNĐ.

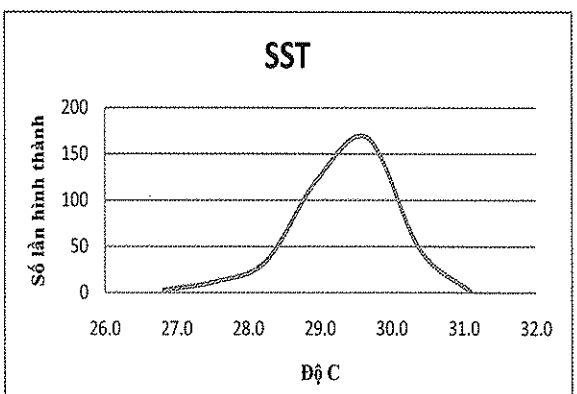
Như vậy, với xác suất tin cậy là 68,3% thì khi xác định các đặc trưng cho sự hình thành XTNĐ của các đại lượng: độ đứt gió u, độ đứt gió v, xoáy mực 850 mb, phân kỳ mực 200 mb sẽ lần lượt có giá trị nằm trong khoảng (-12,45; 2,18 m/s), (-6,98; 3,90 m/s), (1.78.10-5; 4.70. 10-5 s^{-1}), (0.10.10-5; 1.20. 10-5 s^{-1}). Các khoảng giá trị này sẽ được dùng làm ngưỡng xác định sự hình thành của XTNĐ trong quá trình sử dụng các sản phẩm số trị để hỗ trợ dự báo.

Bảng 2. Các đặc trưng thống kê và khoảng tin cậy của 4 nhân tố động lực

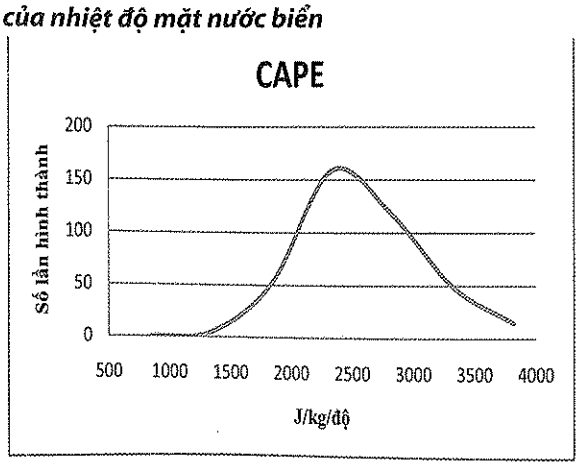
	Độ đứt gió u (m/s)	Độ đứt gió v (m/s)	Xoáy 850mb ($10^{-5}.s^{-1}$)	Phân kỳ 200mb ($10^{-5}.s^{-1}$)
Trung bình	-5.14	-1.54	3.24	0.65
Độ lệch chuẩn	7.32	5.44	1.46	0.55
Khoảng tin cậy	Min: -12.45 Max: 2.18	Min: -6.98 Max: 3.90	Min: 1.78 Max: 4.70	Min: 0.10 Max: 1.20

Khi xem xét các đặc trưng trong bảng 2, đại lượng xoáy trên mực 850 mb là đại lượng có độ ổn định cao nhất, với độ lệch chuẩn chỉ là 1,46, tương đương với 45,1% giá trị trung bình của xoáy mực 850 mb, tiếp đến là yếu tố phân kỳ trên 200 mb với độ lệch chuẩn xấp xỉ 84,6% giá trị trung bình. Hai đại lượng độ đứt có độ dao động lớn, nhất là đại lượng độ đứt gió theo chiều kinh hướng với độ lệch chuẩn lên tới 352,2% giá trị trung bình, với mức độ dao động lớn như vậy, các đặc trưng thống kê có rất ít ý nghĩa ứng dụng trong thực tế.

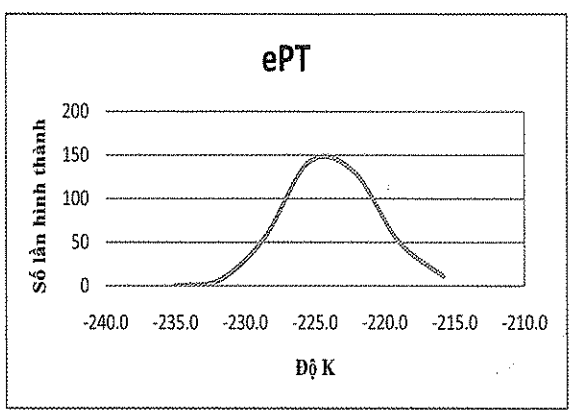
b. Đặc trưng của các nhân tố khác



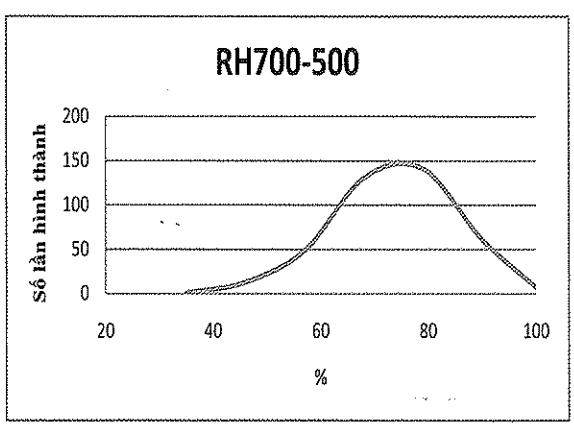
Hình 5. Đồ thị hàm mật độ xác suất thực nghiệm của nhiệt độ mặt nước biển



