

CẢNH BÁO DÔNG, SÉT, TỐ, LỐC, MƯA ĐÁ BẰNG CÔNG NGHỆ RA ĐA TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH NGHỆ AN

■ Phạm Thị Trà My

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Bắc Trung Bộ

Hàng năm vào các thời kỳ giao mùa giữa mùa đông và mùa hè, những ngày nắng nóng thường xảy ra các trận dông, tố, lốc và mưa đá. Theo thống kê của Đài Khí tượng Thủy văn (KTTV) khu vực Bắc Trung Bộ, trên khu vực quản lý có 10-20 trận tố lốc, mưa đá xảy ra mỗi năm. Đặc điểm của tố lốc, mưa đá là xuất hiện nhanh, trên diện hẹp, nhưng có sức tàn phá đáng kể. Theo Ban Chỉ huy phòng chống thiên tai tỉnh Nghệ An, trong 10 năm trở lại đây (từ năm 2010-2021), dông, sét, tố, lốc, mưa đá đã làm 42 người chết và gây thiệt hại hàng chục tỷ đồng.

Nâng cao khả năng nhận biết mưa dông có ý nghĩa quan trọng đối với công tác dự báo, cảnh báo sớm và giảm thiểu rủi ro, thiệt hại do thiên tai gây ra. Bên cạnh vệ tinh khí tượng và thiết bị định vị sét, ra đa thời tiết hiện đại với độ phân giải cao là phương tiện hữu ích để phát hiện, cảnh báo dông theo thời gian thực hiệu quả.

1. Mở đầu

Đài KTTV khu vực Bắc Trung Bộ đã và đang sử dụng, khai thác Ra đa thời tiết JMA - 272 cho việc phát hiện, theo dõi các hiện tượng thời tiết nguy hiểm quy mô nhỏ từ vài km vuông, tồn tại chỉ vài chục phút (dông, tố, lốc, mưa đá...) đến quy mô lớn hàng ngàn km vuông (các cơn bão mạnh, siêu mạnh, mưa diện rộng...) tồn tại nhiều giờ liên tục. Ra đa quét giám sát 24/24h phát hiện và cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm phục vụ dự báo thời tiết hạn ngắn và cực ngắn cho 3 tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An và Hà Tĩnh. Bài báo này giới thiệu sử dụng công nghệ ra đa để cảnh báo dông, tố, lốc, mưa đá trên khu vực Bắc Trung Bộ nói chung và tỉnh Nghệ An nói riêng.

2. Giới thiệu về Ra đa thời tiết Vinh

Ra đa thời tiết Vinh JMA 272 - thuộc dự án ODA của Nhật Bản nhằm tăng cường năng lực đối phó thiên tai do biến đổi khí hậu gây ra. Trạm đặt trên núi Dũng Quyết, độ cao so với mực nước biển là 99m (Hình 1). Mục đích cụ thể là xây dựng và đồng bộ Trạm Ra đa khí tượng Vinh hiện đại, hoạt động ổn định và chính xác để nâng cao năng lực cảnh báo khí tượng bất thường cho địa phương và khu vực Bắc Trung Bộ. Ra đa JMA-272 duy trì ở một chế độ quét khối là tổng hợp của hai trình quét như sau: Thực hiện trình quét cường độ phản hồi vô tuyến (PHVT) ở 3 góc nâng đầu $\alpha_1=0.0^\circ$; $\alpha_2=1.0^\circ$; $\alpha_3=1.5^\circ$ với bán kính quét $R=400\text{km}$, độ rộng xung: $\mu=2\mu\text{s}$; sử dụng PRF=300Hz; tốc độ quét $9^\circ/\text{s}$. Thực hiện trình quét Doppler ở 10 góc nâng tiếp theo: $\alpha_4=0.0^\circ$; $\alpha_5=0.5^\circ$; $\alpha_6=1.0^\circ$; $\alpha_7=1.5^\circ$; $\alpha_8=2.0^\circ$; $\alpha_9=3.0^\circ$; $\alpha_{10}=4.0^\circ$; $\alpha_{11}=6.0^\circ$; $\alpha_{12}=9.0^\circ$; $\alpha_{13}=12.0^\circ$. Bán Kính quét $R=200\text{km}$; độ rộng xung $\mu=1\mu\text{s}$; sử dụng hai tần số

HOẠT ĐỘNG KH-CN

lặp xung $PRF1=67\text{Hz}$; tốc độ quét $9^\circ/\text{s}$.

