

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG CÁC SẢN PHẨM MƯA VỆ TINH ĐỂ MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY BẰNG MÔ HÌNH THỦY VĂN

Phạm Thành Hưng¹, Nguyễn Quang Bình¹, Võ Nguyễn Đức Phước¹

Tóm tắt: Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá khả năng sử dụng các sản phẩm mưa vệ tinh (MSWEP, TMPA 3B42, TMPA 3B42RT, PERSIANN CDR, PERSIANN RT) để mô phỏng dòng chảy trong mô hình thủy văn SWAT tại lưu vực Nông Sơn, tỉnh Quảng Nam. Kết quả phân tích chỉ ra rằng sai số của các sản phẩm mưa vệ tinh so với mưa trạm đo là khá lớn, và theo đó gây ra sai số trong kết quả mô phỏng dòng chảy. Các sản phẩm mưa vệ tinh dựa vào thông tin sóng siêu cao tần (MW) như TMPA cho kết quả mô phỏng dòng chảy và thời gian xuất hiện đỉnh lũ tốt hơn các sản phẩm mưa vệ tinh dựa vào thông tin sóng hồng ngoại (IR) như PERSIANN. Nghiên cứu này lần đầu tiên phân tích việc hiệu chỉnh lại mô hình đồng thời cho nhiều sản phẩm mưa vệ tinh khác nhau. Kết quả hiệu chỉnh lại mô hình chỉ ra rằng khó có thể xây dựng một bộ tham số dùng chung cho nhiều sản phẩm mưa vệ tinh khác nhau.

Từ khóa: Mưa vệ tinh, mô hình thủy văn SWAT, hiệu chỉnh, kiểm định, Nông Sơn.

1. GIỚI THIỆU

Số liệu mưa đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc xây dựng các mô hình tính toán và dự báo dòng chảy. Tuy nhiên, ở rất nhiều lưu vực đặc biệt là ở các lưu vực ở vùng miền núi hoặc ở các quốc gia đang phát triển, số liệu đo mưa từ các trạm đo mặt đất hay các trạm radar thời tiết thường phân bố thưa thớt vì chi phí xây dựng, quản lý cao (Kidd et al. 2017). Do đó, việc mô phỏng hay dự báo lũ ở những khu vực này thường gặp khó khăn vì không có đủ số liệu đo để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

Trong những năm gần đây, sự phát triển rất mạnh mẽ của các vệ tinh đo mưa với độ che phủ gần như toàn cầu, độ phân giải tương đối tốt theo không gian và thời gian đã tạo điều kiện cho việc dự báo dòng chảy ở những vùng thiếu số liệu mưa (Serrat - Capdevila et al. 2014). Tuy nhiên, việc sử dụng các sản phẩm mưa vệ tinh cho các mô hình thủy văn ở quy mô lưu vực còn hạn chế là vì các sai số của sản phẩm. Để cải thiện độ chính xác của các sản phẩm mưa vệ tinh, dữ liệu mưa vệ tinh được kết hợp với mưa trạm đo mặt đất để tạo

ra các sản phẩm mưa đã hiệu chỉnh (Xie et al. 2003). Ngoài ra, số liệu mưa vệ tinh còn được kết hợp với mưa trạm đo và số liệu mưa từ mô hình khí tượng để có độ chính xác cao hơn (Beck et al. 2017a). Mặc dù vậy các sản phẩm mưa vệ tinh đã hiệu chỉnh vẫn còn sai số.

Để đánh giá sai số của các sản phẩm mưa vệ tinh, phương pháp thứ nhất là so sánh trực tiếp giá trị ô lưới mưa vệ tinh với giá trị mưa tại trạm đo mặt đất (Maggioni et al. 2016; Tian and Peters - Lidard 2010). Phương pháp thứ hai là thông qua đánh giá khả năng mô phỏng dòng chảy trong các mô hình thủy văn (Beck et al. 2017b; Seibert et al. 2012). Cách tiếp cận thứ hai phù hợp hơn với cách thứ nhất vì việc đánh giá được tiến hành trên cùng quy mô lưu vực nên không bị ảnh hưởng bởi sự chênh lệch quy mô so sánh ở phương pháp thứ nhất (ô lưới và điểm). Stisen and Sandholt (2010) đã đánh giá các sản phẩm mưa vệ tinh sử dụng mô hình phân bố MIKE SHE. Tác giả đã chỉ ra sai lệch khá lớn trong dòng chảy mô phỏng khi sử dụng các sản phẩm mưa vệ tinh. Nghiên cứu đó cũng chỉ ra rằng việc hiệu chỉnh lại mô hình cho từng sản phẩm mưa vệ tinh làm cải thiện đáng kể độ chính xác của dòng chảy mô

