

THỬ NGHIỆM SỬ DỤNG MƯA DẠNG LƯỚI CHO MÔ HÌNH THỦY VĂN LƯU VỰC HỒ THỦY ĐIỆN TUYỀN QUANG

Nguyễn Chính Kiên⁽¹⁾, Nguyễn Thị Hằng⁽¹⁾, Dương Thị Thanh Hương⁽¹⁾,
Văn Thị Hằng⁽²⁾, Đỗ Thanh Hằng⁽³⁾

⁽¹⁾Viện Cơ học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

⁽²⁾Viện Khoa Học Khí Tượng Thủy Văn và Biến đổi khí hậu

⁽³⁾Trung Tâm Dự Báo Khí Tượng Thủy Văn Quốc Gia

Ngày nhận bài: 6/9/2023; ngày chuyển phản biện: 7/9/2023; ngày chấp nhận đăng: 9/10/2023

Tóm tắt: Trong mô hình thủy văn, lượng mưa là yếu tố đầu vào quan trọng để mô phỏng dòng chảy trên lưu vực. Nguồn số liệu mưa được sử dụng nhiều ở nước ta hiện nay là số liệu mưa được đo đạc từ các trạm mặt đất với độ chính xác cao, tuy nhiên số lượng các trạm còn hạn chế, phân bố không đồng đều hoặc một số lưu vực có phần diện tích nằm ngoài lãnh thổ Việt Nam. Để giải quyết vấn đề này, trên thế giới đã sử dụng một số các sản phẩm mưa dạng lưới được lấy từ mô hình khí tượng toàn cầu hay được phân tích từ dữ liệu ảnh vệ tinh, ảnh radar,... Trong bài báo này, nhóm tác giả áp dụng công thức thực nghiệm và mô hình mạng nơron nhân tạo để tính mưa dạng lưới làm đầu vào cho mô hình thủy văn HEC-HMS trên lưu vực thủy văn Tuyền Quang và so sánh với phương pháp sử dụng mưa được đo ở các trạm. Áp dụng với bộ số liệu đợt của 2 cơn lũ năm 2022 với mưa dạng lưới trên lưu vực Tuyền Quang đạt được kết quả chỉ số NSE cao, cho triển vọng khi sử dụng mưa dạng lưới cho mô hình thủy văn cũng như cho các lưu vực khác.

Từ khóa: Mưa lưới, độ phản hồi radar, mạng thần kinh nhân tạo, mô hình thủy văn, hồ Tuyền Quang.

1. Mở đầu

Hiện nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về việc sử dụng mưa lưới vào mô hình thủy văn tính toán cho các lưu vực không có hoặc thiếu trạm đo mặt đất. Việc sử dụng nguồn số liệu mưa lưới để bổ sung cho các lưu vực còn thiếu số liệu mưa trạm là hướng mới với nhiều ưu điểm về độ bao phủ không gian, về tính liên tục của chuỗi số liệu với thời gian cập nhật lên tới hàng giờ tùy thuộc vào mỗi nguồn cung cấp.

DA Hughes [9], Andrew D.King [8], Kamal Ahmed [11] đã đưa ra những so sánh, phân tích của việc sử dụng mưa dạng lưới từ ảnh vệ tinh với lượng mưa quan trắc được từ trạm đo mặt đất. Kết quả các bộ dữ liệu dạng lưới có thể được sử dụng để điều tra các xu hướng và sự thay đổi của lượng mưa cực đoan sau khi đã kiểm tra. C. R. Tozer [10], đã phân tích thống kê với ba bộ dữ liệu lượng mưa hàng tháng tại Úc. Kết quả cho

thấy dòng chảy mặt khác nhau rõ rệt liên quan đến từng nguồn dữ liệu lượng mưa khác nhau.

Tại Việt Nam, lượng mưa dự báo từ ảnh vệ tinh, ảnh radar kết hợp cùng lượng mưa thực đo tại các trạm khí tượng, trạm đo mưa cũng đã được nhiều tác giả nghiên cứu và thực hiện trong dự báo lũ với nhiều đề tài, dự án như Đặng Ngọc Tĩnh [7], Nguyễn Văn Hiếu [2], Nguyễn Tiến Kiên [4], Nguyễn Thị Nga [6]. Dữ liệu mưa dạng lưới cũng được quan tâm và đưa ra những đánh giá về chất lượng bằng việc so sánh với một số trận mưa lớn tại các trạm đo mưa mặt đất như Ngô Đức Thành [12], Nguyễn Thị Liên [5].

Một số nguồn dữ liệu mưa lưới có được từ các mô hình khí tượng (toàn cầu hoặc địa phương) như GFS (Hoa Kỳ), GSM (Nhật Bản), IFS (ECMWF), Canada, Trung Quốc,... hay có được từ ảnh vệ tinh, ảnh radar với tần suất dày và liên tục được cung cấp miễn phí/trả phí bởi một số các cơ quan nghiên cứu lớn trong và ngoài nước.