Hình 6. Đồ thị hàm mật độ xác suất thực nghiệm của năng lượng đối lưu tiềm năng



Hình 7. Đồ thị hàm mật độ xác xuất thực nghiệm của nhiệt độ thế vị tương đương



Hình 8. Đồ thị hàm mật độ xác suất thực nghiệm của độ ẩm tương đối tầng đối lưu

Bảng 3. Các đặc trưng thống kê và khoảng tin cậy của một số nhân tố khác

	Nhiệt độ mặt nước biển (độ C)	Năng lượng đối lưu tiềm năng (J/kg/độ)	Nhiệt độ thế vị tương đương (độ K)	Độ ẩm tầng đối lưu giữa (%)
Trung bình	28.96	2237.37	-225.40	68.09
Độ lệch chuẩn	0.71	493.98	3.21	10.99
Khoảng tin cậy	Min: 28.25 Max: 29.67	Min: 1843.39 Max: 2831.34	Min: -228.60 Max: -222.19	Min: 57.10 Max: 79.07

Xem xét các chỉ số thống kê trong bảng 3, đại lượng nhiệt độ thế vị tương đương có độ ổn định rất lớn, độ lệch chuẩn chỉ là 3,21 độ K, tương đương 1,4% giá trị trung bình của nhiệt độ thế vị tương đương. Đại lượng nhiệt độ mặt nước biển là đại lượng không có nhiều dao động, với độ lệch chuẩn chỉ là 0,71, tương đương với 2,5% giá trị trung bình của nhiệt độ mặt nước biển. Độ ẩm tầng đối lưu giữa dao động ở mức 10,99% (tương đương với 16,1% giá trị trung bình). Năng lượng đối lưu tiềm năng có độ dao động lớn nhất trong số 4 đại lượng khảo sát trong bảng 3, với độ lệch chuẩn 493,98, tương đương 22,1% giá trị trung bình).

4. Kết luận

Sau khi khảo sát số liệu trong 30 năm (1980 – 2009) về sự hình thành của các XTNĐ trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E, một số kết luận được rút ra như sau:

- Trung bình hàng năm có khoảng 13,3 XTNĐ hình thành trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E;

- Thời điểm các XTNĐ hình thành trên khu vực Biển Đông có mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}Đ thực sự bắt đầu từ khoảng tháng 5 với số lượng XTNĐ trung bình hình thành trong khu vực là 1,0 cơn và kết thúc vào khoảng tháng 12 với trị số 0.8 XTNĐ/năm;

- 3 tháng đỉnh điểm của XTNĐ hình thành trên khu vực Biển Đông mở rộng đến kinh tuyến 140^{0}E là tháng 7, tháng 8 và tháng 9;

- Các đặc trưng thống kê của các đại lượng: nhiệt độ mặt nước biển, nhiệt độ thế vị tương đương, độ ẩm tầng đối lưu giữa và năng lượng đối lưu tiềm năng có độ ổn định cao hơn so với các đại lượng động lực như xoáy mực 850 mb, phân kỳ mực 200 mb và hai thành phần độ đứt theo chiều thẳng đứng của thành phần gió theo phương kinh tuyến và vĩ tuyến giữa hai mực 200 mb và 850 mb.

Tài liệu tham khảo

1. *Phạm Vũ Anh, "Nguồn gốc synôp của bão và áp thấp nhiệt đới trên vùng biển Đông Nam Á", Tạp chí KTTV, tháng 12/2007.*
2. *Lê Đình Quang, Báo cáo đề tài "Nghiên cứu những nguyên lý cơ bản dự báo sự nảy sinh của bão với thời hạn trước ba ngày", 1989*
3. *Lê Đình Quang, "Ảnh hưởng của nhiệt độ mặt nước biển đến cường độ của XTNĐ hoạt động trên biển Đông", 1996*
4. *Nguyễn Thị Sênh, Báo cáo đề tài "Xác định sự hình thành của XTNĐ trên khu vực Biển Đông", 2007*
5. *Bùi Minh Tăng, "ENSO và dao động của bão, áp thấp nhiệt đới và lượng mưa mùa mưa bão ở Việt Nam", Tuyển tập báo cáo khoa học "Tổng kết công tác nghiên cứu dự báo và phục vụ dự báo Khí tượng – Thủy văn 1991 – 1995", 1995*
6. *Trịnh Văn Thư, Báo cáo đề tài "Phân tích và dự báo bão" (thuộc khuôn khổ đề tài 42A0201), 1989*
7. *Gray, W. M., 1968: Global view of the origin of tropical disturbances and storms. Monthly Weathe . Review, 96, 669–700.*
8. *Kevin K. W. Cheung, 2003 – Large-scale Environmental Parameters Associated with Tropical Cyclone Formations in the Western North Pacific, Journal of Climate, Vol 17, 466-484*
9. *Lisa M. Briegel and William M. Frank, 1997, Large-scale Influences on Tropical Cyclogenesis in the Western North Pacific, Monthly Weather Review, 125, 1397 – 1413.*