ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ÁP DỤNG KỸ THUẬT DVORAK CẢI TIẾN (ADT) PHÂN TÍCH CƯỜNG ĐỘ BÃO TRÊN BIỂN ĐÔNG

Nguyễn Hữu Thành[1], Trần Quang Năng[1], Dư Đức Tiến[1], Phạm Phương Dung[1], Phạm Thị Thanh Ngà[2]

Tóm tắt: *Bài báo trình bày các kết quả đánh giá chi tiết khi áp dụng kĩ thuật phân tích Dvorak cải tiến (ADT) đối với cường độ bão trên khu vực Biển Đông Việt Nam giai đoạn 2010 - 2015 sử dụng số liệu vệ tinh MTSAT (Nhật Bản) và số liệu quỹ đạo bão chuẩn - QĐBC (best-track) của Việt Nam. Phương pháp ADT cho phân tích vị trí bão tốt trong các trường hợp bão có cường độ mạnh. Các kết quả đánh giá cường độ bão qua trị số khí áp thấp nhất và tốc độ gió cực đại bước đầu cho thấy, sai số trị số khí áp thấp nhất tốt hơn so với giá trị tốc độ gió cực đại mà ADT đưa ra so với QĐBC. Bão càng mạnh sai số tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất của ADT so với QĐBC càng lớn, nhất là trường hợp bão có cường độ rất mạnh (≥ cấp 12) hay mây bão có dạng mắt (EYE).*

Từ khóa: *Kỹ thuật Dvorak, Phân tích cường độ bão, Kĩ thuật Dvorak cải tiến.*

Ban Biên tập nhận bài: 12/7/2017 Ngày phản biện xong: 10/8/2017 Ngày đăng bài: 25/8/2017

1. Mở đầu

Trong hơn 20 năm qua, cùng với những tiến bộ của khoa học ngành khí tượng, việc dự báo đường đi (vị trí tâm) của bão đã đạt nhiều tiến bộ khi sai số dự báo giảm đáng kể. Tuy nhiên dự báo cường độ bão vẫn là thách thức rất lớn đối với các nhà khí tượng. Để xác định cường độ bão thời gian thực, đầu những năm 1970, các nhà khoa học đã phát triển một kĩ thuật dùng để ước lượng cường độ bão sử dụng thông tin từ vệ tinh địa tĩnh, người tiên phong là Vernon Dvorak, sau đó Dvorak được lấy để đặt tên cho phương pháp này-phương pháp Dvorak. Phương pháp Dvorak với tính chất nguyên thủy (Dvorak cổ điển) là một kỹ thuật bán chủ quan [1, 2, 3] đã được sử dụng tại các trung tâm dự báo nghiệp vụ khí tượng trên toàn cầu trong 30 năm qua. Những năm gần đây, cùng với sự phát triển của thế hệ cảm biến trên các vệ tinh khí tượng thế hệ mới và khả năng tính toán của máy tính, kết hợp với sự tích lũy lâu năm kinh nghiệm của dự báo viên và những thành tựu mới của công nghệ tự động hóa, việc tự động phân tích và ước lượng cường độ bão nhiệt đới bằng các hệ thống máy tính đã trở nên khả thi hơn rất nhiều, tạo tiền đề để phương pháp Dvorak cải tiến *(Advanced Objective Dvorak Technique - ADT)* ra đời.

Về kỹ thuật, phương pháp Dvorak cổ điển ban đầu (gọi tắt là phương pháp Dvorak) [1, 2, 3] được thực hiện qua 4 bước chính: (1) xác định vị trí tâm bão/áp thấp nhiệt đới; (2) xác định cường độ bão/áp thấp nhiệt đới; (3) chọn ước lượng cường độ tốt nhất và (4) áp dụng một số quy định để đưa ra kết quả ước lượng cường độ cuối cùng. Trong thời kỳ đầu, kỹ thuật này chủ yếu dựa trên lý thuyết nhận dạng mẫu mây với 5 dạng cơ bản: (1) dạng khối mây dày đặc ở trung tâm *(Centre Dense Overcast - CDO)*; (2) dạng lệch tâm *(Shear)*; (3) dạng tâm nhúng đĩa mây *(Embedded Center - EC)*; (4) dạng có mắt *(Eye)* và (5) Dạng băng cuốn *(Curved Band - CB)*. Trên thực tế, đây là phương pháp bán chủ quan, sử dụng chủ yếu để đánh giá sự thay đổi 24 giờ của mẫu mây và cường độ để có thể chỉ ra sự thay đổi hạn ngắn của cấu trúc mây, nhược điểm chính của phương pháp là tính chủ quan và trình độ không đồng đều của những dự báo viên khi sử dụng kỹ thuật này.

Hiện nay, trong nghiệp vụ dự báo bão tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương, việc phân tích vị trí và cường độ bão được

[1]Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương
[2]Trung tâm Vũ trụ Việt Nam, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
Email: duductien@gmail.com

