

Bài báo khoa học

Nghiên cứu dự báo dựa trên tác động của cơn bão Damrey đến thành phố Nha Trang tỉnh Khánh Hòa

Phùng Thị Vui¹, Trần Văn Hưng^{1*}, Phan Văn Tuấn²

¹ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ; phungthivui@gmail.com;
tranhungdubao@gmail.com

² Học viện Hải quân; phanvantuants20@gmail.com

*Tác giả liên hệ: tranhungdubao@gmail.com; Tel.: +84-904491015

Ban Biên tập nhận bài: 5/7/2023; Ngày phản biện xong: 22/8/2023; Ngày đăng bài: 25/9/2023

Tóm tắt: Bài báo này trình bày kết quả phương pháp nghiên cứu dự báo dựa trên tác động của bão, áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) đối với thành phố Nha Trang. Mức độ rủi ro của bão được tính toán xem xét như mức độ tác động của bão, trong đó thành phần hiểm họa bão được xác định theo bản tin dự báo bão của Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn Quốc gia (NCHMF). Ma trận tác động được sử dụng để tính toán tác động của bão đến với từng đối tượng, lĩnh vực sẽ là cơ sở để đưa ra các khuyến cáo hành động ứng phó với bão cho cộng đồng. Bài báo thử nghiệm dự báo dựa trên tác động đối với cơn bão Damrey đến thành phố Nha Trang vào ngày 4/11/2017. Kết quả cho thấy đối với các thời điểm bão đổ bộ trước 72 giờ, 48 giờ, 24 giờ, các tác động của bão đến từng đối tượng có thể khác nhau, do đó từng đối tượng chịu tác động có những hành động chuẩn bị ứng phó khác nhau.

Từ khóa: Bão Damrey; Dự báo dựa trên tác động.

1. Giới thiệu

Theo báo cáo của Văn phòng Liên hợp quốc về giảm thiểu rủi ro thiên tai (UNDRR): trong 20 năm đầu thế kỷ 21, thế giới đã ghi nhận 7348 sự kiện thiên tai lớn làm 1,23 triệu người chết, ảnh hưởng đến 4,2 tỷ người (nhiều người chịu ảnh hưởng nhiều lần) làm thiệt hại kinh tế khoảng 2,97 nghìn tỷ đô la Mỹ. Đây là một sự gia tăng mạnh so với 20 năm cuối thế kỷ 19. Trong đó, lũ lụt và bão là những sự kiện phổ biến nhất, số trận lũ lụt lớn tăng từ 1389 lên 3254 trận và số cơn bão tăng từ 1457 lên 2034 cơn [1].

Theo báo cáo [1] với tiêu chí thảm họa cướp đi sinh mạng từ 10 người trở lên, ảnh hưởng từ 100 người trở lên, dẫn đến tình trạng cần có sự giúp của quốc tế thì châu Á hứng chịu nhiều thảm họa nhất với 3068 sự kiện, Châu Mỹ là 1756 sự kiện và Châu Phi là 1192 sự kiện. Châu Á có 8 quốc gia trong tổng số 10 quốc gia bị ảnh hưởng nhiều nhất. Việt Nam xếp thứ 7 với khoảng 140 sự kiện các đợt thiên tai lớn ảnh hưởng, xếp thứ 10 trong số các nước có số người bị ảnh hưởng với 39 nghìn người, tuy nhiên nước ta không thuộc 10 quốc gia có số người chết do thiên tai nhiều nhất.

Dự báo, cảnh báo sớm và cung cấp thông tin rủi ro thiên tai kịp thời sẽ giúp cho công tác phòng chống ứng phó và giảm thiểu thiệt hại thiên tai. Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) đã khởi động một chương trình về các dịch vụ cảnh báo và dự báo dựa trên tác động (IBF) đa thiên tai, với mục đích hỗ trợ các thành viên WMO phát triển hơn nữa các dịch vụ dự báo và cảnh báo theo yêu cầu của người dùng, thông tin đầy đủ tác động của thiên tai, từ đó thực hiện có các hành động ứng phó thích hợp [2]. Cùng với hướng dẫn của WMO, nhiều nước trên thế giới đã phát triển hệ thống dự báo và cảnh báo dựa trên tác động, cụ thể như Cơ quan

khí tượng Philippines (PASAGA) đã thực hiện dự báo dựa trên tác động của bão theo thời gian thực, đưa ra những cảnh báo sớm và hướng dẫn hành động cụ thể. PASAGA xây dựng bản tin với bảng tác động và hướng dẫn hành động cho từng địa phương cụ thể và lĩnh vực như giáo dục, cơ sở hạ tầng (CSHT), thương mại - dịch vụ, giao thông vận tải (GTVT), môi trường và con người [3–4], trong đó, xem xét rủi ro thiên tai do bão (R) chính là mức độ tác động trong ma trận tác động. Cơ quan thời tiết Nam Phi (SAWS) phối hợp với cục Quản lý thiên tai giới thiệu hệ thống cảnh báo thời tiết khắc nghiệt dựa trên phương thức mới cung cấp các cảnh báo tác động thay vì cảnh báo ngưỡng khí tượng. Các thiên tai được SAWS cảnh báo dựa trên tác động gồm mưa lớn, bão, gió mạnh, tuyết rơi, sương mù, sóng và nước dâng [5]. WCSSP Ấn Độ là một dự án nghiên cứu xây dựng và khai thác mối quan hệ đối tác và khoa học giữa vương quốc Anh và Ấn Độ [6]. Dự án này đã xác định một loạt các lĩnh vực ưu tiên: nghiên cứu và phát triển các mô hình dự báo tác động; thu thập dữ liệu tác động kinh tế xã hội (KT-XH); truyền thông và phổ biến các nội dung cảnh báo. Dự án đã xây dựng chương trình giúp cho các dự báo viên trong quyết định đưa ra các bản tin dự báo tác động của thiên tai. Cơ quan Khí tượng Vương quốc Anh (UKMO) đã xây dựng và ban hành các cảnh báo tác động từ năm 2011. Những cảnh báo này dựa trên sự kết hợp giữa mức độ tác động và khả năng xảy ra tác động đó, xác định thông qua sử dụng ma trận rủi ro. Điều này cung cấp một dự báo định tính về khả năng tác động dự kiến cho từng loại thời tiết với các mức độ tác động khác nhau [7].

Dự báo dựa trên tác động là việc chuyển đổi hình thức dự báo, từ việc dự báo để trả lời câu hỏi “thời tiết sẽ như thế nào?”, sang trả lời câu hỏi “thời tiết sẽ gây ra những gì?”. Việc này đòi hỏi phải tổng hợp thông tin thời tiết (nắng, mưa, gió...) với thông tin dữ liệu của các đối tượng có thể chịu ảnh hưởng của thiên tai như mức độ phơi bày (E), tính dễ bị tổn thương (V) từ đó xác định mức độ rủi ro có thể xảy ra. Để thực hiện công việc đó thì cần phải thu thập đầy đủ hiện trạng về các đối tượng có thể chịu ảnh hưởng trong khu vực dự báo. Hay nói cách khác, khi xác định các đối tượng chịu ảnh hưởng và mức độ rủi ro có thể xảy ra cho phép ban hành các loại cảnh báo khác nhau để giúp cộng đồng dân cư nắm bắt thông tin kịp thời, chủ động ứng phó, qua đó có thể giúp giảm các thiệt hại do thiên tai gây ra.