Các nghiên cứu trước đây về mô hình HEC-HMS chủ yếu tập trung vào lượng mưa thực đo tại các trạm mặt đất, tuy nhiên với một số vùng

Liên hệ tác giả: Nguyễn Chính Kiên

Email: nckien@imech.vast.vn

thủy văn thiếu số liệu quan trắc hoặc có diện tích nằm bên ngoài lãnh thổ Việt Nam thì chưa đánh giá được chính xác. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả thử nghiệm với số liệu mưa dạng lưới cho thủy văn vùng Tuyên Quang.

2. Thiết lập mô hình

2.1. Lưu vực nghiên cứu

Lưu vực thủy văn Tuyên Quang (Hình 1) có tổng diện tích khoảng 5.100 km² bao gồm 3.000 km² diện tích nằm trên lãnh thổ Việt Nam (chiếm 58% tổng diện tích toàn lưu vực), và 2.100 km² diện tích thuộc lãnh thổ Trung Quốc (chiếm 42% tổng diện tích toàn lưu vực). Dòng chảy chính của lưu vực thuộc địa phận Việt Nam là dòng sông Lô và sông Gâm, đây là 2 nhánh sông có tiềm năng thủy điện rất lớn và mang lại nhiều lợi ích cho lưu vực. Tổng lượng dòng chảy trung bình năm của toàn lưu vực sông Lô - Chảy: 35,32 km³ (trong đó từ Trung Quốc chảy vào khoảng 10,48 km³ (chiếm 29,5%) và trong nội địa nước ta khoảng 24,84 km³ (70,5%).

Số liệu địa hình: Bản đồ cao độ số DEM được lấy từ nguồn của Cơ quan Thám hiểm Hàng không Vũ trụ Nhật Bản (JAXA) với độ phân giải

30 x 30 m năm 2022. Bản đồ thảm phủ, sử dụng đất có độ phân giải 10 x 10 m với 20 lớp chi tiết, là sản phẩm hợp tác giữa ESRI và Microsoft năm 2020. Bản đồ đất có độ phân giải 250 m x 250 m lấy từ Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA) năm 2020.

Số liệu khí tượng thủy văn:

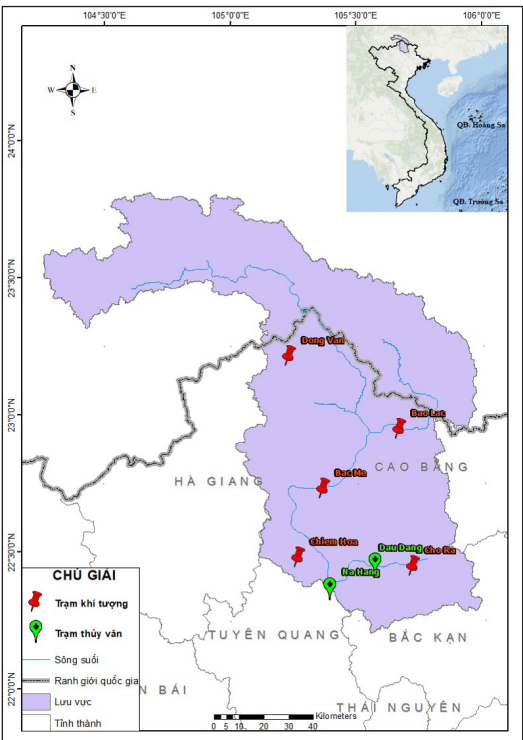
- Số liệu mưa thực đo của 7 trạm khí tượng (Hình 2): Bắc Mê, Bảo Lạc, Chiêm Hóa, Chợ Rã, Đầu Đẳng, Đồng Văn, Na Hang được lấy từ nguồn số liệu của Trung tâm dự báo Khí tượng thủy văn Quốc gia, Tổng cục Khí tượng thủy văn.

- Số liệu dòng chảy ra của lưu vực (Hình 3) là lưu lượng vào hồ chứa thủy điện Tuyên Quang được lấy từ hệ thống điều hành hồ trực tuyến của tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) tại địa chỉ <https://www.evn.com.vn>.

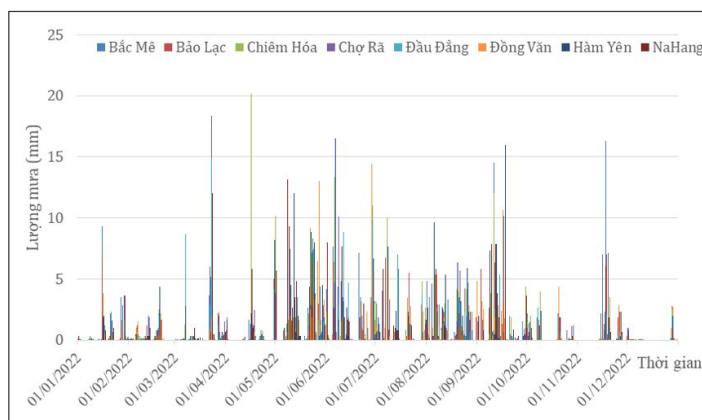
- Số liệu mưa dạng lưới gồm:

- + Sản phẩm được trích xuất từ mô hình khí tượng toàn cầu GFS của Mỹ với độ phân giải 27 km x 27 km được cung cấp miễn phí tại địa chỉ <https://www.ncei.noaa.gov/products/weather-climate-models/global-forecast>.