thực hiện dựa trên việc phân tích ảnh mây vệ tinh bằng phương pháp Dvorak cổ điển và thông qua việc tổng hợp thông tin từ các nguồn phân tích và dự báo của các Trung tâm dự báo bão quốc tế. Các khó khăn khi áp dụng kỹ thuật Dvorak cổ điển như việc nhận định và tính toán cường độ trong giai đoạn ban đầu của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) hết sức khó khăn bởi mẫu mây không rõ ràng dẫn tới sai số cao khi phân tích và những trường hợp XTNĐ có dạng tương tác đặc biệt với các hệ thống thời tiết khác như rãnh gió tây trên cao, gió mùa đông bắc. Các trường hợp này sẽ gặp sai số lớn khi áp dụng tính toán các chỉ số dựa trên mẫu mây tiêu chuẩn của kỹ thuật Dvorak. Ngoài ra, việc quy đổi giá trị cường độ bão thành một chỉ số định lượng (gọi là chỉ số T-number và tính toán từ kỹ thuật Dvorak dựa trên mẫu mây XTNĐ) sang giá trị áp suất cực tiểu tại tâm (Pmin) và gió sát bề mặt cực đại (Vmax) về cơ bản vẫn chưa thực sự phù hợp với các XTNĐ hoạt động trên khu vực Tây Thái Bình Dương nói chung và Biển Đông nói riêng (cần bổ sung sự hiệu chỉnh sai số hệ thống theo vĩ độ [4]). Chính vì vậy, việc đánh giá khả năng áp dụng phương pháp phân tích cường độ bão Dvorak cải tiến là cần thiết để tăng cường khả năng ứng dụng ảnh vệ tinh phân giải cao (về cả tần suất thời gian và không gian) trong điều kiện nghiệp vụ hiện nay tại Việt Nam. Nghiên cứu chia làm hai phần gồm: i) Tổng quan và đánh giá kết quả áp dụng khu vực Biển Đông Việt Nam giai đoạn 2010-2015 và ii) So sánh với kết quả phân tích cường độ bão bằng phương pháp Dvorak cổ điển. Trong bài báo này sẽ giới thiệu phần 1 của nghiên cứu bao gồm việc tổng quan lại kĩ thuật phân tích ADT và các kết quả đánh giá áp dụng ADT cho khu vực Biển Đông giai đoạn 2010-2015 với số liệu vệ tinh MTSAT của Nhật Bản.

2. Phương pháp nghiên cứu

Năm 1984, Dvorak [3] đã cải tiến phương pháp Dvorak cổ điển và phát triển thêm ở một kỹ thuật cao hơn khi kết hợp bổ sung việc xác định các mẫu mây với việc đánh giá, xác định các đặc trưng của mây (cụ thể ở đây là nhiệt độ đỉnh mây). Việc phân tích cường độ bão không chỉ giới hạn bởi phương pháp định tính nữa mà thay vào đó được định lượng hóa qua việc đánh giá hệ số T *(T-number)*. Kết quả thu được có sự tiến bộ rõ rệt khi kết quả đánh giá đặc trưng của mây rõ ràng và nằm trong giới hạn cho phép. Trong trường hợp khác, nếu kết quả này chưa rõ ràng có thể quay trở lại dùng mô hình Dvorak cổ điển với việc đánh giá nhận dạng mẫu mây.

Phương pháp Dvorak khách quan *(ODT-Objective Dvorak Technique).*

Zehr (1989) [8] đã nghiên cứu và xây dựng chương trình tự động ước lượng cường độ bão *(Digital Dvorak-DD)* dựa trên đặc trưng cường độ bão có liên quan tới nhiệt độ lạnh nhất ở đỉnh mây và nhiệt độ ấm nhất ở tâm xoáy thuận nhiệt đới khi đã có ảnh hồng ngoại tăng cường *(Enhanced Infrared-EIR)* cho dạng có mắt *(Eye)*. Phương pháp DD này đã đặt nền tảng cho phương pháp ODT sau này khi sử dụng các thuật toán khách quan nhưng vẫn giữ được đặc trưng cơ bản của phương pháp Dvorak cổ điển. Sang đến thập niên 1990, khi số liệu có đầy đủ hơn, độ phân giải ảnh vệ tinh cao hơn, năng lực tính toán mạnh đã thúc đẩy phát triển phương pháp ODT [6]. Với phương pháp ODT, dự báo viên ở khắp nơi trên thế giới, kể cả khi trình độ và kĩ năng của từng nơi có sự chênh lệch, vẫn có thể đưa ra những phân tích mang tính khách quan cao với độ sai lệch về kết quả ở mức tối thiểu. Các kết quả thực nghiệm từ máy bay do thám khí tượng cho thấy kết quả ước lượng vị trí tâm và cường độ bão của phương pháp ODT có thể so sánh được với những phân tích đưa ra từ các trung tâm khí tượng của Hoa Kỳ. Tuy nhiên phương pháp này có một nhược điểm lớn, đó là nó chỉ có thể áp dụng được cho những cơn bão mạnh, điều này làm ảnh hưởng đến tính ứng dụng phổ cập của ODT. Ngoài ra phương pháp ODT vẫn cần có dự báo viên khí tượng xác định vị trí tâm bão trước khi sử dụng thuật toán. Tuy nhiên nhược điểm chủ yếu của phương pháp ODT là nó không thể xử lý được các cơn bão yếu. Nhược điểm này sau đó đã được khắc phục bằng phương pháp Dvorak khách quan tiên tiến (AODT). Phương pháp AODT làm việc được với mọi cường độ bão và áp dụng tất cả các luật của phương pháp Dvorak. Những cải tiến tiếp theo của ODT/AODT mang đến nhiều biến thể với các quy luật mới của phương pháp Dvorak. Sau đó, phương pháp ODT/AODT được đổi tên thành phương pháp Dvorak cải tiến (ADT).

Phương pháp Dvorak khách quan có cải tiến *(AODT- Advanced Objective Dvorak Technique).*

Phương pháp AODT là bước cải tiến trực tiếp của phương pháp ODT trên ba phương diện chính: (1) phạm vi ứng dụng được mở rộng, bao gồm việc xử lý áp thấp nhiệt đới và các giai đoạn khác nhau của các cơn bão; (2) áp dụng thêm nhiều thuật toán và quy luật của phương pháp Dvorak cổ điển; (3) tích hợp hệ thống tự động xác định tâm bão.

Để có thể áp dụng phương pháp AODT cho các cơn bão nhỏ và áp thấp nhiệt đới, người ta cần phải sử dụng tới kĩ thuật "nhận dạng mẫu" [5]. Kĩ thuật dải băng cuốn *(curved band- CB)* đưa ra thông tin về cường độ cơn bão dựa trên độ uốn cong của đám mây trên ảnh chụp vệ tinh hồng ngoại (IR). Ngược lại, trong phương pháp DT cổ điển, độ uốn cong của mây được xác định bằng tay dựa trên những cung xoắn ốc 10 độ. Phương pháp này cũng được sử dụng để xác định tâm bão nếu hình chụp không rõ nét. Tuy nhiên, việc xác định theo dải băng cuốn này mang tính chủ quan của người phân tích dự báo khi quan sát ảnh chụp vệ tinh. Mặc dù vậy, phương pháp thuật toán AODT vẫn đưa ra một hệ thống tự động hóa dựa trên phân tích dải băng cuốn của nhiều người dùng khác nhau. Ngoài phương pháp dải băng cuốn CB, các phương pháp khác cũng được tích hợp trong phương pháp AODT, và còn được sử dụng cho đến bây giờ.