¹ Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

phông so với kết quả mô phỏng sử dụng bộ thông số hiệu chỉnh từ số liệu mưa trạm đo.

Các nghiên cứu hiện tại thường chỉ đánh giá khả năng mô phỏng tổng lượng dòng chảy từ các sản phẩm mưa vệ tinh mà chưa xét đến khả năng mô phỏng thời gian xuất hiện đỉnh lũ. Ngoài ra, các nghiên cứu hiện tại chỉ đánh giá việc hiệu chỉnh lại mô hình cho từng sản phẩm mưa mà chưa tìm một bộ tham số chung cho các sản phẩm mưa vệ tinh khác nhau.

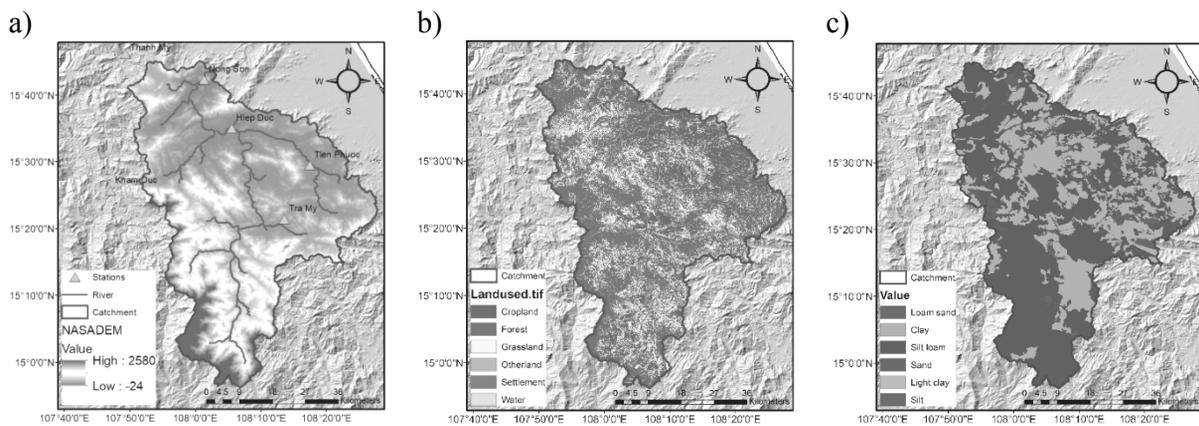
Nghiên cứu này tập trung giải quyết hai vấn đề: i) đánh giá khả năng mô phỏng dòng chảy và thời gian đỉnh lũ của các sản phẩm mưa vệ tinh, và ii) hiệu chỉnh lại mô hình để tìm một bộ tham số chung cho các sản phẩm mưa vệ tinh. Nghiên cứu sử dụng năm sản phẩm mưa vệ tinh trên lưu vực Nông Sơn, tỉnh Quảng Nam. Các sản phẩm mưa vệ tinh và số liệu mưa trạm đo lần lượt được sử dụng làm số liệu đầu của mô hình bán phân bố SWAT để mô phỏng dòng

chảy trong thời đoạn 2003-2009. Khả năng dự báo dòng chảy của các sản phẩm mưa vệ tinh được đánh giá trong thời đoạn 2010-2016.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vùng nghiên cứu

Lưu vực Nông Sơn, tỉnh Quảng Nam với diện tích 3164 km², nằm trong phạm vi từ 14,974°N đến 15,685°N và từ 107,838°E đến 108,178°E (Hình). Độ dốc bề mặt địa hình của lưu vực thay đổi từ 0° đến 88°, độ dốc phân bố chủ yếu từ 5° đến 27°. Độ cao địa hình thay đổi từ -24 m đến 2580 m. Lưu vực có 51,8% là đất nông nghiệp, 45,5% là đất rừng, 1,0% là đất đô thị và 1,7% là bề mặt nước. Điều kiện thổ nhưỡng của lưu vực bao gồm 7,3% là đất cát, 34,6% là đất sét và 58,1% là đất bùn. Lưu vực có một trạm thủy văn cấp I (Nông Sơn) và sáu trạm khí tượng nằm trên và lân cận lưu vực.



