



Đánh giá ước lượng mưa từ độ phản hồi radar Nhà Bè

Công Thanh^{1,*}, Nguyễn Như Quý¹, Mai Văn Khiêm²

¹*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

²*Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu,
23/62 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 30 tháng 11 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 10 tháng 12 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 25 tháng 12 năm 2018

Tóm tắt: Nghiên cứu này đánh giá ước lượng mưa từ quan trắc radar Nhà Bè theo các công thức thực nghiệm khác nhau. Kết quả cho thấy, trong số 6 công thức ước lượng được sử dụng, công thức của ước lượng mưa diện rộng của Joss và công thức của Marshall-Plamer có thể được sử dụng để ước lượng mưa cho hình thể gió mùa tây nam đơn thuần với sai số vào khoảng là 5mm/h và thường nhỏ hơn giá trị quan trắc. Công thức ước lượng mưa do Nguyễn Hường Điền đưa ra là ước lượng tối ưu cho 9 hình thể gây mưa: dải hội tụ nhiệt đới, gió mùa tây nam kết hợp dải hội tụ nhiệt đới, vùng áp thấp đơn thuần, dông nhiệt, nhiễu động gió đông, vùng áp thấp kết hợp với gió mùa tây nam, rãnh áp thấp có hướng tây bắc-đông nam và các hình thể khác với sai số lần lượt là 9.5mm/h, 14mm/h, 7mm/h, 19mm/h, 8mm/h, 8.5mm/h, 9.5mm/h và 14.7mm/h.

Từ khóa: Radar, ước lượng mưa.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, radar đã trở thành công cụ rất quan trọng trong quan trắc và dự báo thời tiết như dông, bão, mưa lớn,... Để ước lượng mưa từ số liệu quan trắc radar, rất nhiều công thức thực nghiệm đã được phát triển dựa trên tương quan hệ giữa mưa và độ phản hồi radar Z. Mỗi công thức thực nghiệm có ưu và nhược điểm khác nhau. Để có thể ứng dụng vào dự báo nghiệp vụ thì các công thức thực nghiệm cần được kiểm định và hiệu chỉnh các hệ số thực nghiệm. Radar có thể cung cấp các

thông tin định lượng về lượng mưa với độ phản hồi radar từ mưa, biến đổi từ 20 dBz đến hơn 50 dBz. Độ phản hồi cao có thể đạt đến 75 dBz trong mưa dông, nhưng độ phản hồi cao trên 55 dBz lại thường gắn liền với mưa đá. Mỗi loại mưa có một hàm phân bố hạt theo kích thước riêng, người ta đã xác định nhiều cặp giá trị A và b cho từng loại mưa. Battan (1973) [1] đã liệt kê trên 60 quan hệ Z - R. Mỗi phương trình thích hợp với từng hoàn cảnh cá biệt. Hầu hết các quan hệ này không khác nhau nhiều khi cường độ mưa nằm trong khoảng từ 20 đến xấp xỉ 200 mm/h. Nghiên cứu gần đây của Nguyễn Hường Điền (2015) [2]. Dựa trên các số liệu độ phản hồi của radar thời tiết đặt tại Nhà Bè và lượng mưa quan trắc được tại 4 trạm đo mưa

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-946180348.

Email: thanhc@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4330>

mặt đất (Tân Sơn Hòa, Chơn Thành, Lộc Ninh và Tây Ninh) trong các đợt mưa diện rộng trong các năm 2010-2012, tác giả đã đưa ra công thức thực nghiệm ước lượng mưa cho khu vực Đông Nam Bộ. Kết quả nghiên cứu này cho thấy Các công thức lấy R là hàm có các giá trị sai số ME nhỏ hơn nhiều so với các giá trị tương ứng của công thức lấy Z là hàm và Marshall-Palmer khi đã thay đổi các hệ số A, B và sai số ME, ME, RMSE đối với công thức này lần lượt là 0.59; 3.56; 7.68 cho trạm Tân Sơn Hòa. Tác giả cũng kết luận công thức dạng R là hàm có độ chính xác cao hơn hẳn các dạng công thức khác.

Tuy nhiên, có những trường hợp rất khó xếp vào loại nào như mưa hỗn hợp (lông lẩn với đá, tuyết). Một số công thức thực nghiệm điển hình thể hiện mối quan hệ giữa độ phản hồi radar và cường độ mưa với các kiểu mưa khác nhau được cho trong bảng 1.