Radar JMA-272 tạo những sản phẩm: PPI intensity (Z, R); PPI Doppler (Z, R, V, W); RHI intensity (Z, R); RHI doppler (Z, R, V, W); RTI intensity (Z, R); RTI doppler (Z, R, V, W); CAPPI Z (1-15 km); CAPPI R (1-15km); Maximum (Z, R); Echo Top (Z, R); Echo Bottom (Z, R); VIL; SurfaceR; Accumulated R (1-24h); VAD; Wind Shear (4-200km); Thickness (Z, R); CAPPI 3D (Z, R); PPI intensity (Z, R) (samle El); PPI Doppler (Z, R, V, W) (samle El)...

Với bán kính hoạt động 400km, khi trên khu vực xuất hiện các đám mây, ảnh mây sẽ hiển thị trên màn hình với độ phản hồi vô tuyến khác nhau. Căn cứ vào độ phản hồi và hình dạng của đám mây, các dự báo viên sẽ nhận biết, cảnh báo, dự báo kịp thời và sát đúng các hiện tượng thời tiết nguy hiểm.

3. Cách xác định ngưỡng xuất hiện dông

a. Nguyên lý nhận biết hiện tượng dông bằng PHVT: Hiện tượng dông chỉ xảy ra trong mây đối lưu khi mây phát triển đến một mức độ nào đó để có thể xảy ra được quá trình tích điện của các hạt và phân chia các vùng hạt có điện tích trái dấu trong mây. Muốn vậy phải có độ cao lớn để có thể xuất hiện các hạt dưới dạng tinh thể băng và các hạt này phải đủ lớn để có được sự va chạm làm xuất hiện các điện tích trái dấu trên hạt.

Nguyên lý nhận biết dông bằng PHVT là thiết lập mối quan hệ giữa đặc trưng của PHVT với xác suất xuất hiện hiện tượng dông trong mây đối lưu. Đặc trưng này có thể là độ PHVT Z hay độ cao đỉnh PHVT Hmax hoặc cả hai đặc trưng đó. Mối quan hệ đó thường được thiết lập dưới dạng hàm số $P_{\text{dông}} = F(Z, H_{\text{max}})$. Muốn xuất hiện dông thì giá trị Zmax và Hmax phải đủ lớn đạt đến một ngưỡng giá



Hình 1: Trạm Ra đa thời tiết Vinh

trị nào đó. Giá trị ngưỡng này có thể thay đổi theo vị trí địa lý và phải được xây dựng trên cơ sở số liệu đồng bộ giữa trạm ra đa và các trạm khí tượng bề mặt trong khu vực phủ sóng của trạm ra đa thời tiết.

b. Chỉ tiêu xác định hiện tượng dông bằng PHVT: Chỉ tiêu xác định hiện tượng dông là giá trị ngưỡng của một tham số nào đó để căn cứ vào đó mà kết luận có dông hay không. Do ra đa Vinh JMA-272 đang có thời gian hoạt động tương đối ngắn, chưa xác định được chỉ tiêu địa phương, ngưỡng riêng nên một số chỉ tiêu được tham khảo từ các nghiên cứu và ứng dụng trước đó.

- Chỉ tiêu đơn trị: Chỉ sử dụng một đặc trưng Hmax hoặc Zmax. Các chỉ tiêu này thường có độ chính xác không cao.

- Chỉ tiêu tổng hợp: Thường được xây dựng trên cơ sở 2 hay nhiều đặc trưng. Dựa vào số liệu ra đa MRL-5 không số hóa tại Phù Liễn, Trần Duy Sơn và các cộng sự đã dùng Hmax (độ cao đỉnh PHVT) và Z3 để xây dựng sẵn đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa xác suất hình thành dông $P(\%)$ với đại lượng $Y=H_{\text{max}}\log Z3$ (Bảng 1).