Bước cải tiến đáng kể tiếp theo của phương pháp AODT đó chính là đưa ra các định lượng cho hai chỉ số T-number và CI *(Current Intensity)*. Trong đó các giá trị T-number thay đổi cho biết xu hướng mạnh lên hay yếu đi của bão, các giá trị CI *(Current Intensity)* được sử dụng để xác định cường độ hiện tại.

Một ưu điểm nữa của AODT đó chính là loại bỏ bước thủ công xác định tâm bão bằng việc phân tích vị trí tâm bão thông qua các phương pháp xử lý và phân tích ảnh, kĩ thuật định vị tâm xoắn SC *(spiral-centering)* để hiệu chỉnh một tâm giả định ban đầu (lấy từ dự báo hoặc cảnh báo của các trung tâm dự báo bão như JTWC - Hải quân Mỹ hay RMSC của Nhật bản), phương pháp Laplacian được áp dụng đối với trường hợp bão có phát triển một cách hoàn thiện và phương pháp thích hợp vòng FT *(ring-fitting)* [7]. Ngoài ra phương pháp ADT còn có khả năng cập nhật và sử dụng số liệu vệ tinh cực kênh phổ vi sóng *(microwave)* để tăng cường độ chính xác đối với giá trị cường độ và xác định giai đoạn mà cơn bão/xoáy thuận nhiệt đới đang đạt đến.

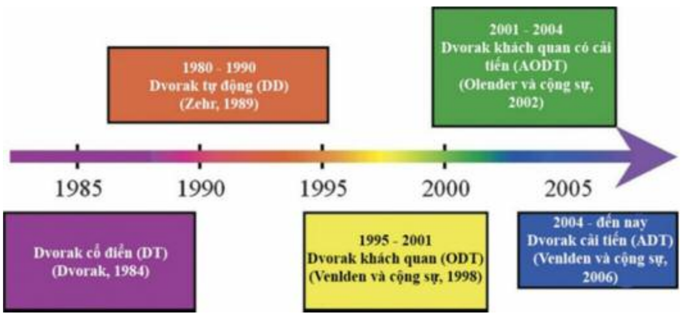
Phương pháp Dvorak cải tiến *(ADT- Advanced Dvorak Technique).*

Sau một thời gian phát triển, các phương pháp từ ODT đến AODT đã dần đi chệch khỏi những kỹ thuật của phương pháp Dvorak cổ điển. Phương pháp ADT [5] kế thừa các nghiên cứu, kỹ thuật mới của ODT và AODT đồng thời quay trở lại thiết lập một số điều chỉnh mới trên cơ sở của phương pháp Dovorak cổ điển. Ngoài ra, ADT được chạy hoàn toàn tự động và được áp dụng cho đến tận ngày nay. Một trong những điều chỉnh mới trong ADT đó chính là việc hiệu chỉnh tâm bão bằng cách ước lượng khí áp mực biển (MSLP) dựa trên sự thay đổi vị trí tâm bão theo quỹ đạo.

Kỹ thuật mới nữa trong ADT đó chính là xây dựng một sơ đồ mới trong việc xác định mẫu mây dạng CDO và Eye sử dụng phương trình hồi quy. Những phương trình này có sử dụng một số tham số cơ bản liên quan tới cường độ bão gồm khu vực xảy ra đối lưu thẳng đứng, kích cỡ vùng mây và sự chênh lệch nhiệt độ giữa mắt bão và khu vực xung quanh. Các kết quả sử dụng phương trình hồi quy được so sánh với số liệu thám sát máy bay cho thấy kết quả được cải thiện rất rõ rệt.

Kỹ thuật mới nhất gần đây được phát triển trong ADT đó chính là việc cung cấp thông tin về bán kính gió mạnh (RMW) trong trường hợp có mắt bão thông qua việc sử dụng thuật toán xác định nhiệt độ đỉnh mây ảnh kênh hồng ngoại (IR) tại bốn góc phần tư của cơn bão để tìm ra khu vực đạt điều kiện về nhiệt độ đỉnh mây so với số liệu thống kê từ máy bay thám sát khí tượng. Hiện nay kỹ thuật này đang được phát triển để áp dụng cho những mẫu mây không có mắt.

Như vậy có thể thấy, việc phát triển của ADT trải qua 5 mốc chính (hình 1), bao gồm: 1) Phương pháp Dvorak cổ điển (DT); 2) Phương pháp Dvorak tự động ước lượng cường độ bão; 3) Phương pháp Dvorak khách quan (ODT); 4) Phương pháp Dvorak khách quan có cải tiến (AODT) và cuối cùng là 5) Phương pháp Dvorak cải tiến (ADT). Các phương pháp sau đều có sự bổ sung, khắc phục những hạn chế của phương pháp trước. Đến phương pháp ADT thì kỹ thuật phân tích bão đã ở tầm vượt trội và hoàn toàn tự động. Thực tế kiểm nghiệm đã cho thấy độ chính xác của phương pháp ADT rất đáng tin cậy [5] và phương pháp này đang được sử dụng rộng rãi trong nghiệp vụ dự báo bão của các Trung tâm khí tượng trên thế giới.