Hình 1. Vùng nghiên cứu a) bản đồ địa hình và vị trí các trạm khí tượng, thủy văn, b) bản đồ sử dụng đất, và c) bản đồ thổ nhưỡng của lưu vực Nông Sơn-Quảng Nam

2.2 Số liệu mưa trạm đo và sản phẩm mưa vệ tinh

Số liệu mưa ngày tại sáu trạm đo mưa với trọng số tương ứng: Thành Mỹ (0,023), Hiệp Đức (0,185), Nông Sơn (0,085), Trà My (0,461), Khâm Đức (0,098) và Tiên Phước (0,148) được dùng để tính toán lượng mưa bình quân lưu vực theo phương pháp đa giác Thiessen.

Các thuật toán tạo ra các sản phẩm mưa vệ tinh thường kết hợp thông tin của cảm biến siêu cao

tần MW (*microwave*) với thông tin của cảm biến hồng ngoại IR (*infrared*). Huffman et al. (2007) đã đề xuất phương pháp TMPA (*TRMM Multisatellite Precipitation Analysis*) sử dụng dữ liệu MW để hiệu chỉnh lượng mưa ước tính từ IR từ đó tạo ra sản phẩm mưa TMPA 3B42RT và TMPA 3B42, lần lượt là sản phẩm theo thời gian thực và sản phẩm đã hiệu chỉnh. Các sản phẩm này phụ thuộc chủ yếu vào dữ liệu MW để ước tính lượng mưa. Sorooshian et al. (2000) đã sử

dụng thuật toán mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) để xây dựng mối quan hệ giữa dữ liệu IR và dữ liệu MW, từ đó tạo ra các sản phẩm mưa PERSIANNRT và PERSIANN CDR lần lượt là sản phẩm theo thời gian thực và sản phẩm mưa đã hiệu chỉnh. Khác với các sản phẩm TMPA, các sản phẩm PERSIANN được xây dựng chủ yếu dựa vào dữ liệu IR. Sản phẩm mưa vệ tinh MSWEP là sự kết hợp từ số liệu mưa trạm đo, dữ liệu mưa vệ tinh và số liệu mưa từ các mô hình khí tượng (Beck et al. 2017a). Trọng số được gán cho số liệu trạm đo phụ thuộc vào mật độ lưới trạm, còn trọng số được gán cho số liệu vệ tinh và số liệu mô hình khí tượng phụ thuộc vào độ chính xác của các sản phẩm này so với trạm đo lân cận.

2.3 Mô hình thủy văn SWAT

SWAT (Soil & Water Assessment Tool) là mô hình thủy văn bán phân bố được phát triển bởi Trung tâm phục vụ nghiên cứu nông nghiệp thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ và Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ (Arnold 1994). Mô hình SWAT cho phép mô phỏng quá trình vật lý trong một lưu vực và cho phép phân chia lưu vực thành các tiểu lưu vực, các đơn vị thủy văn (HRU) dựa trên bản đồ sử dụng đất, điều kiện địa hình, thổ nhưỡng để mô phỏng chi tiết hơn theo không gian. Thông tin chi tiết về mô hình được trình bày trong SWAT User's Manual version 2000 (Neitsch et al. 2002). Mô hình SWAT được thiết lập với các số liệu đầu vào như trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Dữ liệu đầu vào của mô hình SWAT

Dữ liệu đầu vào	Độ phân giải	Nguồn
Số liệu địa hình NASADEM	30m x 30m	USGS (https://earthexplorer.usgs.gov/)
Số liệu mưa và nhiệt độ	Điểm/ Ngày	Đài KTTV khu vực Trung Trung Bộ
Bản đồ sử dụng đất và phân loại đất	30m x 30m/ Trung bình nhiều năm	Dự án LUCCi (Nauditt and Ribbe 2017)