Nằm trong khu vực Miền Trung, nơi chịu ảnh hưởng của nhiều thiên tai, trong 20 năm qua, có 15 cơn bão ảnh hưởng đến tỉnh Khánh Hòa, tương đương với tần suất 0,68 cơn/năm. Mặc dù, so với các tỉnh khác trong khu vực, tần suất bão ảnh hưởng đến Khánh Hòa không phải là cao, tuy nhiên mỗi khi bão ảnh hưởng trực tiếp thường gây ra thiệt hại rất lớn, điển hình như cơn bão số 12 - Damrey (năm 2017) gây ra thiệt hại nặng nề về người và tài sản, tại Khánh Hòa có 44 người chết, gần 3000 nhà bị sập hoàn toàn, hơn 58.000 nhà bị tốc mái, hư hỏng và 40.000 nhà bị hỏng nhẹ, tổng thiệt hại đối với các lĩnh vực trên là 14.700 tỷ đồng. Theo báo cáo đánh giá, nguyên nhân thiệt hại lớn chủ yếu là do bão mạnh đổ bộ trực tiếp vào khu vực kinh tế biển đang phát triển, ngoài ra do khả năng phòng chống và ứng phó của cộng đồng chưa cao.

Bão, ATNĐ với tác động chính (tác động sơ cấp) là gió mạnh, mưa lớn, trong đó mưa lớn có thể sinh lũ và ngập lụt (tác động thứ cấp); gió mạnh gây ra sóng lớn và nước dâng (tác động thứ cấp). Mưa, gió của bão có thể tác động đơn lẻ hoặc có thể tác động đồng thời với lũ và ngập lụt sau đó. Các đối tượng ảnh hưởng lúc này dân cư, hệ thống CSHT (nhà cửa, sân bay...), GTVT, các hoạt động kinh tế, nông nghiệp (diện tích cây trồng), hệ thống y tế... Khi hoạt động trên biển, bão với gió mạnh gây ra sóng lớn và nước dâng đánh chìm hoặc gây hư hại cho tàu thuyền...

Trong khuôn khổ hợp tác giữa Tổng cục Khí tượng Thủy văn và WMO, NCHMF đã xây dựng hệ thống hỗ trợ dự báo dựa trên tác động của bão, trong đó tính toán ước lượng quy mô và mức độ tác động của thiên tai trên cơ sở kết hợp giữa dự báo xác suất xảy ra của bão và thông tin về E, V, sau đó gửi khuyến cáo đến các khu vực dự báo, cảnh báo.

Hướng tới mục tiêu phục vụ cộng đồng dân cư và chính quyền tốt hơn, bài báo nghiên cứu thử nghiệm dự báo dựa trên tác động do bão số 12 - Damrey (4/11/2017) đến các đối

tương, ngành nghề tại thành phố Nha Trang. Kết quả nghiên cứu sẽ bổ sung thêm thông tin tác động của thiên tai bão đến các đối tượng và khu vực cụ thể (mức độ ảnh hưởng) sẽ giúp cộng đồng dân cư chủ động hơn trong công tác tự phòng chống và phòng chống theo sự chỉ đạo của địa phương.

2. Số liệu, trường hợp thử nghiệm và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Các nguồn số liệu được sử dụng trong dự báo dựa tác động do bão số 12 đến thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa:

- Số liệu về KT-XH, CSHT, dân cư của thành phố Nha Trang thu thập từ niên giám thống kê (NGTK), báo cáo quy hoạch phát triển KT-XH của thành phố.
- Số liệu thiệt hại của thiên tai được thu thập từ Ban chỉ huy Phòng chống thiên tai-tìm kiếm cứu nạn và phòng thủ dân sự (PCTT-TKCN & PTDS) tỉnh, thành phố.
- Số liệu về mưa, gió từng giờ được thu thập từ các trạm khí tượng thủy văn (KTTV) tỉnh Khánh Hòa.
- Số liệu về các chỉ tiêu khả năng thích ứng được thu thập thông qua điều tra xã hội học.
- Số liệu về vị trí, cường độ bão được khai thác từ bản tin dự báo bão của NCHMF.

2.2. Trường hợp thử nghiệm

Bão số 12 (Damrey) hình thành trên khu vực tây bắc Thái Bình Dương (TBTBD). Đến sáng ngày 02/11, ATNĐ đi vào Biển Đông và di chuyển chủ yếu theo hướng Tây. Sáng ngày 04/11 (khoảng 6-7 giờ), bão số 12 đã đổ bộ vào khu vực nam Phú Yên bắc Khánh Hòa, rồi suy yếu di chuyển sang Tây Nguyên. Cường độ của bão khi đổ bộ, tại Khánh Hòa có gió mạnh cấp 9, giật cấp 12-13, khí áp thấp nhất quan trắc được tại trạm Nha Trang (Khánh Hòa) 982,1mb vào lúc 06h20 ngày 04/11. Ngoài ra, do ảnh hưởng bão số 12, tỉnh Khánh Hòa có mưa to đến rất to, lượng mưa các ngày 03-04/11, phổ biến 150-250 mm.

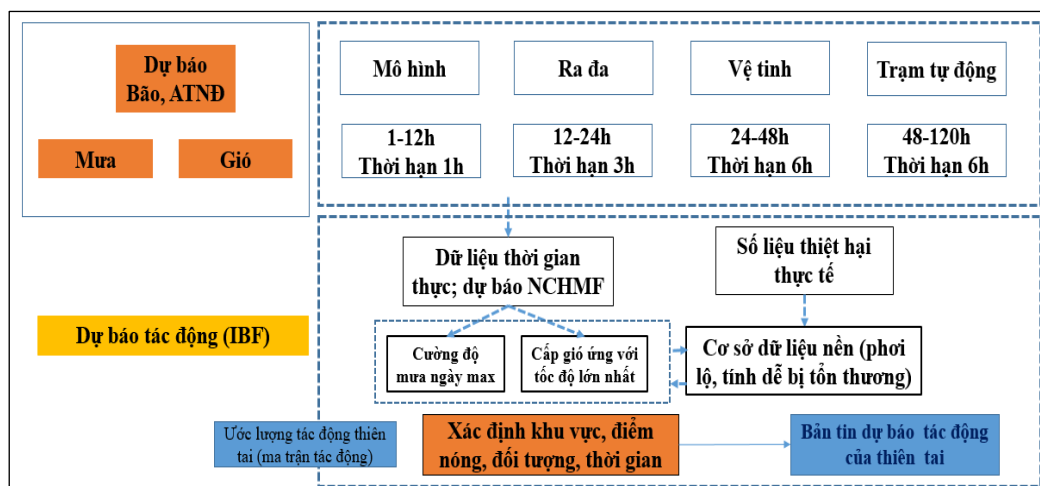


Hình 1. Quỹ đạo cơn bão số 12 - Damrey năm 2017 (nguồn NCHMF).