Hình 1. Sơ đồ phát triển của phương pháp Dvorak theo thời gian [8]

3. Phân tích kết quả và thảo luận

3.1. Số liệu quỹ đạo chuẩn và các trường hợp đánh giá

Trong nghiên cứu này có sử dụng số liệu quỹ đạo bão chuẩn của Việt Nam giai đoạn 2010 - 2015. Các cơn bão có gió mạnh nhất từ cấp 8 trở lên sẽ được đánh giá thử nghiệm khả năng phân tích cường độ của phương pháp ADT. Chi tiết danh sách các cơn bão trong giai đoạn 2010 - 2015 được đưa ra trong bảng 1. Các biểu đồ chính được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm biểu đồ phân tán *(scatter plot)* giữa giá trị phân tích của ADT và QĐBC và bổ sung đường hồi quy giữa hai tập giá trị này để đánh giá mức độ tương quan (độ lớn của hệ số độ dốc phương trình hồi quy càng lớn thì giá trị phân tích ADT càng tương quan với QĐBC).

3.2 Kết quả đánh giá phương pháp ADT

3.2.1. Kết quả đánh giá tốc độ gió cực đại và chỉ số khí áp thấp nhất giữa ADT và QĐBC Việt Nam của các dạng mây bão trong ADT

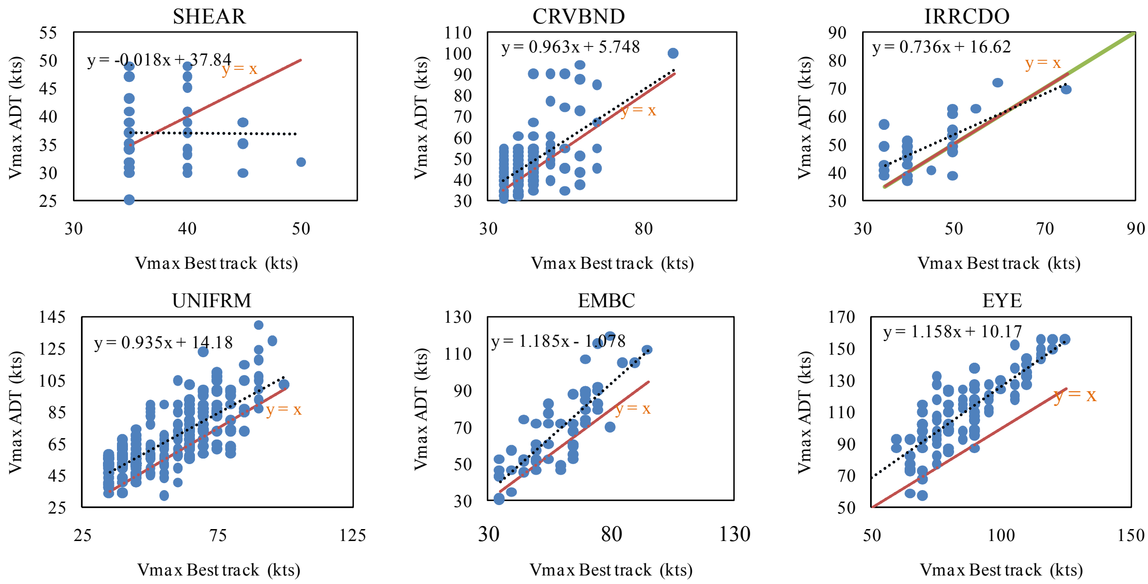
Qua việc phân chia mây bão trong phương pháp ADT thành các dạng mây bão khác nhau, biểu đồ phân tán hình 2 và bảng 2 cho thấy bão càng mạnh sai số tốc độ gió cực đại càng lớn. Hầu hết các trường hợp trung bình giá trị tốc độ gió cực đại trong phương pháp ADT đều đưa ra kết quả lớn hơn so với QĐBC. Riêng với trường hợp các cơn bão dạng lệch tâm (SHEAR) cho kết quả trung bình tốc độ gió cực đại là nhỏ hơn so với QĐBC thực tế khoảng gần 1.5 kts (1 kts ứng với 0.5 m/s). Dạng bão có mắt là dạng cho kết quả sai số tốc động gió cực đại là lớn nhất trong 6 loại mẫu mây, thể hiện bằng đường hồi quy tuyến tính giữa ADT và QĐBC nằm cách xa đường hồi quy ADT = QĐBC nhất và trung bình sai số tốc độ gió cực đại của dạng mắt lớn hơn khoảng 24kts so với QĐBC.

Với dạng băng cuốn (CRVBND) đường hồi quy tuyến tính giữa ADT và QĐBC gần như song song và sát với đường hồi quy ADT bằng QĐBC nhất và giá trị trung bình tốc độ gió cực đại của ADT chỉ lớn hơn QĐBC khoảng 4kts như vậy dạng CRVBND cho kết quả sai số tốc độ gió cực đại là tốt nhất.

Với 3 dạng mây bão: tâm nhúng đĩa mây (EMBC), dạng khối mây dày đặc phủ trên vùng tâm bão có sự thay đổi lớn trong vùng CDO (IR-RCDO) và khối mây đậm đặc bao phủ vùng tâm bão có nhiệt độ đồng đều (UNIFRM) đưa ra kết quả trung bình tốc độ gió cực đại của ADT lớn hơn 5-10kts so với QĐBC.

Bảng 1. Danh sách các cơn bão đánh giá bằng phương pháp ADT trên khu vực Biển Đông giai đoạn 2010 - 2015