Mỗi công thức thực nghiệm có ưu và nhược điểm khác nhau. Để có thể ứng dụng vào dự báo nghiệp vụ thì các công thức thực nghiệm cần được kiểm định và hiệu chỉnh các hệ số thực nghiệm. Nghiên cứu này đánh giá ước lượng mưa từ quan trắc radar Nhà Bè theo các công thức thực nghiệm khác nhau cho một số hình thể thời tiết điển hình thường gây mưa lớn ở khu vực Nam Bộ nhằm mục đích tìm công thức tối ưu cho các hình thể thời tiết phục vụ bài toán

Bảng 1. Một số công thức thực nghiệm điển hình thể hiện mối quan hệ giữa độ phản hồi Z (mm^6/m^3) và cường độ mưa R (mm/h) [1]

Quan hệ thực nghiệm Z-R	Kiểu mưa	Tác giả
$Z = 140R^{1.5}$	Mưa phùn	Joss và cộng sự (1970)
$Z = 250R^{1.5}$	Mưa diện rộng	Joss và cộng sự (1970)
$Z = 200R^{1.6}$	Mưa dầm	Marshall và Palmer (1948)
$Z = 31R^{1.71}$	Mưa địa hình	Blanchard (1953)
$Z = 500R^{1.5}$	Mưa dông	Joss và cộng sự (1970)
$Z = 486R^{1.37}$	Mưa dông	Jones (1956)
$Z = 2000R^{2.0}$	Mưa bông tuyết lớn	Gunn và Marshall (1958)
$Z = 1780R^{2.21}$	Mưa tuyết	Sekhon và Srivastava (1970)

ước lượng lượng mưa từ sản phẩm ngoại suy độ phản hồi radar sau này. Trong mục 2 của bài báo trình bày số liệu và mô tả phương pháp nghiên cứu, mục 3 là kết quả và thảo luận.

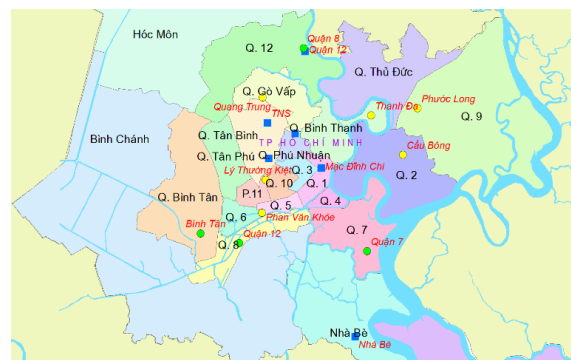
2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu quan trắc mưa

Số liệu quan trắc mưa bề mặt được thu thập từ 26 trạm đo mưa tự động, trạm khí tượng và trạm đo mưa truyền thống trong khu vực thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận. Các trạm này bao gồm các trạm: Cần Giờ, Củ Chi, Quận 12, Tân Thông Hội, Bình Tân, Quận 7, Quận 8, Tân Sơn Hòa, Nhà Bè, Mạc Đĩnh Chi, Tân An, Mỹ Tho, Sở Sao, Biên Hòa, Vũng Tàu, Tân Sơn Nhất, Thanh Đa, Lý Thường Kiệt, Quang Trung, Cầu Bông, Phước Long, Phan Văn Khỏe, Tây Ninh, Mộc Hóa. Số liệu sau khi thu thập được phân tích và đánh giá theo các hình thể gây mưa chủ yếu trong mùa mưa của khu vực Nam Bộ trong các năm 2013, 2014 và 2015.

2.2. Số liệu radar thời tiết

Số liệu ra đa thời tiết dùng để ước lượng mưa chúng tôi sử dụng CAPPI(Z) 1 km, với bán kính quét 240 km, 480km và chu kỳ quan trắc, lưu số liệu từ 5 - 30 phút/lần. Trong đó ý nghĩa của các sản phẩm được lưu trữ dưới dạng các file dữ liệu được sắp xếp theo trật tự thời gian của từng trạm.



Hình 1. Các trạm đo mưa ở Thành phố Hồ Chí Minh.

Cụ thể: Số liệu ước lượng mưa được tính từ CAPPI 1km với các công thức: công thức Marshall, công thức được đưa ra bởi Nguyễn Hướng Điền, công thức cho mưa dông của Joss, công thức cho mưa dông của Jones, công thức cho mưa diện rộng của Joss và ước lượng mưa trực tiếp từ VIL.