2.3. Dự báo dựa trên tác động do bão/ATNĐ

a) Phương pháp dự báo dựa trên tác động

Khái niệm dự báo dựa trên tác động (*Impact Based Forecast*): là một cách tiếp cận có cấu trúc, kết hợp các dữ liệu về nguy cơ, E và V để xác định mức độ tác động, quy mô tác động cũng như các đối tượng chịu tác động tiềm tàng mà hiểm họa KTTV có thể gây ra, hỗ trợ Cơ quan dự báo đưa ra các khuyến cáo đối với các địa phương, khu vực và đối tượng một cách định lượng, qua đó hỗ trợ việc ra quyết định với mục tiêu cuối cùng là khuyến khích hành động sớm nhằm giảm thiệt hại về kinh tế và con người do các thiên tai gây ra [3]. Sơ đồ cấu trúc của nghiên cứu được trình bày như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc thực hiện nghiên cứu.

Để đánh giá tổng hợp thông tin về mức độ tác động và khả năng xảy ra thiên tai ở các cấp độ khác nhau, WMO đưa ra hướng dẫn xây dựng ma trận tác động, trong đó có 02 thành phần là (1) mức độ tác động (trục X), cũng có thể hiểu là mức độ rủi ro của thiên tai và (2) xác suất xảy ra của hiểm họa (trục Y), cũng có thể hiểu là độ tin cậy của bản tin dự báo. Tác động tổng hợp của thiên tai được xác định là vị trí giao nhau của cột thông tin về mức độ tác động và hàng thông tin về xác suất xảy ra thiên tai của bảng ma trận tác động. Thông tin về tác động tổng hợp của thiên tai là căn cứ để đưa ra các khuyến cáo hành động. Các khuyến cáo hành động được chia thành 4 cấp, tương ứng với 4 màu: màu xanh (tác động rất thấp) là chưa có thiên tai xảy ra; màu vàng (tác động thấp) là cần nhận biết, chú ý theo dõi diễn biến của thời tiết, màu cam (tác động trung bình) là cần chuẩn bị sẵn sàng, màu đỏ (tác động cao) là phải hành động ngay.

Lợi ích mong đợi của việc sử dụng ma trận tác động với các màu biểu thị mức độ tác động và khuyến cáo hành động là [18]:

Cảnh báo dễ hiểu hơn;

Ít sử dụng thuật ngữ khí tượng và từ ngữ khoa học;

Dự báo được đưa ra nếu tác động dự kiến xảy ra;

Dễ thay đổi, cập nhật hơn;

Bảng 1. Ma trận tác động.

Xanh: Hoạt động bình thường	Xác suất xảy ra hiểm họa (Độ tin cậy của bản tin dự báo %)	>80		X			
		60-80					
Vàng: Nhận biết, lưu ý theo dõi tình hình thời tiết		40-60					
		20-40					
		Cam: Chuẩn bị sẵn sàng	<20				
Đỏ: Hành động	Cảnh báo là sự kết hợp giữa tác động tiềm tàng và khả năng xuất hiện các hiện tượng cực đoan		Rất thấp	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao
			Mức độ tác động				

b) Xác định đối tượng và bộ tiêu chí

Trên cơ sở tác động trực tiếp của bão (mưa, gió), kết hợp phương pháp chuyên gia và tiêu chí xác định thiệt hại do thiên tai [15] và tham khảo từ [12–14] nghiên cứu này đưa ra danh sách các đối tượng cơ bản chịu tác động của bão, ATNĐ. Các đối tượng/ngành nghề được lựa chọn là dân cư, nông nghiệp, thương mại - dịch vụ, GTVT, CSHT, y tế và tàu thuyền.

Bảng 2. Bộ tiêu chí về E, S, AC cho 7 đối tượng.

Đối tượng/ ngành nghề	Mức độ phơi bày	Độ nhạy	Khả năng thích ứng
Dân cư	Tổng dân số	Tỷ lệ thành thị/nông thôn	Tỷ lệ tốt nghiệp cấp 3
	Mật độ dân số	Tỷ lệ hộ nghèo	Tỷ lệ được hướng dẫn kỹ năng ứng phó
		Tỷ lệ người trên 15 tuổi biết chữ	Tỷ lệ nhận được thông tin về bão Tỷ lệ nhận được hỗ trợ thiệt hại Số lượng cơ sở y tế Số lượng điểm sơ tán
Nông nghiệp	Diện tích đất nông nghiệp	Giá trị sản phẩm/ha đất nông nghiệp	Cập nhật phương án PCTT
	Diện tích nuôi trồng thủy sản	Giá trị sản phẩm/ha nuôi trồng thủy sản	Tỷ lệ nhận được thông tin về bão
	Số lượng gia súc, gia cầm		Tỷ lệ được hướng dẫn kỹ năng ứng phó Tỷ lệ nhận được hỗ trợ thiệt hại Đảm bảo an toàn đê, hồ chứa
Thương mại - dịch vụ	Số lượng doanh nghiệp	Bình quân thu nhập đầu người lao động trong doanh nghiệp	Tỷ lệ nhận được thông tin về bão
	Số lượng lao động trong doanh nghiệp	Tỷ suất lợi nhuận của doanh nghiệp	Tỷ lệ được hướng dẫn kỹ năng ứng phó Tỷ lệ nhận được hỗ trợ thiệt hại
	Số lượng cơ sở kinh doanh du lịch, khách sạn, dịch vụ		
Giao thông, vận tải, thông tin	Số Km đường quốc lộ, tỉnh lộ, huyện lộ	Mật độ đường giao thông	Cập nhật phương án PCTT
	Số lượng thuê bao được lắp đặt	Doanh thu vận tải theo ngành Tỷ lệ hộ dùng điện thoại	Tỷ lệ nhận được thông tin về bão Tỷ lệ được hướng dẫn kỹ năng ứng phó
		Tỷ lệ hộ dùng internet	Tỷ lệ nhận được hỗ trợ thiệt hại Đảm bảo an toàn đê, hồ chứa
Cơ sở hạ tầng	Số lượng trụ sở UBND, trường học, y tế	Tỷ lệ diện tích đất ở	Cập nhật phương án PCTT
	Số lượng công trình trọng điểm		Tỷ lệ nhận được thông tin về bão Tu bổ, sửa chữa công trình Đảm bảo an toàn đê, hồ chứa
	Diện tích đất ở		
Y tế	Số cơ sở y tế	Tỷ lệ hộ dùng nước sạch	Số giường bệnh/1000 dân
	Số lượng giường bệnh	Số ca mắc bệnh dịch	Số cán bộ ngành y được/1000 dân Tỷ lệ xã phường có y bác sĩ Tỷ lệ cơ sở y tế/xã
Tàu thuyền	Số lượng tàu thuyền	Số người lao động trên tàu thuyền	Tỷ lệ nhận được thông tin về bão
		Vùng hoạt động của tàu đánh bắt cá	Tỷ lệ được hướng dẫn kỹ năng ứng phó
			Số điểm neo đậu tránh trú bão

2.4. Phương pháp tính toán rủi ro bão, ATNĐ

Theo báo cáo SREX của IPCC [7], rủi ro thiên tai được hợp thành từ 3 thành phần: (1) hiểm họa H (*hazard*); (2) Mức độ phơi bày E (*exposure*) và (3) Tính dễ bị tổn thương V (*vulnerability*), trong đó tính dễ bị tổn thương được cấu thành bởi độ nhạy (S) và khả năng thích ứng (AC). Nếu thiếu một trong ba yếu tố thì không hình thành rủi ro thiên tai.

a) Tính toán, xác định hiểm họa

Hiểm họa do bão, ATNĐ được cấu thành bởi xác suất xảy ra và cường độ của bão. Cường độ được lựa chọn bởi 2 đặc trưng là tốc độ gió lớn nhất (V_{max}) và lượng mưa 24 giờ lớn nhất ($R24_{max}$), đây cũng là 2 nguyên nhân hàng đầu gây thiệt hại trong bão.