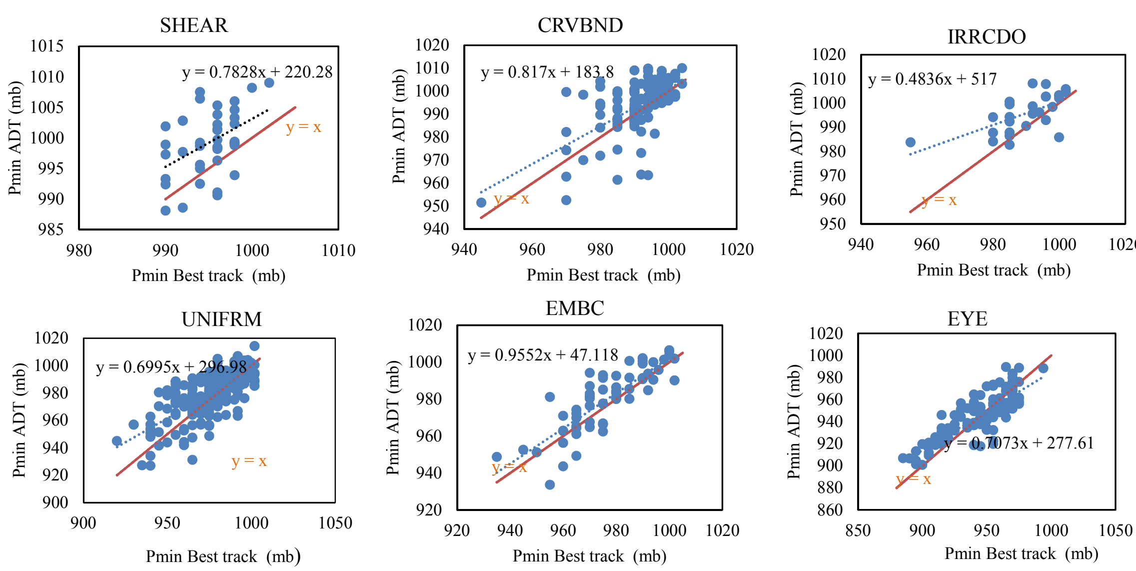
Năm	Tên cơn bão (thứ tự Việt Nam và tên Quốc tế)	Thời gian đánh giá
2010	Bão số 1 - CONSON	20100712-00Z đến 20100717-12Z
	Bão số 2 - CHANTHU	20100719-12Z đến 20100722-00Z
	Bão số 3 - MINDULLE	20100823-00Z đến 20100824-00Z
	Bão số 4 - LIONROCK	20100828-18Z đến 20100902-00Z
	Bão số 8 - MERANTI	20100909-00Z đến 20100909-18Z
	Bão số 6 - MEGI	20101013-12Z đến 20101023-06Z
2011	Bão số 1 - SARIKA	20110609-18Z đến 20110610-18Z
	Bão số 2 - HAIMA	20110621-06Z đến 20110624-06Z
	Bão số 3 - NOCKTEN	20110726-00Z đến 20110730-06Z
	Bão số 4 - HAITANG	20110925-00Z đến 20110926-18Z
	Bão số 5 - NESAT	20110924-00Z đến 20110928-26Z
	Bão số 6 - NALGAE	20110928-00Z đến 20111004-18Z
	Bão số 7 - WASHI	20111215-06Z đến 20111219-00Z
2012	Bão số 1 - PAKHAR	20120329-06Z đến 20120401-00Z
	Bão số 2 - TALIM	20120618-00Z đến 20120620-12Z
	Bão số 4 - VICENTE	20120721-12Z đến 20120723-18Z
	Bão số 5 - KAITAK	20120813-00Z đến 20120817-06Z
	Bão số 6 - TEMBIN	20120819-06Z đến 20120829-18Z
	Bão số 7 - GAEMI	20121001-18Z đến 20121006-06Z
	Bão số 8 - SONTINH	20121024-00Z đến 20121028-18Z
2013	Bão số 2 - BEBINCA	20130621-00Z đến 20130623-06Z
	Bão số 3 - RUMBIA	20130628-12Z đến 20130701-12Z
	Bão số 4 - CIMARON	20130717-00Z đến 20130718-00Z
	Bão số 5 - JEBI	20130731-06Z đến 20130803-00Z
	Bão số 6 - MANGKHUT	20130806-00Z đến 20130807-12Z
	Bão số 7 - UTOR	20130809-18Z đến 20130814-00Z
	Bão số 9 - USAGHI	20130917-00Z đến 20130922-12Z
	Bão số 10 - WUTIP	20130927-06Z đến 20130930-06Z
	Bão số 11 - NARI	20131009-12Z đến 20131014-18Z
	Bão số 12 - KROSA	20131030-06Z đến 20131104-06Z
	Bão số 5 - HAIYAN	20131104-06Z đến 20131110-18Z
2014	Bão số 1 - HAGIBIS	20140614-18Z đến 20140615-06Z
	Bão số 2 - RAMMASUN	20140712-06Z đến 20140718-18Z
	Bão số 3 - KALMAEGI	20140912-06Z đến 20140916-06Z
	Bão số 4 - RAMMASUN	20141128-00Z đến 20141129-12Z
	Bão số 5 - HAGUPIT	20141202-00Z đến 20141211-06Z
2015	Bão số 1 - KAJIRA	20150621-00Z đến 20150623-18Z
	Bão số 2 - LINFA	20150702-12Z đến 20150709-06Z
	Bão số 3 - VAMCO	20150913-18Z đến 20150914-06Z
	Bão số 4 - MUJIGAE	20151001-18Z đến 20151004-06Z
	Bão số 5 - MELOR	20151213-00Z đến 20151216-18Z



Hình 2. Biểu đồ phân tán tốc độ gió cực đại (kts) giữa QĐBC và ADT trong các cơn bão trên Biển Đông có dạng EMBC, EYE, SHEAR, CRVBND, IRRCDO và UNIFRM từ năm 2010 - 2015

Bảng 2. Trung bình tốc độ gió cực đại (kts) của QĐBC và ADT cho từng loại mẫu mây bão trong các cơn bão trên biển Đông từ năm 2010 - 2015

Loại mẫu mây / **Trung bình tốc độ gió cực đại (kts)**	**SHEAR**	**CRVBND**	**IRRCDO**	**UNIFRM**	**EMBC**	**EYE**
QĐBC	38.6	42.7	44.6	56.9	59.6	87
ADT	37.1	46.8	49.4	67.4	69.5	111
Chênh lệch ADT - QĐBC	-1.5	4.1	4.8	10.5	9.9	24



Hình 3. Tương tự hình 2 nhưng cho trị số khí áp nhỏ nhất

Bảng 3. Trung bình trị số khí áp thấp nhất (mb) của QĐBC và ADT cho từng loại mẫu mây bão trong các cơn bão trên biển Đông từ năm 2010 - 2015