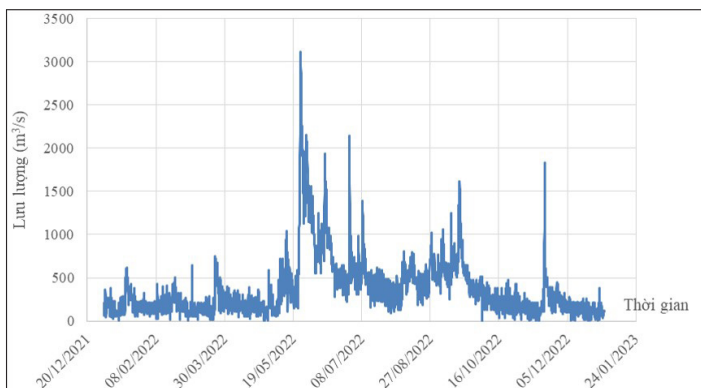
- + Được tính toán từ độ phản hồi Radar được Bộ Tài nguyên Môi trường cung cấp miễn phí tại địa chỉ <http://amo.gov.vn/radar/>.



Hình 1. Lưu vực nghiên cứu



Hình 2. Số liệu mưa trạm thực đo trên lưu vực Tuyên Quang năm 2022



Hình 3. Số liệu lưu lượng thực đo trên lưu vực Tuyên Quang năm 2022

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a) Tính mưa dạng lưới từ độ phản hồi radar

- Phương pháp sử dụng công thức thực nghiệm

Bài báo áp dụng phương pháp dựa trên quan hệ giữa độ phản hồi vô tuyến với cường độ mưa bằng công thức có dạng Marshall-Palmer:

$$Z = a \cdot R^b, \text{ đổi sang dạng } R = c \cdot 10^{d \cdot Z'} \quad (1)$$

$$\text{Từ } Z = 10^{\frac{Z'}{10}} = a \cdot R^b \rightarrow R = \frac{1}{b \sqrt{a}} 10^{\frac{Z'}{10 \cdot b}}$$

$$\rightarrow R = c \cdot 10^{d \cdot Z'} \text{ với } c = \frac{1}{b \sqrt{a}}; d = \frac{1}{10 \cdot b}$$

Trong đó:

+ Z là độ phản hồi vô tuyến, trong đó $Z = 10Z'/10$ (Z' trong đơn vị dbZ);

+ R là cường độ mưa;

+ a, b, c, d là các hệ số thực nghiệm.

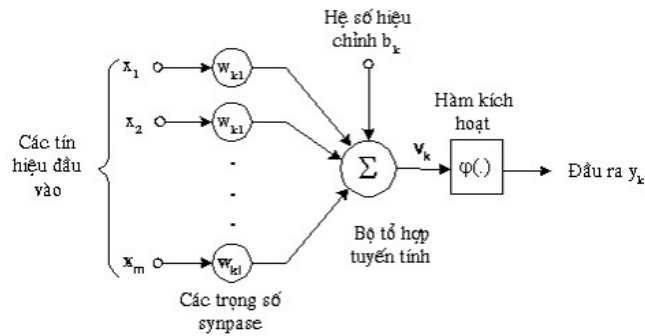
Để có thể ứng dụng vào dự báo nghiệp vụ thì các công thức thực nghiệm (CTTN) cần

được điều chỉnh các hệ số thực nghiệm cho từng vùng. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng nguồn số liệu đầu vào là độ phản hồi Radar (dbZ) và lượng mưa thực đo tại 7 trạm đã thu thập được và sử dụng phương pháp tiến hóa xáo trộn phức hợp SCE [1] để dò tìm các hệ số thực nghiệm cho vùng Tuyên Quang.

Kết quả dò tìm hệ số trong công thức thực nghiệm tại lưu vực Tuyên Quang là $c = 4,457$ và $d = 0,073$.

- Phương pháp sử dụng mạng nơron nhân tạo

Mạng nơron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN) là một mô hình xử lý thông tin phỏng theo cách thức xử lý thông tin của các hệ nơron sinh học (Hình 4). Nó được tạo nên từ một số lượng lớn các phần tử (gọi là phần tử xử lý hay nơron) kết nối với nhau thông qua các liên kết (gọi là trọng số liên kết) làm việc như một thể thống nhất để giải quyết một vấn đề cụ thể nào đó [3].



Hình 4. Cấu trúc của một nơon nhân tạo

Trong đó:

+ $x_i (i=1, m)$: Tập các đầu vào là các tín hiệu vào (input signals) của nơon.

+ w_{jk} : Tập các liên kết, mỗi liên kết giữa tín hiệu vào thứ j với nơon k được thể hiện bởi một trọng số, được khởi tạo một cách ngẫu nhiên ở thời điểm khởi tạo mạng và được cập nhật liên tục trong quá trình học mạng.