Bảng 1. Chỉ tiêu nhận biết dông qua Y

TT	Giá Trị Y	Xác suất có dông (%)
1	$300 < Y < 400$	60-70
2	$400 < Y < 600$	70-90
3	$600 < Y < 650$	90-100

Một loại chỉ tiêu khác (thuận lợi cho ra đa TRS-2730) đo ở góc $0,4^0-0,6^0$ được thể hiện qua Bảng 2.

Bảng 2. Khả năng có dông theo độ PHVT

TT	Độ PHVT	Khả năng có dông (%)
1	10	20
2	20	30
3	30	50
4	40	70
5	45	75
6	50	85
7	55	90
8	60	100

c. Một số dấu hiệu PHVT của vùng lốc

- Dạng gấp khúc của PHVT đường tố.

- PHVT của những đám mây dông lớn có dạng hình móc câu.

- Dạng có lỗ hồng được bao bọc bằng vùng PHVT mạnh khép kín.

d. Một số dấu hiệu PHVT mây có khả năng gây mưa đá

* Trên mặt cắt ngang (PPI):

- Đám PHVT với $Z_{max} \geq 40dB$, tồn tại độc lập và di chuyển nhanh ($V \geq 30km$) theo một hướng ổn định.

- Dải PHVT mây có lốc với độ phản hồi lớn ($Z \geq 40dBZ$) di chuyển theo một hướng cố định liên quan đến hoạt động Fron lạnh hay đới gió Tây thể hiện rõ trên PPI hoặc CAPPI.

- Có sự hội tụ của các dải PHVT với cường độ mạnh.

* Trên mặt cắt thẳng đứng (RHI):

- Dạng ngón tay: Vùng PHVT mạnh có dạng các ngón tay xòe ra từ một bàn tay.

- Vùng PHVT mạnh lơ lửng, bị uốn cong về một phía hoặc nhô cao.

- Dạng có vùng PHVT yếu nằm phía dưới vùng PHVT mạnh.

4. Kết quả cảnh báo dông của Ra đa thời tiết JMA -272

4.1. Trận mưa đá, lốc xoáy xảy ra vào ngày 5/4/2018 tại các xã giáp ranh của hai huyện Kỳ Sơn và Tương Dương (Nghệ An)

Xu thế: Chiều ngày 5/4/2018, rãnh áp thấp nối với vùng áp thấp phía Tây có trục ở khoảng 25-26 độ vĩ Bắc tiếp tục bị nén và đẩy xuống phía Nam bởi áp cao lạnh lục địa ở phía Bắc với hoạt động của front lạnh lúc 13h có vị trí ở khoảng 290 N-1180 E, 270 N-1150 E, 25.80 N-1130 E, 26.50 N-1100 E, 28.00 N-1080 E. Vùng hội tụ gió trên khu vực phía Tây Bắc Bộ suy yếu. Đêm 5/4/2018, các tỉnh miền Bắc chịu ảnh hưởng của rãnh áp thấp phân tích trên; từ gần sáng và ngày mai chịu ảnh hưởng của lưỡi áp cao lạnh lục địa; áp giảm, sau tăng; độ ẩm tăng dần. Các tỉnh miền Nam nằm ở rìa phía Tây Nam của lưỡi áp cao lạnh lục địa phân tích trên; áp và độ ẩm thay đổi ít.

Vào khoảng 15h30 ngày 5/4/2018 xảy ra trận mưa đá, lốc xoáy. Mưa đá diễn ra diện rộng từ xã Chiêu Lưu (huyện Kỳ Sơn) qua địa bàn Cửa Rào, Xá Lượng đến thị trấn Hòa Bình (huyện Tương Dương). Thời gian diễn ra mưa đá và lốc xoáy trong khoảng 40 phút. Trên số liệu ra đa Vinh lúc 14h57, khu vực phía tây Nghệ An giáp với biên giới Việt - Lào phát hiện vùng PHVT có cường độ mạnh đang có xu hướng phát triển di chuyển theo hướng Đông Nam ($Z_{max} > 50dBZ$).