Hiểm họa là một thành phần động và phụ thuộc vào từng thiên tai. Đối với bão, phụ thuộc vào thời điểm và từng cơn bão cụ thể mà xác định được giá trị hiểm họa là khác nhau.

Theo nghiên cứu [9], kỹ năng dự báo quỹ đạo bão hạn 48h nằm trong khoảng từ 28 đến 55%, trung bình là 47%. Trong khi đó, tính sai số dự báo quỹ đạo bão DPE (*Direct Position Error*) của NCHMF [10] cho kết quả sai số trung bình DPE khoảng 115 km đối với hạn 24h, 180km đối với hạn 48h và 280 km ở hạn 72h. Chi tiết về cách tính DPE được đưa ra trong [11].

Bảng 3. Giá trị phân vị của sai số trung bình tuyệt đối DPE giai đoạn 2012-2018 (nguồn NCHMF).

Hạn dự báo (h)	24	48	72
90%	84	156	252
80%	96	168	264
60%	108	184	176
50%	120	192	288
40%	132	204	300
25%	144	216	312
10%	156	228	324

Cũng từ dữ liệu tính toán của NCHMF (2012-2018), vùng bán kính gió mạnh ứng với cấp bão khác nhau được đưa ra tại bảng 4 [8].

Bảng 4. Bán kính gió mạnh với từng cấp bão (nguồn NCHMF).

Cấp bão Cấp gió	8	9	10	11	12	13-15
Cấp 6	120	130	150	200	250	300
Cấp 7	70	100	120	150	170	250
Cấp 8	50	90	100	130	150	170
Cấp 9		50	70	100	110	150
Cấp 10			50	70	100	110
Cấp 11				50	70	90
Cấp 12					50	70

Trong nghiên cứu này, khả năng (nguy cơ hay xác suất) xảy ra được xác định chính là độ tin cậy dự báo quỹ đạo bão với các hạn dự báo của các bản tin trước đó.

Các bước tính toán hiểm họa do bão, ATNĐ là:

Bước 1: Tính DPE hạn 24, 48, 72 giờ (nếu có).

Bước 2: Tính khoảng cách từ vị trí tâm bão (dự báo) đến điểm yêu cầu theo hạn dự báo cụ thể (KCDB).

Bước 3: Tính xác suất xảy ra (P) là độ tin cậy dự báo quỹ đạo bão dựa trên bảng 1. Do có những cơn bão hình thành trong biển Đông và di chuyển nhanh vì vậy không đánh giá được DPE 48 và 72 giờ thì gán độ tin cậy bằng 47% (theo giá trị trung bình kỹ năng dự báo quỹ đạo bão của NCHMF 2008-2014).

Bước 4: Xác định cấp bão từ NCHMF dựa trên KCDB, cấp gió được xác định theo bảng 4.

Bước 5: Xác định cường độ từ cấp gió và $R_{24_{max}}$.

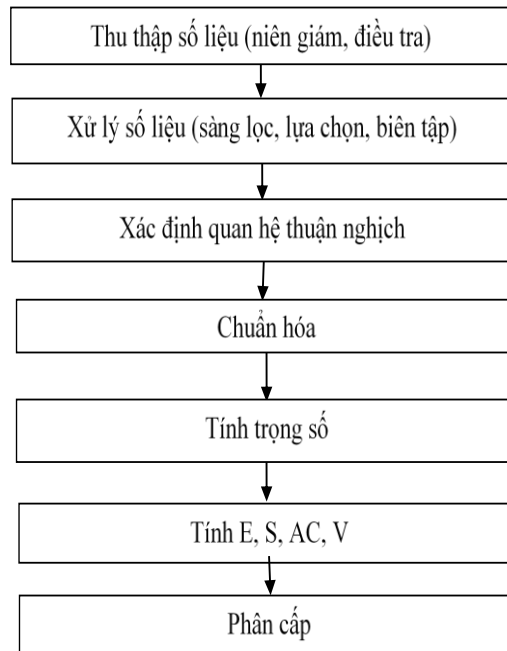
Bước 6: Xác định hiểm họa từ cường độ (bước 5) và khả năng xảy ra (bước 3).

Ví dụ minh họa xác định khả năng xảy ra (P) như sau, DPE 48 giờ của bản tin dự báo từ NCHMF gần nhất là 175 km, nằm trong khoảng phân vị 60-80%, do đó độ tin cậy được gán ở cận trên là 80% tương ứng $P = 80\%$.

b) *Tính toán E, V*

Đối với một địa phương cụ thể (cấp huyện), để tính E và V, các tiêu chí được xác định cho từng đối tượng, ngành nghề được thu thập từ NGTK và số liệu điều tra xã hội học. Sau khi tính toán cho từng đối tượng, ngành nghề sử dụng phương pháp tương tự tính E, V chung cho từng địa phương.

Phương pháp tính sử dụng là phương pháp trọng số không đều nhau [12]. Cách tính E, V và lựa chọn chỉ số có thể tham khảo ở [13–15]. Có thể mô tả quá trình tính toán chỉ số E, V như sau:



Hình 3. Các bước tính chỉ số E, V.

c) Tính toán chỉ số rủi ro

Rủi ro thiên tai bão (R) được tính qua công thức như sau:

$$R = f(H, E, V) \quad (1)$$

Trong đó H là hiểm họa, E là mức độ phơi bày, V là tính dễ bị tổn thương.

d) Phân cấp cấp độ rủi ro do bão/ATNĐ

Sử dụng phương pháp ma trận rủi ro để tính chỉ số rủi ro thiên tai và chỉ số hiểm họa. Có 5 mức độ rủi ro thiên tai từ Rất thấp, Thấp, Trung bình, Cao và Rất cao, do đó các biến H, V và E đều được phân thành 5 cấp.

- Thành phần hiểm họa

Theo quy định, WMO phân loại XTNĐ thành 4 cấp: ATNĐ, bão, bão mạnh và bão rất mạnh [16]. Theo quyết định 18/2021/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ Quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai thì cấp độ rủi ro thiên tai do mưa lớn được phân thành 4 cấp [17]. Nghiên cứu này đề xuất phân cấp các yếu tố cấu thành cường độ bão như trong bảng 5.

Bảng 5. Phân cấp giá trị các yếu tố cấu thành cường độ bão/ATNĐ.