+ Σ : Bộ tổng dùng để tính tổng của tích các đầu vào với trọng số liên kết của nó.

+ b_k : Ngưỡng (còn gọi là một độ lệch - bias), được đưa vào như một thành phần của hàm truyền.

+ $\varphi(.)$: Hàm truyền còn gọi là Hàm kích hoạt. Hàm này được dùng để giới hạn phạm vi đầu ra của mỗi nơon. Nó nhận đầu vào là kết quả của hàm tổng và ngưỡng đã cho.

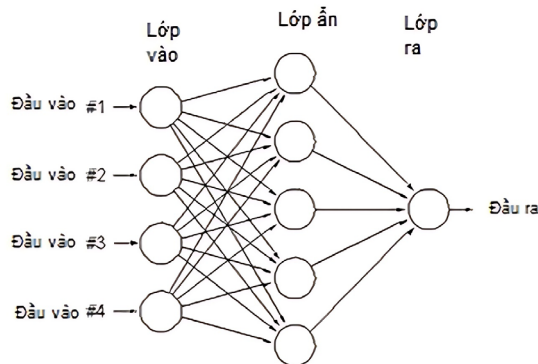
+ y_k : Tập hợp các kết quả đầu ra.

Mặc dù mỗi nơon đơn lẻ có thể thực hiện những chức năng xử lý thông tin nhất định, sức mạnh của tính toán nơon chủ yếu có được nhờ

sự kết hợp các nơon trong một kiến trúc thống nhất. Hình 5 thể hiện mô hình mạng truyền thẳng nhiều lớp được sử dụng rộng rãi nhất trong các mô hình ANN hiện nay [3].

Ưu điểm của một mạng nơon nhân tạo là nó cho phép xây dựng một mô hình tính toán có khả năng học dữ liệu rất cao. Quá trình huấn luyện mạng nơon dựa trên sai số hồi quy giữa giá trị tính toán và giá trị thực đo, giải thuật huấn luyện sẽ điều chỉnh các trọng số kết nối của mạng nơon nhằm cực tiểu hóa sai số hồi quy trên các mẫu huấn luyện. Sau khi mạng được huấn luyện thành công, bộ ma trận trọng số sẽ được cập nhật để sử dụng trong quá trình dự báo.

Số liệu đầu vào của mô hình mạng nơon nhân tạo là các chuỗi giá trị độ phản hồi radar dBZ cho toàn lưu vực cùng giá trị mưa thực đo tại 07 trạm đo để mô hình huấn luyện và tìm ra bộ ma trận trọng số tối ưu, tiếp đó là dùng bộ ma trận trọng số tối ưu đó để tính toán ra lưới mưa cho toàn lưu vực Tuyên Quang.



Hình 5. Mạng nơon lan truyền thẳng

b) Mô hình thủy văn

Mô hình HEC-HMS [13], [14] là mô hình toán thủy văn được dùng để tính dòng chảy trên lưu vực bằng cách phân chia thành nhiều lưu vực nhỏ có tính đến các hồ chứa, các nhánh sông và các công trình thủy lợi, ...

Mô hình sử dụng kết hợp các module: Các phương pháp tính mưa (phương pháp biểu đồ mưa, tính mưa bình quân trên lưu vực); các phương pháp tính tổn thất (tốc độ thấm ban đầu và thấm ổn định, chỉ số thấm CN, thấm Green và Ampt, độ ẩm đất); các phương pháp tính đường quá trình lũ đơn vị (phương pháp cơ bản, đường quá trình đơn vị tổng hợp); các phương pháp tính toán dòng chảy ngầm (phương pháp cắt nước ngầm, dòng chảy ngầm ổn định theo

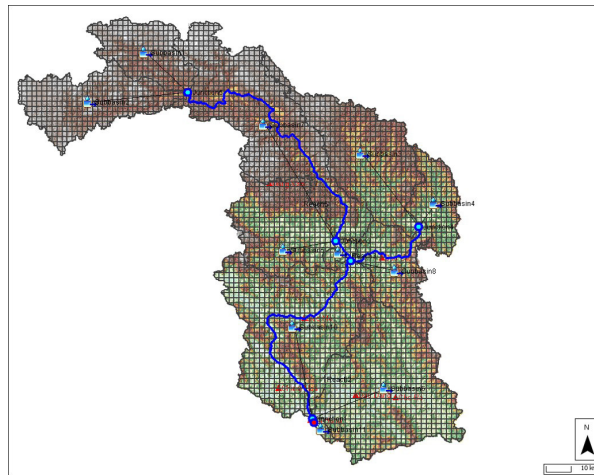
tháng, hồ chứa tuyến tính); các phương pháp diễn toán dòng chảy (diễn toán sóng động học, Muskingum, diễn toán Muskingum-Cunge, Modified Puls, diễn toán Lag).

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng mô hình HEC-HMS với các phương pháp tính mưa dạng lưới để thực hiện tính toán dòng chảy trên lưu vực Tuyên Quang và so sánh với phương pháp sử dụng mưa trạm đo.