Loại mẫu mây / Trung bình trị số khí áp thấp nhất (mb):	SHEAR	CRVBND	IRRCDO	UNIFRM	EMBC	EYE
QĐBC	995.1	991.8	990	978.7	976.7	943.1
ADT	999.2	994.4	993.1	981.6	980	946.6
Chênh lệch ADT - QĐBC	4.1	2.6	3.1	2.9	3.3	3.5

Hình 3 và bảng 3 cho thấy các dạng mây bão đều đưa ra kết quả trung bình trị số khí áp thấp nhất của ADT lớn hơn so với QĐBC, và chênh lệch giá trị trung bình này đều không lớn, phổ biến dưới 4mb. Trường hợp các cơn bão dạng SHEAR và mắt *(EYE)* cho kết quả sai số trị số khí áp thấp nhất là lớn nhất. Trong các dạng mây bão còn lại *(CRVBND, IRRCDO, EMBC và UNIFRM)*, trị số khí áp thấp nhất càng nhỏ thì sai số càng lớn.

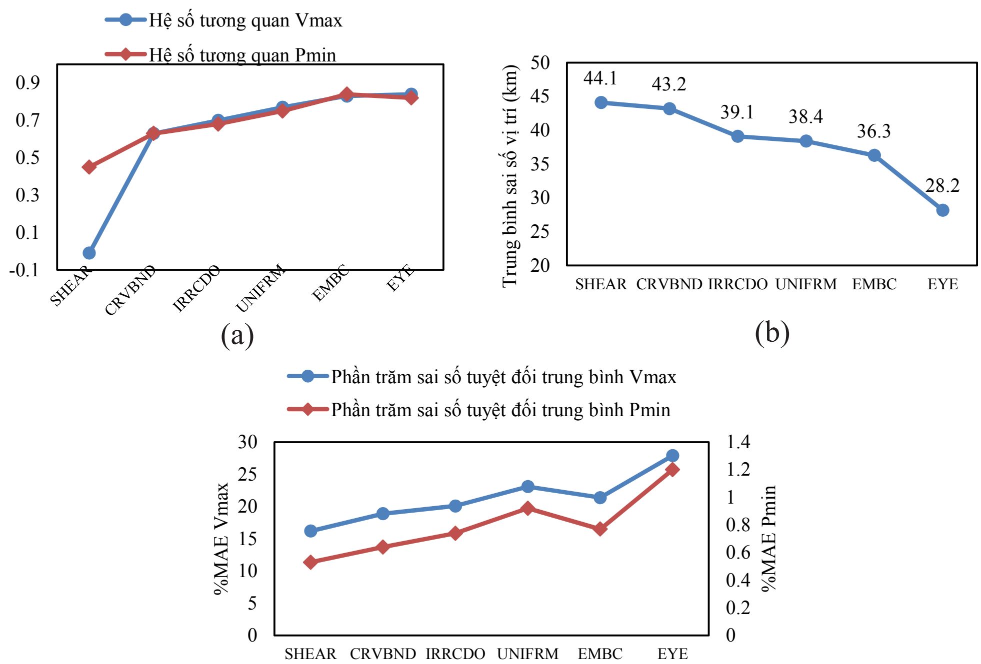
Bảng 4. Các chỉ số đánh giá tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất cho từng loại mẫu mây bão của ADT và QĐBC trong các cơn bão trên Biển Đông từ năm 2010 - 2015

Loại mẫu mây / Các chỉ số đánh giá	SHEAR	CRVBND	IRRCDO	UNIFRM	EMBC	EYE
Số trường hợp	40	136	26	261	61	108
Hệ số tương quan của tốc độ gió cực đại (Vmax)	-0.01	0.63	0.7	0.77	0.83	0.84
Hệ số tương quan của trị số khí áp thấp nhất (Pmin)	0.45	0.63	0.68	0.75	0.84	0.82
Phần trăm sai số tuyệt đối trung bình tốc độ gió cực đại so với trung bình quan trắc	16.2	18.9	20.1	23.1	21.4	27.9
Phần trăm sai số tuyệt đối trung bình trị số khí áp thấp nhất với trung bình quan trắc	0.53	0.64	0.74	0.92	0.77	1.2
Trung bình sai số vị trí (km)	44.1	43.2	39.1	38.4	36.3	28.2

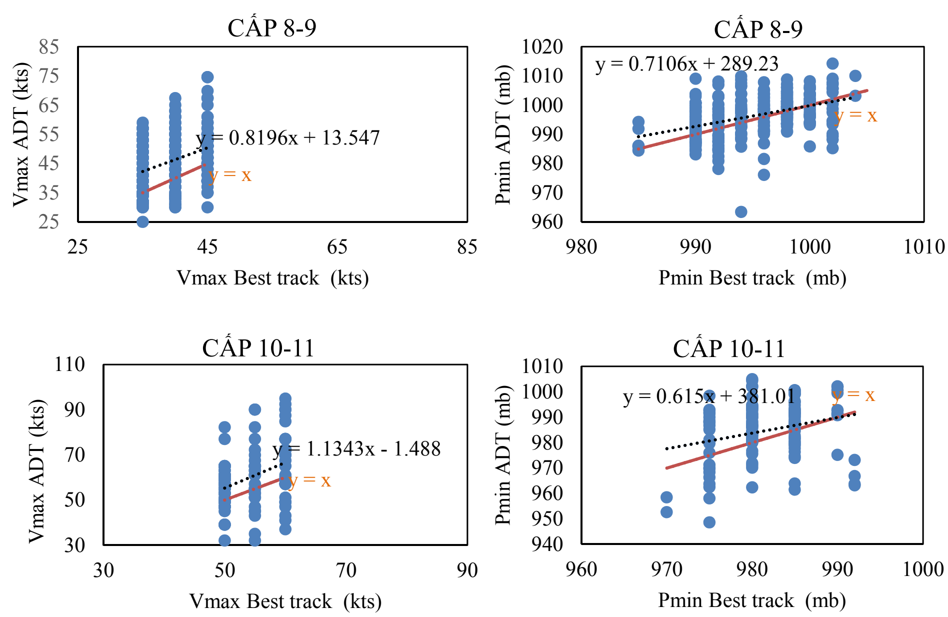
Qua bảng 4 và hình 4 thấy rằng trường hợp mây bão dạng SHEAR có hệ số tương quan tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất là nhỏ nhất. Hệ số tương quan trong trường hợp tốc độ gió cược đại là rất thấp bằng -0.01. Còn các trường hợp mây bão khác cho hệ số tương quan là tương đối cao và hệ số tương quan giữa tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất của mỗi dạng mây bão cho giá trị khá trùng nhau. Hai hệ số tương quan này có giá trị cao nhất là trường hợp dạng EMBC và EYE dao động trong khoảng 0.82 - 0.84. Hình 4 cho thấy trung bình sai số vị trí tâm bão càng lớn thì hệ số tương quan càng nhỏ, với trường hợp bão có mắt có giá trị trung bình sai số vị trí là nhỏ nhất thì hệ số tương quan tốc độ gió cực đại giữa ADT và QĐBC là tốt nhất trong các loại mây bão. Phần trăm sai số tuyệt đối trung bình (Hình 4b) của Vmax và Pmin cho thấy với những cơn bão càng mạnh thì sai số tuyệt đối trung bình càng lớn, nhất là với những trường hợp bão có mắt.