Cấp	Mức độ	V (cấp gió)	R24 _{max} (mm)
1	Rất thấp	≤ Cấp 5	<100
2	Thấp	Cấp 6-7	100-200
3	Trung bình	Cấp 8-9	200-400
4	Cao	Cấp 10-11	>400
5	Rất cao	≥ Cấp 12	

Sau khi phân cấp được các biến (V, R24_{max}), cường độ bão được tính theo công thức:

$$I = \text{Max}(V, R24_{\text{max}}) \quad (2)$$

Khả năng xảy ra (P) được chia thành 5 khoảng dựa theo hàm phân vị như bảng 6. Sử dụng ma trận I×P tính ra thành phần hiểm họa thiên tai do bão, ATNĐ như bảng 6.

Bảng 6. Ma trận tính toán hiểm họa từ cường độ và khả năng xảy ra.

P I	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

- Mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương
Các biến E và V (S và AC) được chia thành 5 cấp dựa theo hàm phân vị, cụ thể được trình bày trong bảng 7.

Bảng 7. Phân cấp E và V theo hàm phân vị.

Phân vị tương ứng	Mức độ	Cấp độ
< 20th	Rất thấp	1
20th – 40th	Thấp	2
40th – 60th	Trung bình	3
60th – 80th	Cao	4
> 80th	Rất cao	5

- Cấp độ rủi ro do bão, ATNĐ
Đối với một địa phương cụ thể đối tượng theo E và V là vừa có tính chất động (tàu thuyền, diện tích sản xuất nông nghiệp theo mùa màng, ...) và tĩnh, tính cấp $E \times V$, sau đó kết quả được quy chuẩn về thang điểm từ 1 đến 5 (từ 1 đến 3 quy về thang điểm 1, từ 4 đến 6 quy về thang điểm 2, từ 8 đến 12 quy về thang điểm 3, từ 15 đến 20 quy về thang điểm 4 và từ 20 đến 25 quy về thang điểm 5). Sau đó, kết quả quy chuẩn nhân với thành phần H như sau.

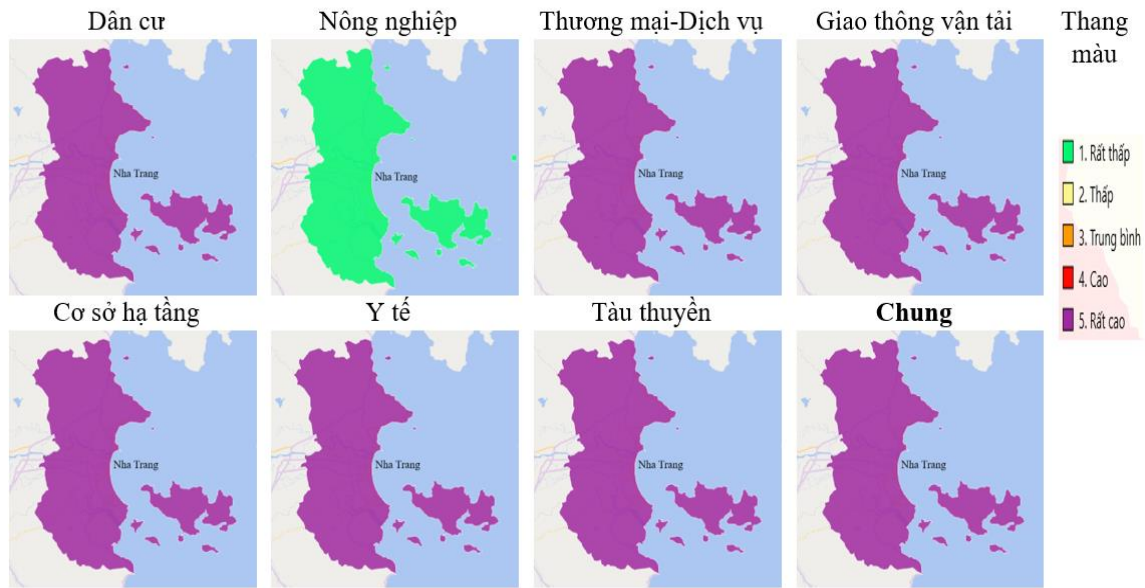
Bảng 8. Minh họa về ma trận tính toán rủi ro $(E \times V) \times H$.

E*V H	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá mức độ phơi bày

Với những tiêu chí được lựa chọn như trong bảng 2, kết quả tính toán E trước bão, ATNĐ tại thành phố Nha Trang được hiển thị như hình dưới đây. Có thể thấy, thành phố Nha Trang là địa phương có mật độ dân cư cao, CSHT phát triển, mạng lưới GTVT dày đặc, số lượng tàu thuyền nhiều do vậy chỉ số E đều ở mức rất cao, riêng với ngành nông nghiệp (4.369 ha trồng trọt, 35ha nuôi trồng thủy sản) chiếm tỉ trọng nhỏ trong cơ cấu nền kinh tế của thành phố Nha Trang nên E ở mức rất thấp.



Hình 4. Mức độ phơi bày của 7 đối tượng, ngành nghề và tính chung cho thành phố Nha Trang trước bão, ATNĐ.

3.2. Đánh giá tính dễ bị tổn thương

Như đã biết, V được cấu thành bởi hai thành phần là độ nhạy (S) và khả năng thích ứng (AC), trong đó V tỉ lệ thuận với S và tỉ lệ nghịch với AC. Với trình độ dân trí cao, tỷ lệ nhận được thông tin và tỷ lệ được tập huấn kỹ năng phòng chống bão cao nên các đối tượng có khả năng thích ứng cao vì vậy V ở mức rất thấp và trung bình. Riêng đối tượng CSHT có tỉ lệ đất ở rất cao và đối tượng tàu thuyền có số lượng người lao động trên tàu thuyền rất cao và vùng hoạt động ngoài khơi tức là S rất cao kéo theo V ở mức rất cao.

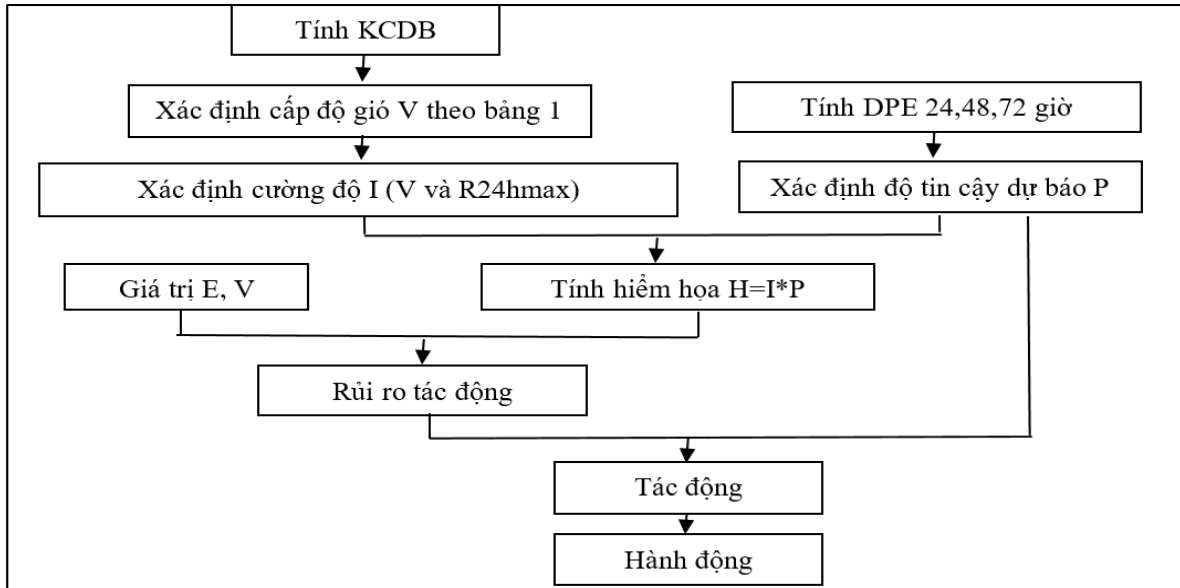


Hình 5. Tính dễ bị tổn thương của 7 đối tượng, ngành nghề và tính chung cho thành phố Nha Trang trước bão, ATNĐ.