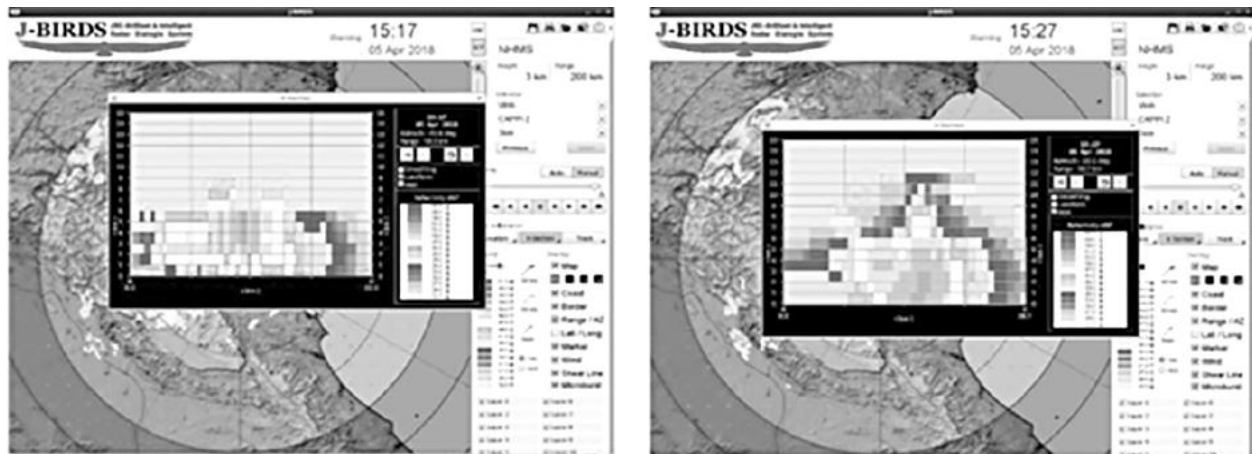
Đến 15h17, vùng PHVT này tiếp tục phát triển và di chuyển vào huyện Kỳ Sơn với vận tốc khoảng 20km/h ($Z_{max} = 58dBZ$), tại thời điểm này, vùng phản hồi có dạng hình móc câu gắn vào một đám PHVT lớn, mặt khác trên ảnh cắt thẳng đứng độ PHVT cực đại ở độ cao khoảng 6-7km và $Z_{max} > 48dBZ$, đỉnh phản hồi vô tuyến có nhiều nhánh,

HOẠT ĐỘNG KH-CN

phát triển đến độ cao trên 9km và đang có xu hướng mạnh thêm. Nhận định các vùng PHVT này có khả năng gây mưa dông, tố lốc, mưa đá cho khu vực nêu trên và các khu vực trên hướng di chuyển.

Đến 15h27, vùng PHVT di chuyển đến khu vực từ xã Chiêu Lưu (huyện Kỳ Sơn)

gây dông lốc và mưa đá tại đây. Sau đó tiếp tục di chuyển qua địa bàn Cửa Rào, Xá Lượng đến thị trấn Hòa Bình (huyện Tương Dương) gây ra dông lốc và mưa đá cho khu vực này. Đến 16h, vùng PHVT đã có dấu hiệu suy giảm nhưng vẫn gây mưa lớn và gió mạnh cho các khu vực theo hướng di chuyển của nó.