2.3. Thiết lập mô hình

- Phân chia tiểu lưu vực

Để phân chia tiểu lưu vực, dựa trên bản đồ mô hình số độ cao DEM, lưu vực thủy văn Tuyên Quang được chia thành 11 tiểu lưu vực như Hình 6.



Hình 6. Các tiểu lưu vực của lưu vực thủy văn Tuyên Quang

- Tính toán các thông số ban đầu

Tính toán chuyển đổi dòng chảy: Sử dụng phương pháp đường quá trình đơn vị tổng hợp Clark [13], là thời gian nước được trữ trong đất, trên bề mặt,... đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển lượng mưa hiệu quả thành dòng chảy. Thông số thời gian tập trung nước trong lưu vực (T_c) và hệ số trữ nước trong lưu vực (R) được tính theo công thức:

$$T_c = 2,2 \cdot \left(\frac{L \cdot L_c}{\sqrt{\text{Slope}_{10-85}}} \right)^{0,3} \quad (2)$$

Trong đó:

+ L là chiều dài sông chính từ đầu nguồn đến tuyến cửa ra của lưu vực (km);

+ L_c là chiều dài từ tuyến cửa ra đến vị trí

trọng tâm của lưu vực (km);

+ Slope_{10-85} là độ dốc trung bình của đường dẫn dòng chảy được biểu thị bằng 10 đến 85 phần trăm của đường dẫn dòng chảy dài nhất (m/m).

Sau khi tính được hệ số thời gian tập trung nước T_c thì hệ số trữ nước trong lưu vực (R) được tính theo công thức:

$$\frac{R}{T_c + R} = 0,65 \quad (3)$$

Thông qua kỹ thuật GIS và công thức (2) và (3) tính được bảng hệ số T_c và R của phương pháp đường quá trình đơn vị tổng hợp Clark như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thông số chuyển đổi dòng chảy được sử dụng cho lưu vực Tuyên Quang

Tiểu lưu vực	T_c	R
1	43,3	80,5
2	63,8	118,6
3	66,0	122,5
4	34,9	64,9
5	36,6	68,0
6	66,8	124,1
7	70,1	130,2
8	40,5	75,2
9	17,2	32,0
10	89,0	165,3
11	14,3	26,5

Thấm Green and Amp: Tính toán tổn thất bằng phương pháp Green and Ampt bao gồm tính toán thời gian tích nước. Thời gian trễ là khoảng thời gian cần thiết để lượng mưa bão hòa đất và tạo thành dòng chảy trên bề mặt. Thông số Green and Amp được ước lượng từ bản đồ thấm phủ, sử dụng đất của lưu vực.

Diễn toán lũ trong kênh hở: Phương pháp Lag, đây là phương pháp đơn giản với giả thuyết rằng lưu lượng từ thượng lưu truyền nguyên vẹn xuống hạ lưu sau một khoảng thời gian trễ.

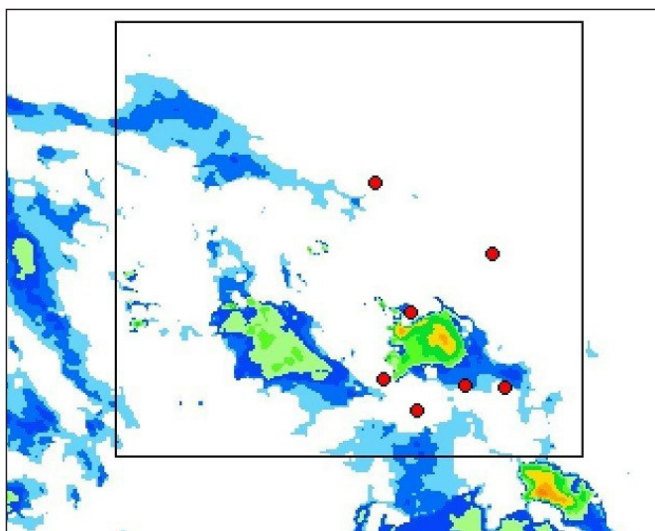
- Phương pháp tính mưa

Trong bài báo này thử nghiệm tính toán với 05 loại mưa khác nhau: Gán trạm mưa, nghịch

đảo khoảng cách và lượng mưa theo dạng lưới, trong đó lượng mưa theo dạng lưới bao gồm 3 loại khác nhau phân thành 2 nhóm chính sau:

+ Mưa trạm đo: Mưa trạm đo gán cho từng tiểu lưu vực và tính theo nghịch đảo khoảng cách được thiết lập bởi 07 trạm khí tượng có quan trắc đầy đủ số liệu mưa trong khu vực tính toán.

+ Mưa dạng lưới 500 m x 500 m: Có được từ việc tính toán lượng mưa từ độ phản hồi radar (bởi công thức thực nghiệm và mô hình mạng nơron nhân tạo nêu trên) và mưa lưới có được từ nội suy từ sản phẩm của mô hình toàn cầu GFS (Hình 7).