2.3. Các công thức tính ước lượng mưa sử dụng:

Marshall-Palmer: [3]

$$Z = 200R^{1.6}$$

Công thức đưa ra bởi Nguyễn Hướng Điền (VNU): [2]

$$R = 4.4742805 * 10^{0.022283 * Z'}$$

Công thức mưa dông của Joss: [4]

$$Z = 500R^{1.5}$$

Công thức mưa dông của Jones: [5]

$$Z = 486R^{1.37}$$

Công thức mưa diện rộng của Joss: [4]

$$Z = 200R^{1.5}$$

Ước lượng trực tiếp từ VIL theo nguyên tắc lượng giáng thủy bằng độ hụt khối lượng nước tích trữ trong cột khí quyển.

2.4. Phương pháp đánh giá

Ước lượng mưa sẽ được đánh giá bởi các chỉ số đánh giá bao gồm:

Sai số trung bình ME:

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)$$

Trong đó F_i là giá trị dự báo, O_i là giá trị quan trắc. N là dung lượng mẫu.

Sai số trung bình toàn phương RMSE:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}$$

RMSE chỉ bằng 0 khi giá trị dự báo bằng giá trị quan trắc tại mọi điểm trong không gian đánh giá.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá ước lượng mưa cho hình thể gió mùa tây nam

Sau khi đối chiếu số liệu quan trắc radar với quan trắc mưa thực tế và loại bỏ các trường hợp mưa không có số liệu radar, kết quả thu được 21 trường hợp mưa thuộc hình thể gió mùa Tây nam của 14 trạm có đầy đủ cả số liệu quan trắc radar và quan trắc mưa thực tế. Giá trị lượng mưa trung bình của các đợt mưa thuộc hình thể này là 18.1mm.

Ta có thể thấy chỉ số ME của các công thức ước lượng mưa đã sử dụng, các phương pháp ước lượng khác có giá trị âm trong khi công thức ước lượng mưa được Nguyễn Hướng Điền đưa ra có giá trị dương.

Trong các công thức sử dụng, công thức ước lượng mưa diện rộng của Joss có giá trị RMSE nhỏ nhất tuy nhiên 2 giá trị này ít khác biệt với công thức của Marshall-Palmer. Từ đây ta có thể thấy với hình thể này, công thức mưa diện rộng của Joss là công thức tối ưu nhất cho hình thể mưa do gió mùa Tây nam với sai số trung bình 5mm/h.

Bảng 2. Chỉ số đánh giá của hình thể gió mùa Tây nam (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-5.44	12.63
VIL_15	-5.43	12.62
MARSHALL	-5.25	12.11
VNU	2.29	17.5
JOSS	-5.46	12.44
JONES	-5.45	12.42
Diện rộng	-5.24	12.09

3.2. Đánh giá ước lượng mưa cho hình thể dải hội tụ nhiệt đới

Sau khi đối chiếu và chọn lọc số liệu, thu được 33 trường hợp mưa do hình thể dải hội tụ nhiệt đới thuộc về 14 trạm trong khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Lượng mưa trung bình của các đợt mưa là 27.13mm.

Chỉ số ME của các công thức trong hình thể này đều mang dấu âm, cho thấy các giá trị ước lượng đều nhỏ hơn giá trị quan trắc thực tế. Công thức của Nguyễn Hường Điền có chỉ số ME thiên âm khá nhỏ cho thấy công thức này thường cho giá trị ước lượng nhỏ hơn giá trị quan trắc.

Từ bảng 3, trong tất cả các công thức ước lượng, công thức do Nguyễn Hường Điền có sai số nhỏ nhất và là công thức tối ưu nhất để ước lượng mưa cho hình thể này mặc dù giá trị sai số trung bình lên đến 9mm/h. Các công thức khác có các chỉ số đánh giá có giá trị gần giống nhau và đưa ra ước lượng nhỏ hơn giá trị thực tế khoảng 15mm/h.

3.3. Đánh giá ước lượng mưa cho hình thể ITCZ+SW

Số liệu được sử dụng gồm 46 trường hợp mưa của 14 trạm được xác định là mưa do hình thể dải hội tụ nhiệt đới kết hợp với gió mùa tây nam. Lượng mưa trung bình các đợt mưa là 36.13mm.