Hình 2. Mặt cắt thẳng đứng qua đám mây dông ngày 5/4/2018

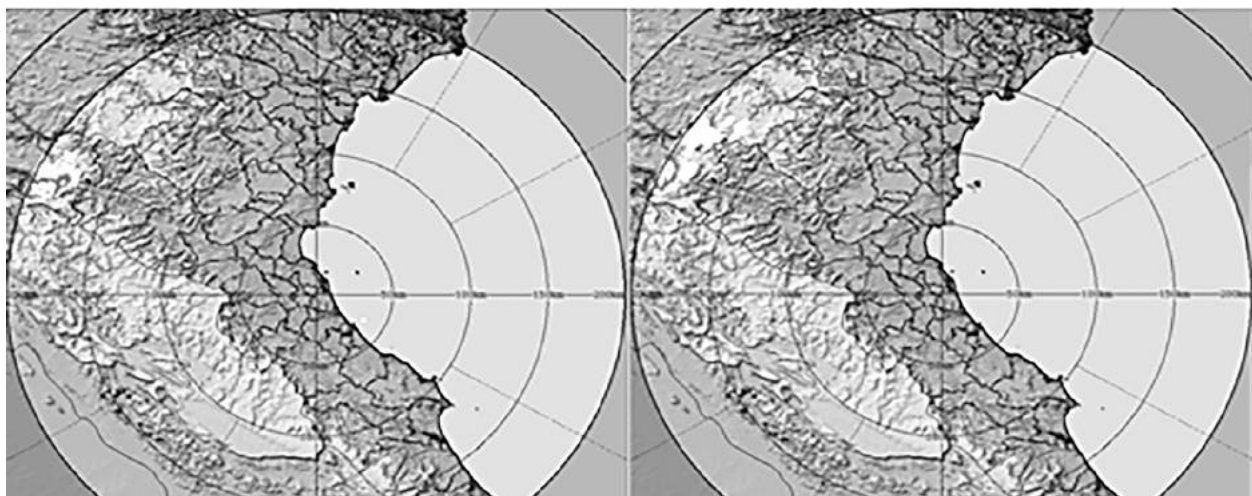
4.2. Trận mưa đá, lốc xoáy xảy ra vào ngày 06/4/2019 trên địa bàn xã Na Ngoi, huyện Kỳ Sơn

Xu thế: Do ảnh hưởng của rãnh thấp có trục 24-27 vĩ độ Bắc nối với vùng áp thấp phía Tây có xu hướng mở rộng về phía Đông Nam, áp tăng; độ ẩm giảm dần.

Vào khoảng 14h40 ngày 6/4/2019 xảy ra dông mạnh kèm mưa đá và lốc xoáy. Mưa đá

diễn ra tại xã Na Ngoi (huyện Kỳ Sơn). Thời gian diễn ra mưa đá và lốc xoáy trong khoảng 40 phút.

Trên số liệu ra đa Vinh lúc 14h17, khu vực phía Tây Nghệ An giáp với biên giới Việt - Lào phát hiện vùng PHVT có cường độ mạnh đang có xu hướng phát triển di chuyển theo hướng Đông Nam ($Z_{max} > 50dBz$). Đến 14h40, vùng PHVT này tiếp tục phát triển và di chuyển vào huyện Kỳ Sơn với vận tốc khoảng 10km/h ($Z_{max} = 54dBZ$).



Hình 3. Diễn biến trường phản hồi vô tuyến mây trên ra đa Vinh chiều ngày 6/4/2019

tại thời điểm này, vùng phản hồi có dạng hình móc câu gắn vào một đám PHVT lớn, mặt khác trên ảnh cắt thẳng đứng độ PHVT cực đại ở độ cao khoảng 6-7km và $Z_{max} > 48\text{dBz}$, đỉnh phản hồi vô tuyến có nhiều nhánh, phát triển đến độ cao trên 9km và đang có xu hướng mạnh thêm. Nhận định các vùng PHVT này có khả năng gây mưa dông, tố lốc, mưa đá cho khu vực nêu trên và các khu vực trên hướng di chuyển.

Đến 14h40, vùng PHVT di chuyển đến khu vực từ xã Na Ngòi (huyện Kỳ Sơn) gây dông lốc và mưa đá tại đây. Đến 17h, vùng PHVT đã có dấu hiệu suy giảm nhưng vẫn gây mưa rào và gió mạnh cho các khu vực theo hướng di chuyển của nó.

4.3. Trận mưa đá, lốc xoáy xảy ra vào ngày 21/4/2020 trên địa bàn xã của huyện Kỳ Sơn, Tương Dương

Xu thế: Chiều ngày 21/4/2020, rãnh áp thấp nối với vùng áp thấp phía Tây có trục ở khoảng 25-26 độ vĩ Bắc tiếp tục bị nén và đẩy xuống phía Nam bởi áp cao lạnh lục địa ở phía Bắc.