3.3. Dự báo thành phần hiểm họa, cấp độ rủi ro, dự báo dựa trên tác động

Quy trình dự báo dựa trên tác động do bão, ATNĐ theo bản tin và hướng dẫn hành động được đưa ra trong hình 6. Ở đây, nghiên cứu trình bày với các thời điểm trước khi bão đổ bộ 72, 48 và 24 giờ nhằm đưa ra diễn biến tác động do cơn bão số 12 gây ra và cho thấy tiến trình hành động từ mức thấp nhất (nhận biết, theo dõi) đến mức cao nhất (hành động).

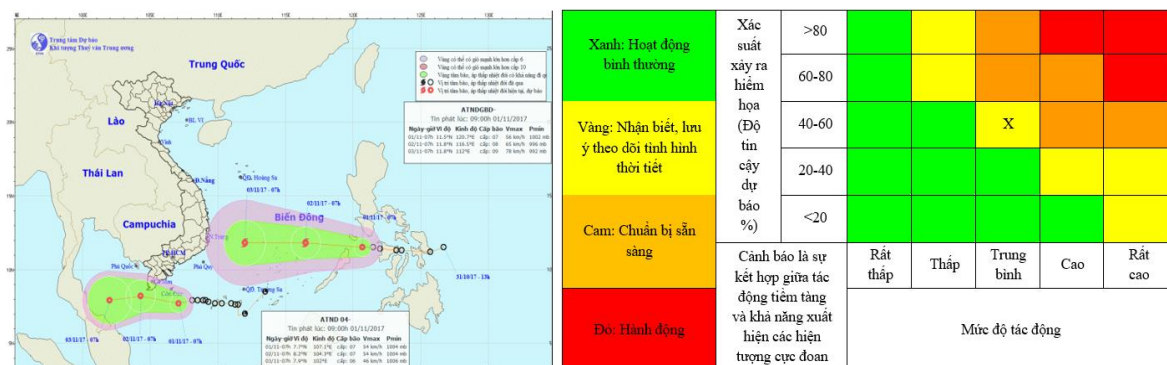
Bão số 12 hoạt động trong thời gian 4,5 ngày, bản tin đầu tiên phát lúc 09 giờ ngày 31/10 chỉ là vùng thấp, cảnh báo theo dõi và không có dự báo vị trí 24, 48 giờ tiếp theo. Bản tin cuối cùng phát lúc 21 giờ ngày 04/11, bão suy yếu thành ATNĐ và tan dần.



Hình 6. Quy trình dự báo dựa trên tác động do bão, ATNĐ theo bản tin và hướng dẫn hành động.

a) Thời điểm trước khi bão đổ bộ 72 giờ

Tại thời điểm 07 giờ ngày 01/11/2017, ATNĐ mới được theo dõi và dự báo trong 24h, vì vậy không có kết quả đánh giá DPE 72 giờ. Do đó, độ tin cậy dự báo quỹ đạo bão hạn 72 giờ được gán bằng 47% ($P = 3$). Theo NCHMF, dự báo cường độ và hướng di chuyển của ATNĐ ổn định, đến khoảng ngày 04/11, thành phố Nha Trang chịu ảnh hưởng bởi gió cấp 8 ($I = 3$). Đối chiếu với bảng 6, hiểm họa do bão ở mức trung bình ($H = 3$). Kết hợp với giá trị của E và V của 7 đối tượng, ngành nghề và tính toán chung cho thành phố Nha Trang ($E_{NT} \times V_{NT} = 4$). Sau khi có giá trị H và giá trị $E \times V$, sử dụng ma trận rủi ro (bảng 8), tính toán được rủi ro do bão đến các đối tượng, cụ thể đối với thành phố Nha Trang ở mức trung bình ($R = 3$). Trên cơ sở kết quả rủi ro này, sử dụng ma trận tác động để dự báo dựa trên tác động bão Damrey gây ra cho các đối tượng, ngành nghề và tính chung cho thành phố Nha Trang vào ngày 4/11/2017. Kết quả cho thấy như sau: các đối tượng Dân cư, Nông nghiệp, Thương mại-dịch vụ, Y tế chịu mức tác động bình thường (hoạt động bình thường); Giao thông vận tải chịu mức tác động vừa (nhận biết và chú ý theo dõi tình hình); Cơ sở hạ tầng, Tàu thuyền chịu mức tác động lớn (chuẩn bị sẵn sàng); riêng đối với khu vực cụ thể thành phố Nha Trang ($R = 3$; $P = 47\%$) chịu mức độ tác động vừa (nhận biết và chú ý theo dõi tình hình). Với những khuyến cáo, địa phương có thể triển khai công tác phòng chống, ứng phó cụ thể theo phương án phòng chống hàng năm được phê duyệt.



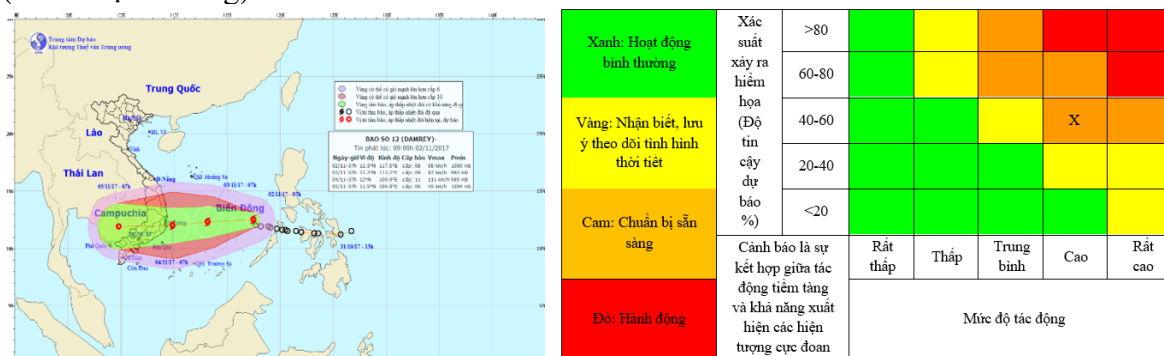
Hình 7. Quỹ đạo dự báo ATNĐ từ NCHMF và ma trận tác động trước 72 giờ.

Bảng 9. Mức độ tác động - hành động cho các đối tượng, ngành nghề trước 72 giờ.