Bảng 3. Các chỉ số đánh giá của hình thể dải hội tụ nhiệt đới (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-15.03	41.31
VIL_15	-15.03	41.3
MARSHALL	-14.82	39.73
VNU	-1.25	22.21
JOSS	-14.96	40.67
JONES	-14.98	40.71
Diện rộng	-14.85	39.82

Bảng 4. Các chỉ số đánh giá của hình thể ITCZ+SW (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-28.11	41.31
VIL_15	-28.1	41.3
MARSHALL	-27.08	39.73
VNU	7.29	22.21
JOSS	-27.77	40.67
JONES	-27.81	40.71
Diện rộng	-27.14	39.82

Chỉ số ME của công thức ước lượng do Nguyễn Hường Điền đưa ra có giá trị dương trong khi các công thức khác có giá trị âm lớn. Điều này chứng tỏ các công thức trên thường cho giá trị ước lượng nhỏ hơn giá trị quan trắc trong khi công thức của Nguyễn Hường Điền thường cho giá trị cao hơn giá trị quan trắc.

Dựa vào phân tích chỉ số ME, RMSE, ta có thể thấy trong 5 công thức ước lượng, công thức của Nguyễn Hường Điền là tối ưu nhất với RMSE chỉ bằng một nửa các công thức khác. Công thức do Nguyễn Hường Điền đưa ra đã có cải tiến so với các công thức cũ, tuy vậy, sai số của công thức này vẫn còn khá cao, lên đến 14mm/h.

3.4. Đánh giá ước lượng mưa cho hình thể vùng áp thấp

Số liệu sử dụng để đánh giá ước lượng mưa cho hình thể này gồm 18 trường hợp mưa của 14 trạm trong khu vực. Lượng mưa trung bình các đợt mưa là 20.94mm.

Chỉ số ME của các công thức đều có giá trị âm, các công thức này đều cho giá trị ước lượng mưa nhỏ hơn giá trị mưa thực tế.

Các chỉ số ME, RMSE của các công thức Marshall-Palmer, 2 công thức ước lượng mưa của Joss, công thức ước lượng mưa của Jones và ước lượng mưa qua VIL đều có giá trị giống nhau.

Bảng 5. Các chỉ số đánh giá của hình thể vùng áp thấp (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-13.65	15.53
VIL_15	-13.65	15.53
MARSHALL	-13.63	15.51
VNU	-5.25	9.75
JOSS	-13.64	15.52
JONES	-13.65	15.53
Diện rộng	-13.64	15.52

Trong khi đó công thức do Nguyễn Hương Điền đưa ra có giá trị các chỉ số đánh giá thấp hơn nhiều so với các công thức khác, từ đó có thể kết luận công thức ước lượng mưa này là công thức phù hợp nhất để ước lượng mưa cho hình thể vùng áp thấp với sai số khoảng 9.6mm/h.

3.5. Đánh giá ước lượng mưa cho hình thể đông nhiệt

Hình thể này được đánh giá qua 19 trường hợp mưa được xác định tại 14 trạm trong khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Giá trị lượng mưa trung bình là 57.4mm. Chỉ số ME của các công thức đều mang giá trị âm. Các giá trị này đều rất lớn, nhỏ nhất là của công thức do Nguyễn Hương Điền đưa ra cũng có giá trị ME và RMSE lần lượt là -12.7 và 30.96 mm/h.

Bảng 6. Các chỉ số đánh giá của hình thể đông nhiệt (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-34.31	51.84
VIL_15	-34.19	51.69
MARSHALL	-34.47	51.86
VNU	-12.7	30.96
JOSS	-34.84	52.46
JONES	-34.87	52.51
Diện rộng	-34.52	51.93

Ta có thể thấy được công thức Nguyễn Hương Điền đưa ra có ước lượng mưa tốt nhất trong các công thức. Tuy nhiên với sai số trung bình lên đến 18.9mm/h chỉ số RMSE là 30.96 mm/h thì cần có cải tiến để có thể đưa ra ước lượng mưa chính xác hơn cho hình thể này.

3.6. Đánh giá ước lượng mưa cho hình thể nhiều động gió đông

Số liệu sử dụng để đánh giá gồm 26 trường hợp mưa được xác định do hình thể nhiều động gió đông gây ra. Lượng mưa trung bình là 29.43mm.

Chỉ số ME của các công thức đều có giá trị âm, riêng công thức do Nguyễn Hương Điền đưa ra có giá trị dương. Các công thức kia đều cho giá trị ước lượng mưa nhỏ hơn giá trị mưa thực tế trong khi công thức Nguyễn Hương Điền đưa ra hay cho giá trị ước lượng cao hơn thực tế.

Ta có thể thấy qua biểu đồ các chỉ số ME và RMSE của công thức ước lượng mưa do Nguyễn Hương Điền đưa ra có giá trị thấp hơn các công thức khác nên có thể dùng để ước lượng mưa cho hình thể nhiều động gió đông với sai số trung bình khoảng 8mm/h (bảng 7).