Hình 7. Bản đồ mưa dạng lưới tính từ độ phản hồi radar lưu vực Tuyên Quang

3. Kết quả tính toán

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã thực hiện nghiên cứu 02 trận lũ xảy ra trên lưu vực: Trận lũ tháng V/2022 dùng để hiệu chỉnh và trận lũ xảy ra tháng VI/2022 để kiểm định lại

mô hình đối với các hệ số đã có được sau ở bước hiệu chỉnh (Bảng 2). Đây là các trận lũ lớn xảy ra trên lưu vực nghiên cứu, có đầy đủ số liệu khí tượng và thủy văn để tính toán hiệu chỉnh và kiểm định.

Bảng 2. Các trận lũ sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định

Phương án	Thời gian bắt đầu	Thời gian kết thúc
Hiệu chỉnh	13/V/2022 01:00:00	05/VI/2022 01:00:00
Kiểm định	08/VI/2022 01:00:00	17/VI/2022 19:00:00

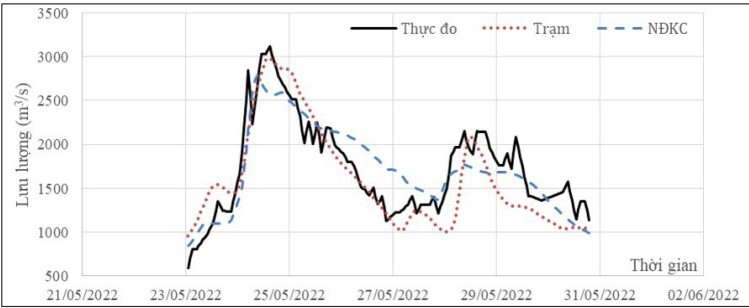
3.1. Hiệu chỉnh mô hình

Hình 8 là kết quả tính hiệu chỉnh lưu lượng chảy ra khỏi lưu vực Tuyên Quang của phương pháp gán giá trị mưa thực đo tại trạm mưa cho từng tiểu lưu vực (gọi tắt là Trạm) và phương pháp tính mưa cho từng tiểu lưu vực theo tỉ lệ nghịch đảo khoảng cách (gọi tắt là NĐKC) đến các trạm đo.

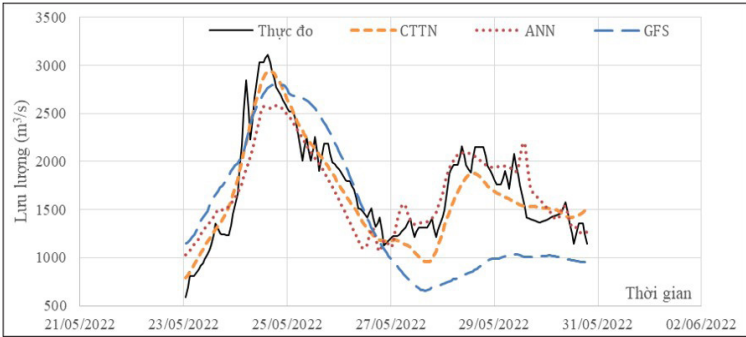
Hình 9 là kết quả hiệu chỉnh của phương pháp sử dụng 03 nguồn mưa dạng lưới là mưa từ độ phản hồi radar sử dụng công thức thực nghiệm, mưa từ độ phản hồi radar sử dụng mô

hình mạng neuron nhân tạo và mưa lưới từ mô hình toàn cầu GFS (gọi tắt là GFS) với số liệu lưu lượng thực đo.

Để đánh giá kết quả tính toán, bài báo sử dụng chỉ số NSE so sánh giữa hai đường quá trình dòng chảy thực đo và tính toán từ mô hình HEC-HMS với các số liệu mưa khác nhau (Bảng 3). Bộ thông số tìm được cho kết quả chỉ số NSE khá tốt (đều trên 0,8), ngoại trừ mưa dạng lưới của mô hình GFS (NSE = 0,59). Kết quả cho thấy, đường quá trình lưu lượng khá phù hợp về định tính và định lượng giữa tính toán và thực đo.



Hình 8. Kết quả hiệu chỉnh phương án mưa trạm đo



Hình 9. Kết quả hiệu chỉnh phương án mưa dạng lưới

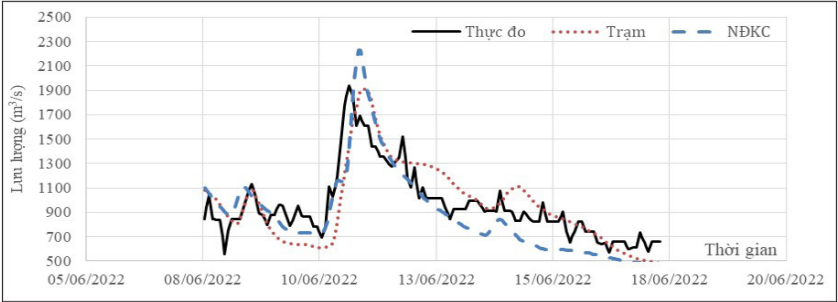
Bảng 3. Kết quả chỉ số NSE của phương án tính hiệu chỉnh