Tác động	Nhỏ	Vừa	Lớn	Nghiêm trọng
Hành động	Hoạt động bình thường	Nhận biết - theo dõi thời tiết	Chuẩn bị sẵn sàng	Hành động
Dân cư	x			
Nông nghiệp	x			
Thương mại - dịch vụ	x			
Giao thông vận tải		x		
Cơ sở hạ tầng			x	
Y tế	x			
Tàu thuyền			x	

b) Thời điểm trước khi bão đổ bộ 48 giờ

Tại thời điểm 07 giờ ngày 02/11/2017, ATNĐ mạnh lên thành bão số 12. Theo dự báo của NCHMF, đến 07 giờ ngày 04/11, vị trí tâm bão ở vào khoảng 12,0 độ Vĩ Bắc; 109,9 độ Kinh Đông, sức gió mạnh nhất ở vùng gần tâm bão mạnh cấp 10-11, giật cấp 14. Khi đó thành phố Nha Trang cách tâm bão khoảng 88km, đối chiếu với bảng 4, cho gió ảnh hưởng bởi cấp 9, cấp 10 (mức cao). Do chưa có kết quả đánh giá DPE hạn 48 giờ, vì vậy gán độ tin cậy bằng 47% ($P = 3$). Thực hiện các bước theo quy trình ở hình 6, cho kết quả mức độ tác động của bão cho các đối tượng như sau: đối tượng Nông nghiệp ở mức tác động bình thường (hoạt động bình thường); Dân cư, Thương mại-dịch vụ, Y tế ở mức tác động vừa (nhận biết và chú ý theo dõi tình hình); các đối tượng CSHT, tàu thuyền, GTVT ở mức tác động lớn (chuẩn bị sẵn sàng); riêng đối với khu vực cụ thể thành phố Nha Trang mức độ tác động lớn (chuẩn bị sẵn sàng).



Hình 8. Quỹ đạo dự báo ATNĐ từ NCHMF và ma trận tác động trước 48 giờ.

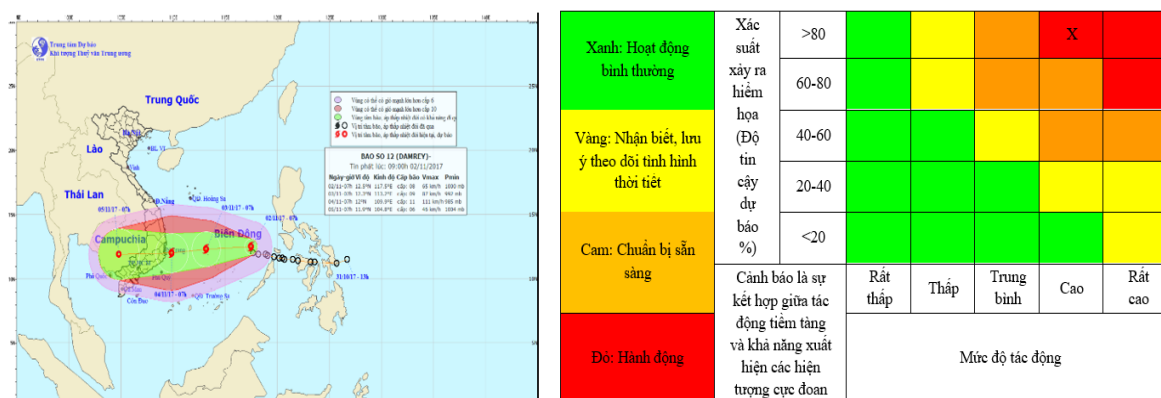
Bảng 10. Mức độ tác động - hành động cho các đối tượng, ngành nghề trước 48 giờ.

Tác động	Nhỏ	Vừa	Lớn	Nghiêm trọng
Hành động	Hoạt động bình thường	Nhận biết - theo dõi thời tiết	Chuẩn bị sẵn sàng	Hành động
Dân cư		x		
Nông nghiệp	x			
Thương mại - dịch vụ		x		
Giao thông vận tải			x	
Cơ sở hạ tầng			x	
Y tế		x		
Tàu thuyền			x	

c) Thời điểm trước khi bão đổ bộ 24 giờ

Tại thời điểm 07 giờ ngày 03/11/2017, bão số 12 đạt cấp 11-12. Theo dự báo của NCHMF, đến 07 giờ ngày 04/11, vị trí tâm bão ở vào khoảng 12,2 độ Vĩ Bắc; 109,1 độ Kinh Đông, sức gió mạnh nhất ở vùng gần tâm bão mạnh cấp 10-11, giật cấp 15. Khi đó thành phố Nha Trang cách tâm bão khoảng 6km, đối chiếu với bảng 4, cho gió ảnh hưởng bởi cấp 10-11, giật cấp 12-13 (rất cao). Kết quả DPE hạn 24 giờ bằng 71km, đối chiếu với bảng 3 nằm trong khoảng phân vị 80-90%, vì vậy, gán độ tin cậy bằng 90% ($P = 5$). Thực hiện các bước

theo quy trình ở hình 6, cho kết quả như sau: đối tượng Nông nghiệp ở mức tác động vừa (hoạt động bình thường); Dân cư, Thương mại-dịch vụ, Y tế ở mức tác động lớn (chuẩn bị sẵn sàng); CSHT, Tàu thuyền, GTVT ở mức tác động nghiêm trọng (hành động); riêng đối với khu vực cụ thể thành phố Nha Trang mức độ tác động nghiêm trọng (cần phải hành động).



Hình 9. Quỹ đạo dự báo ATNĐ từ NCHMF và ma trận tác động trước 24 giờ.

Bảng 11. Mức độ tác động - hành động cho các đối tượng, ngành nghề trước 24 giờ.

Tác động	Nhỏ	Vừa	Lớn	Nghiêm trọng
Hành động	Hoạt động bình thường	Nhận biết - theo dõi thời tiết	Chuẩn bị sẵn sàng	Hành động
Dân cư			x	
Nông nghiệp		x		
Thương mại - dịch vụ			x	
Giao thông vận tải				x
Cơ sở hạ tầng				x
Y tế			x	
Tàu thuyền				x

d) *Ma trận tác động theo thời gian*

Với kết quả như vậy, diễn biến tác động theo thời gian 72, 48 và 24 giờ trước khi bão đổ bộ được minh họa như hình dưới đây. Có thể thấy, tính chung cho thành phố Nha Trang, dự báo nhận biết, theo dõi thời tiết được đưa ra từ hạn 72 giờ và tăng lên mức chuẩn bị sẵn sàng ở hạn 48 giờ và đến hạn 24 giờ khi bão đổ bộ là hành động. Tuy nhiên, cần xét đến từng đối tượng, ngành nghề để có kết quả tác động và hành động cụ thể.

Xanh: Hoạt động bình thường	Xác suất xảy ra hiểm họa (Độ tin cậy dự báo %)	>80				X24	
		60-80					
		40-60			X72	X48	
		20-40					
		<20					
Vàng: Nhận biết, lưu ý theo dõi tình hình thời tiết							
Cam: Chuẩn bị sẵn sàng							
Đỏ: Hành động	Cảnh báo là sự kết hợp giữa tác động tiềm tàng và khả năng xuất hiện các hiện tượng cực đoan	Mức độ tác động					
		Rất thấp	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao	

Hình 10. Ma trận tác động theo thời gian tại thành phố Nha Trang với các thời điểm trước khi bão số 12 - Damrey bão đổ bộ trước 72 giờ, 48 giờ, 24 giờ.