3.7. Đánh giá ước lượng mưa cho hình thể xoáy thuận nhiệt đới kết hợp gió mùa tây nam (XTND+SW)

Ước lượng mưa cho hình thể này được đánh giá qua 12 trường hợp mưa thu được từ 14 trạm trong khu vực thành phố Hồ Chí Minh với lượng mưa trung bình là 25.3mm

Chỉ số ME của các công thức đều âm cho thấy tất cả các công thức đều cho ước lượng mưa nhỏ hơn thực tế. Giá trị các chỉ số ME, RMSE của các công thức đều gần giống nhau trừ công thức đưa ra bởi Nguyễn Hương Điền.

Ta có thể thấy chỉ số ME và RMSE của công thức đưa ra bởi Nguyễn Hương Điền có giá trị chỉ bằng một nửa so với các công thức khác. Vậy nên ta có thể sử dụng công thức này để ước lượng mưa cho hình thể XTND+SW với sai số khoảng 8.5mm/h (bảng 8).

Bảng 7. Các chỉ số đánh giá của hình thể nhiều động gió đông (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-10.91	18.32
VIL_15	-10.89	18.31
MARSHALL	-10.64	18.03
VNU	0.44	10.75
JOSS	-10.9	18.38
JONES	-10.89	18.38
Diện rộng	-10.69	18.13

Bảng 8. Các chỉ số đánh giá của hình thể XTND + SW (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-14.97	18.9
VIL_15	-14.96	18.9
MARSHALL	-14.96	18.89
VNU	-6.18	12.17
JOSS	-14.98	18.91
JONES	-14.98	18.91
Diện rộng	-14.96	18.9

3.8. Đánh giá ước lượng mưa cho hình thể rãnh thấp có trục tây bắc - đông nam (TB - ĐN)

Bảng 9. Các chỉ số đánh giá của hình thể TB-ĐN (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-13.55	16.53
VIL_15	-13.55	16.53
MARSHALL	-13.54	16.51
VNU	-8.1	11.87
JOSS	-13.55	16.52
JONES	-13.55	16.53
Diện rộng	-13.54	16.52

Đây là một hình thể hiếm khi xuất hiện nên trong khuôn khổ số liệu sử dụng cho bài báo chỉ chọn lọc được 5 trường hợp mưa lớn do hình thể này gây nên. Lượng mưa trung bình của các đợt mưa này là 19.4mm.

Chỉ số ME của các công thức mang giá trị âm chứng tỏ các công thức đều cho giá trị ước lượng mưa nhỏ hơn lượng mưa thực tế.

Qua biểu đồ ta có thể thấy công thức ước lượng mưa được đưa ra bởi Nguyễn Hướng Điền là ước lượng mưa tối ưu cho hình thể này. Với giá trị RMSE chỉ 11.87mm/h và sai số trung bình vào khoảng 9.5mm/h.

3.9. Đánh giá ước lượng mưa cho các hình thể khác

Dưới đây là đánh giá ước lượng mưa của các trường hợp mưa lớn không thể xếp loại vào các hình thể đã kể ở trên. Ước lượng mưa được đánh giá từ 41 trường hợp mưa lớn từ số liệu 14 trạm trong khu vực thành phố Hồ Chí Minh. Lượng mưa trung bình của các đợt mưa là 43.69mm.

Chỉ số ME của các công thức đều mang giá trị âm chứng tỏ các ước lượng mưa đều cho giá trị nhỏ hơn giá trị mưa thực tế. Tuy nhiên ta có thể thấy chỉ số ME của công thức Nguyễn Hướng Điền đưa ra có giá trị ME rất nhỏ (-0.5) cho thấy công thức này có phần nhiều cho giá trị ước lượng nhỏ hơn thực tế tuy nhiên cũng không ít lần cho giá trị cao hơn

Bảng 10. Các chỉ số đánh giá của các hình thể khác (mm/h).

	ME	RMSE
VIL_5	-28.2	37.6
VIL_15	-28.2	37.6
MARSHALL	-27.6	37
VNU	-0.5	20.8
JOSS	-28.1	37.4
JONES	-28.1	37.5
Diện rộng	-27.7	37

Với chỉ số RMSE có giá trị chỉ bằng một nửa các công thức ước lượng mưa khác, công thức được Nguyễn Hướng Điền đưa ra là công thức tối ưu để ước lượng mưa với các hình thể khác không phổ biến này mặc dù sai số lên đến 14.7mm/h.