3.2.2 Kết quả đánh giá tương quan của tốc độ gió cực đại và chỉ số khí áp thấp nhất giữa ADT và QĐBC Việt Nam theo cấp bão

Bằng cách phân chia cấp bão ra làm 3 trường hợp: bão cấp 8 - 9, bão mạnh cấp 10 - 11 và bão rất mạnh có cấp ≥12 qua biểu đồ phân tán hình 5 và bảng 5, 6 thì đường hồi quy tuyến tính giá trị tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất (mb) trong phương pháp ADT so với QĐBC đều nằm trên đường hồi quy QĐBC bằng ADT như vậy ADT trong cách phân chia này ADT tiếp tục đưa ra kết quả lớn hơn so với QĐBC. Với trường hợp bão mạnh từ cấp 8 - 11 kết quả tốc độ gió cực đại đưa ra là khá tốt so với hai trường hợp bão rất mạnh (cấp ≥12), giá trị trung bình tốc độ gió cực đại của ADT lớn hơn khoảng 6kts so với QĐBC. Kết quả chênh lệch trung bình trị số khí áp trong các phân chia cấp bão vẫn cho kết quả tốt hơn so với trị số khí áp thấp nhất với giá trị chênh lệch trung bình đều dưới 4mb và bão càng mạnh chênh lệch trung bình trị số khí áp thấp nhất giữa ADT và QĐBC càng tăng.



Hình 4. (a) hệ số tương quan tốc độ gió cực đại (km) và trị số khí áp thấp nhất (mb); (b) trung bình sai số vị trí giữa QĐBC và ADT của các loại mây bão; (c) phần trăm sai số tuyệt đối trung bình tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất giữa QĐBC và ADT của các loại mây bão trong các cơn bão trên Biển Đông từ năm 2010 - 2015



Hình 5. Biểu đồ phân tán tốc độ gió cực đại (kts) và trị số khí áp thấp nhất (mb) giữa QĐBC và ADT theo cấp bão của các cơn bão trên Biển Đông từ năm 2010 - 2015

Bảng 5. Trung bình tốc độ gió cực đại (kts) theo các cấp bão trong các cơn bão trên Biển Đông từ năm 2010 - 2015

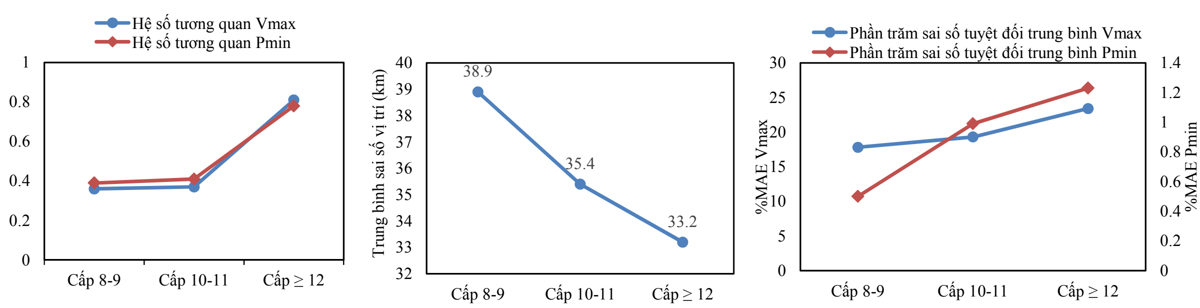
Phân cấp bão / Trung bình tốc độ gió cực đại (kts)	Cấp 8-9	Cấp 10-11	Cấp ≥ 12
QĐBC	39.4	54.4	80.2
ADT	45.9	60.2	96.3
Chênh lệch ADT - QĐBC	6.5	5.8	16.1

Bảng 6. Trung bình trị số khí áp thấp nhất (mb) theo các cấp bão trong các cơn bão trên Biển Đông từ năm 2010 - 2015

Phân cấp bão / Trung bình trị số khí áp thấp nhất (mb)	Cấp 8-9	Cấp 10-11	Cấp ≥ 12
QĐBC	995.1	981.8	953
ADT	998.3	984.8	956.7
Chênh lệch ADT - QĐBC	3.2	3	3.7

Bảng 7. Các chỉ số đánh giá tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất theo cấp bão của QĐBC và ADT trong các cơn bão trên Biển Đông từ năm 2010 - 2015