	Trạm	NĐKC	CTTN	ANN	GFS
NSE	0,83	0,82	0,88	0,87	0,59

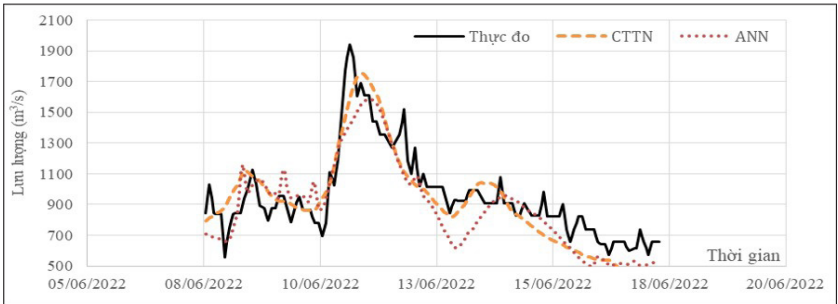
3.2. Kiểm định mô hình

Sau khi đã dò tìm được bộ thông số tốt nhất có thể ở bước hiệu chỉnh, sử dụng bộ thông số này với chuỗi số liệu tháng VI năm 2022 để kiểm định mô hình. Hình 10 là kết quả đường quá trình lưu lượng kiểm định của số liệu mưa trạm và NĐKC và Hình 11 là kết quả đường

quá trình lưu lượng kiểm định với số liệu mưa dạng lưới. Kết quả kiểm định với nguồn số liệu mưa dạng lưới của mô hình toàn cầu cho kết quả rất kém, nên không thể hiện trên hình vẽ. Bảng 4 là bảng chỉ số NSE để đánh giá kết quả tính toán cho từng loại mưa trong kiểm định mô hình.



Hình 10. Kết quả kiểm định phương án mưa trạm đo



Hình 11. Kết quả kiểm định phương án mưa dạng lưới

Bảng 4. Kết quả chỉ số NSE của phương án tính kiểm định

	Trạm	NĐKC	CTTN	ANN
NSE	0,55	0,54	0,74	0,72

Trong các kết quả tính trên, phương án kiểm định với mưa dạng lưới từ mô hình khí tượng toàn cầu GFS không đạt nên không được đưa vào bảng thống kê.

Qua các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình HEC-HMS cho lưu vực Tuyên Quang, có thể thấy là mô hình đã xây dựng phù hợp với có thể mô tả tốt đúng đặc tính của lưu vực. Chỉ số NSE đối với phương án sử dụng mưa trạm (bao gồm gán trạm và nghịch đảo khoảng cách), hiệu chỉnh đạt kết quả khá ($NSE > 0,7$) và kiểm định ở mức đạt ($NSE > 0,5$). Phương án sử dụng mưa dạng lưới cho thấy:

- Đối với phương án sử dụng mưa dạng lưới là sản phẩm của mô hình khí tượng GFS, do

bước lưới khá thô là $0,25^\circ$ (cỡ $27\text{ km} \times 27\text{ km}$) và chưa được đồng hóa số liệu các trạm đo tại Việt Nam nên kết quả nhận được là kém, hiệu chỉnh chỉ dừng ở mức chấp nhận được, còn kết quả kiểm định không đạt;

- Đối với phương án sử dụng mưa dạng lưới tính được từ độ phản hồi radar bằng công thức thực nghiệm và mô hình mạng nơron nhân tạo cho kết quả khá tương đồng và hiệu quả vượt trội so với phương án mưa trạm đo cả ở bước hiệu chỉnh ($NSE > 0,87$) và kiểm định ($NSE > 0,72$). Tuy nhiên mô hình mạng nơron nhân tạo mới được huấn luyện trên tập dữ liệu nhỏ, cấu trúc mạng đơn giản nên kết quả chưa thực sự phản ánh tính hiệu quả hơn so với công thức thực nghiệm.

4. Kết luận

Các tác giả đã xây dựng thành công mô hình thủy văn HEC-HMS cho lưu vực thủy văn Tuyên Quang bao gồm diện tích thuộc Trung Quốc và Việt Nam, thực hiện tính toán hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với 05 phương án sử dụng mưa (02 phương án từ mưa trạm đo, 03 phương án từ mưa dạng lưới) cho các kết quả tốt. Phương án sử dụng mưa lưới cho thấy tính hiệu quả bước đầu tốt hơn so với mưa trạm đo, tuy nhiên còn cần thử nghiệm một số loại mưa dạng lưới khác như sản phẩm từ mô hình IFS (Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu - ECMWF) có độ phân giải tốt hơn hoặc thử nghiệm cải tiến mô hình mạng nơon nhân tạo để tính cường độ mưa từ độ phản hồi radar tốt hơn nữa.

Kết quả thử nghiệm cũng cho thấy hướng áp dụng mưa dạng lưới có triển vọng trong việc nâng cao độ chính xác cho các mô hình dự báo thủy văn, đặc biệt là các lưu vực có hạn chế về trạm đo mưa hoặc có diện tích ngoài vùng lãnh thổ Việt Nam.