Kết luận

So sánh kết quả nghiên cứu của Nguyễn Hướng Điền (2015) [2], kết quả nghiên cứu bài báo này cho kết quả tương đồng, các chỉ số đánh giá của các hình thể trong bài này có giá trị cao hơn với chỉ số ME gần giống nhất thuộc về hình thể mưa do nhiễu động gió đông, trong khi chỉ số RMSE gần giống nhất lại thuộc về hình thể mưa do vùng áp thấp.

Trong số 6 công thức ước lượng được sử dụng, công thức của ước lượng mưa diện rộng của Joss và công thức của Marshall-Plamer có thể được sử dụng để ước lượng mưa cho hình thể gió mùa tây nam đơn thuần với sai số vào khoảng là 5mm/h và thường nhỏ hơn giá trị quan trắc.

Công thức ước lượng mưa do Nguyễn Hướng Điền đưa ra là ước lượng tối ưu cho các hình thể gây mưa còn lại gồm: hình thể dải hội tụ nhiệt đới, hình thể gió mùa tây nam kết hợp dải hội tụ nhiệt đới, hình thể vùng áp thấp đơn thuần, hình thể đông nhiệt, hình thể nhiễu động gió đông, vùng áp thấp kết hợp với gió mùa tây nam, hình thể rãnh áp thấp có hướng tây bắc-đông nam và các hình thể khác với sai số lần lượt là 9.5mm/h, 14mm/h, 7mm/h, 19mm/h, 8mm/h, 8.5mm/h, 9.5mm/h và 14.7mm/h.

Công thức ước lượng mưa theo VIL vẫn chưa được chính xác do trong công thức không tính đến việc cột nước trong khí quyển được bổ sung lượng ẩm trong giai đoạn hình thành, phát triển và chín muồi của đám mây đối lưu. Việc này dẫn đến một số thời điểm có lượng ước lượng mưa bằng 0 trong khi thực tế có mưa.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện và hoàn thành nhờ sự hỗ trợ của Đề tài “Xây dựng hệ thống nghiệp vụ dự báo mưa lớn hạn cực ngắn trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh”. Tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

- [1] Battan, L.J., 1973. Radar observation of the atmosphere. The University of Chicago Press, Chicago, 324 pp.
- [2] Nguyễn Hướng Điền, 2015. Công thức thực nghiệm tính toán cường độ mưa từ độ phân hồi radar cho khu vực Đông Nam Bộ. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Tập 31, Số 3S tr.66 -70.
- [3] J. S. Marshall and W. McK. Palmer (1946), “The Distribution of Raindrop with Size”, *Journal of Meteorology*, 5, pp. 165-166.
- [4] J. Joss, Karin Schram, J. C. Thams and A. Waldvogel (1970), “On the Quantitative Determination of Precipitation by a Radar”, *Issue 63 of Wissenschaftliche Mitteilung*.
- [5] D. Jones (1956), “Rainfall Drop Size-distribution and Radar Reflectivity”, *Research Report No. 6*.

Assessing the rain estimate from the reflectivity of Nha Be Radar

Cong Thanh¹, Nguyen Nhu Quy¹, Mai Van Khiem²

¹*Faculty of Hydro-Meteorology and Oceanography, VNU Hanoi University of Science,
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

²*Viet Nam Institute of Meteorology Hydrology and Climate Change,
23/62 Nguyen Chi Thanh, Dong Da, Hanoi, Vietnam*

Abstract: This study evaluates the estimated rainfall from Nha Be radar observation according to different experimental formulas. The results show that in six estimation formulas used, the formulation of Joss's large-scale rainfall estimation and Marshall-Plamer's formulation can be used to estimate the precipitation for the single southwest monsoon with an error about 5 mm/h and usually less than the observed value. The rainfall estimation formulas by Nguyen Huong Dien is the optimum estimation for the 9 synoptic rainfall patterns: Intertropical Convergence Zone, Southwest monsoon associated with Intertropical Convergence Zone, low-pressure area, thunderstorm, disturbance in East winds, low-pressure area associated with Southwest monsoon, low-pressure troughs have a Northwestern-Southeasterly direction and other synoptic patterns with errors: 5mm/h, 9.5 mm/h, 14 mm/h, 7mm/h, 19 mm/h, 8 mm/h, 8.5 mm/h, 9.5 mm/h and 14.7 mm/h, respectively.

Keywords: Radar, rain estimate.