Phân cấp bão / Các chỉ số đánh giá	Cấp 8-9	Cấp 10-11	Cấp ≥ 12
Số trường hợp xảy ra	272	122	238
Hệ số tương quan của tốc độ gió cực đại (Vmax)	0.36	0.37	0.81
Hệ số tương quan của trị số khí áp thấp nhất (Pmin)	0.39	0.41	0.78
Phần trăm sai số tuyệt đối trung bình tốc độ gió cực đại	17.8	19.3	23.4
Phần trăm sai số tuyệt đối trung bình trị số khí áp thấp nhất	0.5	0.99	1.23
Trung bình sai số vị trí (km)	38.9	35.4	33.2



Hình 6. Hệ số tương quan tốc độ gió cực đại (kts) và trị số khí áp thấp nhất (mb), Trung bình sai số vị trí giữa QĐBC và ADT theo cấp bão và Phần trăm sai số tuyệt đối trung bình tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất giữa QĐBC và ADT theo cấp bão trong các cơn bão trên Biển Đông từ năm 2010 - 2015

Các giá trị đưa ra giống với trường hợp phân cấp theo dạng mây bão cho thấy bão càng mạnh thì trung bình sai số vị trí càng nhỏ và hệ số tương quan giữa tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất càng lớn, phần trăm sai số tuyệt đối trung bình của tốc độ gió cực đại càng lớn.

4. Kết luận

Các kết quả đánh giá chi tiết đối với các cơn bão trên Biển Đông giai đoạn 2010 - 2015 bước đầu cho thấy khi bão có cường độ càng lớn thì sai số phân tích vị trí giữa ADT và QĐBC càng thấp. Việc đánh giá cường độ bão qua trị số khí áp thấp nhất và tốc độ gió cực đại thấy rằng sai số trị số khí áp thấp nhất tốt hơn so với giá trị tốc độ gió cực đại mà ADT đưa ra so với QĐBC. Sai số của trị số khí áp thấp nhất của ADT so với QĐBC là không nhiều và phổ biến dưới 4mb. Bão càng mạnh sai số tốc độ gió cực đại và trị số khí áp thấp nhất của ADT so với QĐBC càng lớn, nhất là trường hợp bão có cường độ rất mạnh (≥ cấp 12) hay mây bão có dạng mắt (EYE). Ngoài ra cần lưu ý do sự khác biệt về phân loại mẫu dạng mây trong ADT so với phương pháp Dvorak cổ điển nên khi áp dụng trong nghiệp vụ cần thiết nghiên cứu xây dựng các dạng bảng quy đổi mẫu dạng mây của phương pháp Drorak cổ điển và ADT. Từ những kết quả đánh giá bước đầu cùng các đặc tính ưu việt của việc cung cấp phân tích tự động từ phương pháp ADT và sự thay thế hoàn toàn thế hệ vệ tinh MTSAT (30 phút một ảnh) sang thế hệ vệ tinh Himawari (10 phút một ảnh), việc áp dụng hệ thống ADT trong nghiệp vụ sẽ cho phép các dự báo viên có những phân tích cường độ kịp thời nhất.

Lời cảm ơn: *Nghiên cứu được hoàn thành dựa trên sự hỗ trợ từ Đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Bộ "Nghiên cứu ứng dụng hệ thống phân tích vị trí và cường độ bão bằng phương pháp Dvorak cải tiến trong dự báo bão tại Việt Nam" mã số TNMT.2016.05.06.*

Tài liệu tham khảo

1. Dvorak, V.F., (1973), *A technique the Analysis and forecasting of tropical cyclone intensities from satellite pictures*. NOAA Tech. Memo. NESS 45, 19pp

2. Dvorak, V.F., (1975), *Tropical cyclone intensity analysis and forecasting from satellite imagery*. Mon. Wea. Rev., 103, 420-430.

3. Dvorak, V.F., (1984), *Tropical cyclone intensity analysis using satellite data*. NOAA Tech. Report NESDIS 11. Available from NOAA/NESDIS, 5200 Auth Rd., Washington DC, 20233, 47pp.

4. Kossin, J. P., and C. S. Velden, (2004), *A pronounced bias in tropical cyclone minimum sea level pressure estimation based on the Dvorak technique*. Mon. Wea. Rev., 132, 165-173

5. Olander, T., and C.S Velden, (2007), *The advanced Dvorak Technique (ADT)-continued development of an objective scheme to estimate TC intensity using geostationary IR satellite imagery.* Wea. Forecasting, 22, 287-298.

6. Velden, C.S., T.Olander, and Zehr, (1998), *Development of an objective scheme to estimate tropical cyclone intensity from digital geostationary satellite imagery*. Wea.Forecasting, 13,172-186.

7. Wimmers, A., and C. S. Velden, (2004), *Satellite-based center-fixing of TCs: New automated approaches". 26th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology*, Miami, FL, American Meteorology Society, pp. 82-83.

8. Zehr, R., (1989), *Improving objective satellite estimates of tropical cyclone intensity*. 18th Conf. on Hurricanes and Trop. Meteor., San Diego, CA., Amer. Meteor. Soc., J25-J28.

ASSESSEMENT OF THE VALIDATION OF THE ADVANCED DVORAK TECHNIQUE (ADT) APPLIED ON SOUTH CHINA SEA

Nguyen Huu Thanh[1], Tran Quang Nang[1], Du Duc Tien[1], Pham Phuong Dung[1], Pham Thi Thanh Nga[2]

[1]National center of hydro-meteorological forecasting

[2]Vietnam National Space Center, Vietnam Academy of Science and Technology

Abstract: *The research reviews the results when using Advance Dvorak Technique (ADT) for tropical cyclone (TC) intensity analysis and validates its application for the South China sea from 2010 to 2015 using Japanese MTSAT satellite data and Vietnamese best-track data. The validation includes intensity estimation and cloud clasification capabilities of ADT. Some early results show that the ADT performed well at position which has strong TCs. The ADT can provide good results in many cases which the intensity of TCs change siginificantly (stronger or weaker).*

Keyword: *Dvorak Technique, Tropical cyclone intensity analysis, Advance Dvorak Technique*