Điểm hạn chế lớn nhất của phương pháp mưa dạng lưới là việc chuẩn bị số liệu đầu vào cho mô hình thủy văn tốn nhiều công sức, ngoài việc thu thập số lượng lớn dữ liệu từ các nguồn như radar hay mô hình khí tượng toàn cầu, cần trích xuất dữ liệu khớp với các ô lưới của mô hình HEC-HMS, cần tính ước lượng mưa từ radar trên tất cả các nút lưới. Điều này cần một hệ thống máy tính đủ lớn chứa dữ liệu và đủ mạnh để xử lý các tác vụ.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài cơ sở cấp Viện Cơ học năm 2023 với mã số VCH.TX.03/2023, trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Thị Hằng và cộng sự (2022), "Ứng dụng một số phương pháp ước tính thông số tối ưu cho mô hình thủy văn phân bố IMECHTV2", *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường*, số 42, 113-123.
2. Nguyễn Văn Hiếu (2014), "Sử dụng mưa dự báo số trị phân giải cao để nâng cao chất lượng dự báo lũ khu vực miền Trung và Tây Nguyên", *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, tập 644, số 8, 32-37.
3. Nguyễn Chính Kiên (2017), *Thử nghiệm ứng dụng mạng neuron nhân tạo trong dự báo thủy văn và thủy lực*, Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ X, Hà Nội, 12/2017.
4. Nguyễn Tiến Kiên (2020), "Nghiên cứu ứng dụng số liệu mưa vệ tinh mô phỏng lũ khu vực trung lưu sông Mã", *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, tập 709, số 1, 51-62.
5. Nguyễn Thị Liên và cộng sự (2022), "Nghiên cứu đánh giá chất lượng dữ liệu mưa lưới một số trận mưa lớn trên khu vực thành phố Hà Tĩnh", *Tạp chí Khoa học Biển đổi khí hậu*, số 24, 10-21.
6. Nguyễn Thị Nga (2021), "Đánh giá kĩ năng dự báo mưa định lượng từ mô hình quy mô toàn cầu và khu vực phân giải cao cho khu vực Bắc Bộ", *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, tập 730, số 10, 79-92.
7. Đặng Ngọc Tĩnh (2013), *Nghiên cứu ứng dụng số liệu vệ tinh mưa dự báo số trị kết hợp số liệu bề mặt trong dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh

8. Andrew D. King and et al (2012), "The efficacy of using gridded data to examine extreme rainfall characteristics: a case study for Australia", *International Journal of Climatology*, vol 33, issue 10, 2376-2387.
9. DA Hughes (2013), "Comparison of satellite rainfall data with observations from gauging station networks", *Journal of hydrology*, vol 327, issues 3-4, 339-410.
10. C. R. Tozer et al (2012), "On the uncertainties associated with using gridded rainfall data as a proxy for observed", *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol 16, issue 5, HESS, 16, 1481-1499.
11. Kamal Ahmed (2019), "Evaluation of Gridded Precipitation Datasets over Arid Regions of Pakistan, Hydroclimatic Variability at Local, Regional, and Global Scales", *Water*, 11(2), 210.

12. Thanh, N.D. et al (2013), "Monthly adjustment of Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) data over the Vu Gia - Thu Bon River Basin in Central Viet Nam using an artificial neural network", *Hydrol. Res. Let.* 7, 85-90.
13. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (2023), *HEC- HMS Technical Reference Manual*.
14. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (2023), *HEC-HMS 4.11 User's Manual*.

TESTING GRIDDED PRECIPITATION FOR THE HYDROLOGICAL MODEL OF TUYEN QUANG HYDROPOWER RESERVOIR BASIN

Nguyen Chinh Kien⁽¹⁾, Nguyen Thi Hang⁽¹⁾, Duong Thi Thanh Huong⁽¹⁾,
Van Thi Hang⁽²⁾, Do Thanh Hang⁽²⁾

⁽¹⁾*Institute of Mechanics, Viet Nam Academy of Science and Technology*

⁽²⁾*The Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change.*

⁽³⁾*National Centre for Hydrometeorological Forecasting.*

Received: 6/9/2023; Accepted: 9/10/2023

Abstract: *In hydrological modeling, precipitation is an important input to simulate flows in basin. The most used source of precipitation is rain data measured from ground stations with high accuracy, however the number of stations is limited, unevenly distributed or some area whose area is outside the territory of Viet Nam. To solve this problem, gridded precipitation is taken from global meteorological models or analyzed from satellite image data, radar images, etc. In this article, the authors apply empirical formulas and artificial neural network models to calculate rainfall rate as input for the HEC-HMS hydrological model on the Tuyen Quang basin and compare results with the method of using the observed rainfall at measuring stations. Applied to 02 data sets of the 2022, with high NSE index results, showing good ability to use gridded precipitation for hydrological model and other basins.*

Keywords: *Artificial neural network, radar reflectivity, rainfall rate, hydrological model, Tuyen Quang reservoir.*