4. Kết luận

Bài báo đã tính toán cấp độ mức độ phơi bày, tính dễ bị tổn thương cho riêng 07 đối tượng, ngành nghề và tính toán mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương tổng hợp cho thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa. Thực tế với cơn bão số 12 - Damrey năm 2017, đổ bộ vào tỉnh Khánh Hòa, các đối tượng chịu tác động chính đầu tiên là tàu thuyền, sau đó là CSHT, GTVT, dân cư, thương mại-dịch vụ, y tế, nông nghiệp và qua tính toán tính dễ bị tổn thương của các đối tượng trước bão khá phù hợp với diễn biến diễn biến thực tế thiệt hại tại địa phương. Nghiên cứu sử dụng ma trận tác động, đưa ra mức độ tác động trong từng thời điểm dự báo và hành động tương ứng. Có thể thấy việc dự báo dựa trên tác động hướng tới từng đối tượng cụ thể khá phù hợp với thực tiễn. Khu vực thành phố Nha Trang trước 72 giờ, cần chú ý theo dõi diễn biến của bão; đến trước 48 giờ cần chuẩn bị sẵn sàng và trước 24 giờ cần hành động gấp. Ngoài ra, mặc dù ở địa phương cụ thể cùng đứng trước một hiểm họa tuy nhiên với từng đối tượng, ngành nghề có mức độ phơi bày, tính dễ bị tổn thương khác nhau dẫn đến mức độ rủi ro, tác động và hành động là khác nhau.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: P.T.V., T.V.H.; Xử lý số liệu: P.T.V., P.V.T.; Viết bản thảo bài báo: P.T.V.; Chỉnh sửa bài báo: T.V.H.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Đề tài “Xây dựng công nghệ dự báo tác động và cảnh báo rủi ro do Bão, Áp thấp nhiệt đới và lũ tại các tỉnh khu vực Trung Bộ”, mã số TNMT.2022.06.03, đã hỗ trợ về số liệu và phương pháp luận để thực hiện bài báo này.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters United Nations Office for Disaster Risk Reduction. The human cost of disasters: An overview of the last 20 years (2000-2019). 2020.
2. World Meteorological Organization (WMO). WMO guidelines on multi-hazard impact-based forecast and warning services. World Meteorological Organization, 2015. Online available: <https://public.wmo.int/en/media/news/wmo-updates-guidelines-multi-hazard-impact-based-forecast-and-warning-services> (Accessed 1 March 2021).
3. Moron, L.A. Impact-based forecasting and warning system: A new forecast paradigm. Assistant Weather Services Chief. DOST-PAGASA.
4. Moron, L.A. Impact-based forecasting (IBF) in the Philippines: A forecast paradigm. ESCAP/WMO Typhoon Committee 16th Integrated Workshop, 02-03 December 2021.
5. Online available: <https://www.thesouthafrican.com/news/weather/new-impact-based-severe-weather-warning-system>.
6. Online available: <https://www.metoffice.gov.uk/research/approach/collaboration/newton/insights/accelerating-impact-based-forecasting>.
7. Online available: <https://www.metoffice.gov.uk/weather/guides/severe-weather-advice>.
8. Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Quốc gia. Đặc điểm Khí tượng thủy văn năm 2017, 2017.
9. IPCC. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Field, C.B.; Barros, V.; Stocker, T.F.; Qin, D.;

- Dokken, D.J.; Ebi, K.L. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 2012.
10. Hiền, X.N.; Thanh, T.N.; Tiến, D.D.; Thủy, T.N.; Hương, V.N.; Thủy, T.T.; Hưng, K.M.; Phương, H.D. Nghiên cứu cảnh báo rủi ro do bão Sinlaku năm 2020 cho khu vực Bắc Trung Bộ theo bản tin dự báo. Tham vấn về thông tin khí tượng thủy văn phục vụ công bố cấp độ rủi ro thiên tai. Tổng cục khí tượng thủy văn, 2020.
 11. Tiến, D.D.; Thành, N.D.; Chánh, K.Q.; Hằng, N.T. Khảo sát sai số dự báo và kỹ năng dự báo quỹ đạo và cường độ bão của các trung tâm dự báo và các mô hình động lực trên khu vực Biển Đông. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 2016, 661, 17–23.
 12. Tiến, D.D. Khảo sát mối quan hệ giữa kỹ năng mô phỏng quỹ đạo bão và cường độ bão cho khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương bằng hệ thống dự báo tổ hợp. Luận án tiến sĩ khí tượng và khí hậu học, Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội, 2017.
 13. Năng, Q.T.; Tiến, T.T. Đánh giá kỹ năng dự báo quỹ đạo bão của hệ thống mô hình tổ hợp. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 2020, 717, 11–19.
 14. Iyengar, N.S.; Sudarshan, P. A Method of Classifying Regions from Multivariate Data. *Econ. Political Weekly* 1982, 17, 2048–2052.
 15. Hương, H.T.L.; Hiền, N.X.; Thủy, N.T.; Hằng, V.T.; Công, N.T. Đánh giá rủi ro thiên tai do lũ lụt khu vực Trung Trung Bộ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 2020, 715, 13–26.
 16. Long, V.D.; Trang, N.T.T. Đánh giá nguy cơ rủi ro do hạn hán phục vụ phát triển kinh tế xã hội cho khu vực Tây Nguyên. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 2020, 711, 25–38.
 17. Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn, Bộ kế hoạch và đầu tư. Thông tư liên tịch hướng dẫn thống kê, đánh giá thiệt hại do thiên tai gây ra. Số 43/2015/TTLT-BNNPTNT-BKHĐT, 2015.
 18. Online available: <https://community.wmo.int/en/classification-tropical-cyclones>
 19. Thủ tướng chính phủ. Quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai. QĐ số 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021.
 20. Online available: <https://www.thesouthafrican.com/news/weather/new-impact-based-severe-weather-warning-system/>.

Research impacts base forecast method of tropical cyclone: A case study for Darmrey typhoon land fall on Nha Trang City, Khanh Hoa Province

Phung Thi Vui¹, Tran Van Hung^{1*}, Phan Van Tuan²

¹ Southern Central Regional Hydro-Meteorological Center; phungthivui@gmail.com; tranhungdubao@gmail.com

² Naval Academy; phanvantuants20@gmail.com

Abstract: This report is results of research Impacts Base Forecast (IBF) of Tropical Cyclone (TC) at Nha Trang city. Risk indexes have calculated and determined as TC impacts, include Hazard (H) has calculated by National Hydro and Meteorological Forecast Center (NHMFC) bulletins. TC impacts have been defined by the risk matrix method with 7 sectors what is basic for public warning about actions to cope with TC. The report has applied for Damrey Typhoon land fall on Nha Trang city on November 4th, 2017. The results for 72, 48 and 24 hours before Damrey effect, different impacts for different sectors and different coping actions.

Keywords: Damrey Typhoon; Impact Based Forecasting (IBF).