Vào khoảng 15h00 ngày 21/4/2020, xảy ra trận mưa đá, lốc xoáy. Mưa đá diễn ra diện rộng từ Thị trấn Mường Xén, các xã Hữu Kiệm, Hữu Lập, Phà Đánh và Tà Cạ huyện Kỳ Sơn qua địa bàn Cửa Rào, Xá Lượng đến thị trấn Hòa Bình (huyện Tương Dương). Thời gian diễn ra mưa đá và lốc xoáy trong khoảng 40 phút. Trên số liệu ra đa Vinh lúc 15h47, khu vực phía Tây Nghệ An giáp với biên giới Việt - Lào phát hiện vùng PHVT có cường độ mạnh đang có xu hướng phát triển di chuyển theo hướng Đông Nam ($Z_{max} > 50\text{dBz}$).

Đến 15h47, vùng PHVT này tiếp tục phát triển và di chuyển vào huyện Kỳ Sơn với vận tốc khoảng 20km/h ($Z_{max} = 58\text{dBz}$). Tại thời điểm này, vùng phản hồi có dạng hình móc câu gắn vào một đám PHVT lớn, mặt khác trên ảnh cắt thẳng đứng độ PHVT cực đại ở độ cao khoảng 6-7km và $Z_{max} > 48\text{dBz}$, đỉnh

phản hồi vô tuyến có nhiều nhánh, phát triển đến độ cao trên 9km và đang có xu hướng mạnh thêm. Nhận định các vùng PHVT này có khả năng gây mưa dông, tố lốc, mưa đá cho khu vực nêu trên và các khu vực trên hướng di chuyển.

Đến 16h37, vùng PHVT di chuyển đến khu vực từ xã Chiêu Lưu (huyện Kỳ Sơn) gây dông lốc và mưa đá tại đây. Sau đó tiếp tục di chuyển qua địa bàn Cửa Rào, Yên Na, Xá Lượng, Tam Thái và xã Lượng Minh, huyện Tương Dương gây dông lốc và mưa đá cho khu vực này. Đến 17h, vùng PHVT đã có dấu hiệu suy giảm nhưng vẫn gây mưa lớn và gió mạnh cho các khu vực theo hướng di chuyển của nó.

5. Kết luận

Dưới tác động của biến đổi khí hậu, các hiện tượng KTTV nguy hiểm có xu hướng gia tăng cả về tần suất và cường độ, trong đó có các hiện tượng dông, tố, lốc, mưa đá. Mặc dù đây là các hiện tượng xảy ra trên diện hẹp nhưng đã gây ra những thiệt hại khá lớn trên khu vực Bắc Trung Bộ. Ra đa là công cụ có hiệu quả trong việc cảnh báo dông, tố, lốc, mưa đá trên cơ sở độ PHVT. Đài KTTV khu vực Bắc Trung Bộ đã sử dụng công nghệ này để cảnh báo các hiện tượng đó để góp phần giảm thiểu thiệt hại gây ra trên khu vực./.

Tài liệu tham khảo:

1. Wang,X.; Liao,R.; Li,J.; He,J.; Wang,G.; Xu,Z.; Wang,H. *Thunderstorm identification algorithm research based on simulated airborne weather radar reflectivity data*.J.Wirel. Commun. Networking 2020. 37. <https://doi.org/10.1186/s13638-020-1651-6>.
2. Uman, M.A, *The Lightning Discharge*, Dover Publications, Inc. Mineola, New York, 1987.
3. Hoàng Thị Thu Hương, *Sử dụng sản phẩm Radar thời tiết JMA-272 cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm*, Tạp chí KTTV, số 7/2018.
4. Trần Duy Sơn (2009), *Nghiên cứu xây dựng quy trình phát hiện theo dõi các hiện tượng thời tiết nguy hiểm tố lốc mưa lớn cục bộ, mưa đá bằng hệ thống radar thời tiết TRS-2730*, Đề tài nghiên cứu khoa học.
5. Phùng Kiến Quốc - Trần Tùng Lâm - Đỗ Thị Ánh Huyền, *Thử nghiệm cảnh báo dông cho khu vực Việt Nam bằng phương pháp kết hợp sản phẩm ra đa thời tiết và dữ liệu sét*, Tạp chí KTTV, số 3/2021.