Mô hình được hiệu chỉnh dựa vào số liệu dòng chảy thực đo tại trạm thủy văn Nông Sơn với thời đoạn từ 1/3/2003 đến 31/12/2009, trong đó thời đoạn 1/3/2003 đến 31/12/2003 được sử dụng làm giai đoạn khởi tạo mô hình (*warm-up*). Các trận lũ lớn trong giai đoạn hiệu chỉnh tương tự như thời đoạn kiểm định (2010-2016). Công cụ SWAT-CUP (SWAT Calibration and Uncertainty Procedure) với thuật toán SUFIO-2 (Sequential Uncertainty Fitting) được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Hàm mục tiêu là tối đa chỉ số Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) giữa dòng chảy mô phỏng và dòng chảy thực đo.

Nghiên cứu đã thực hiện hai cách hiệu chỉnh khác nhau đối với dòng chảy mô phỏng từ các sản phẩm mưa vệ tinh. Cách thứ nhất là hiệu chỉnh dòng chảy mô phỏng từ số liệu mưa trạm đo và sau đó chạy lại mô hình với từng sản phẩm mưa vệ tinh khác nhau. Cách tiếp cận thứ nhất này giúp đánh giá ảnh hưởng của sai số của sản phẩm mưa

vệ tinh đến việc mô phỏng dòng chảy. Cách thứ hai là hiệu chỉnh mô hình để tìm ra bộ tham số chung cho năm sản phẩm mưa vệ tinh cho lưu vực Nông Sơn. Cách tiếp cận này giúp đánh giá ảnh hưởng của các nguồn dữ liệu khác nhau đến quá trình hiệu chỉnh và kiểm định, qua đó có thể hiểu được khả năng bù đắp sai số của mô hình SWAT nhằm giảm sai số ở kết quả mô phỏng.

2.4 Phương pháp đánh giá

Kết quả mô phỏng dòng chảy đã được so sánh với dòng chảy thực đo thông qua các tiêu chí thống kê như hệ số tương quan tuyến tính (R), căn bậc hai của sai số bình phương trung bình (RMSE) và hệ số Nash-Sutcliffe (NSE),

$$R = \frac{\sum (q_i^{sim} - \bar{q}^{sim})(q_i^{obs} - \bar{q}^{obs})}{\sqrt{\sum (q_i^{sim} - \bar{q}^{sim})^2 \sum (q_i^{obs} - \bar{q}^{obs})^2}} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (q_i^{sim} - q_i^{obs})^2}{N}} \quad (2)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum (q_i^{sim} - q_i^{obs})^2}{\sum (q_i^{obs} - \bar{q}^{obs})^2} \quad (3)$$

trong đó Q^{sim} và Q^{obs} lần lượt là dòng chảy mô phỏng và dòng chảy thực đo theo ngày, $\overline{Q^{sim}}$ và $\overline{Q^{obs}}$ lần lượt là giá trị trung bình của dòng chảy mô phỏng và dòng chảy thực đo, và N là tổng số dữ liệu.

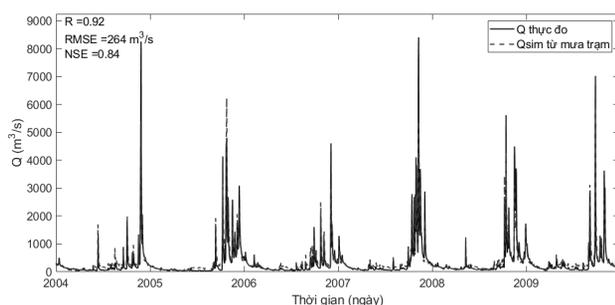
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình với số liệu mưa trạm đo và sai lệch trong thời gian mô phỏng đỉnh lũ

3.1.1 Hiệu chỉnh mô hình (2003-2009)

Bảng 3. Bộ thông số mô hình SWAT với giá trị hiệu chỉnh và khoảng giá trị cho phép

TT	Thông số	Ký hiệu	Hiệu chỉnh	Min	Max
1	Chỉ số CN ứng với điều kiện ẩm II	CN2	90	35	98
2	Suất phản chiếu của đất	SOL_ALB	0,13	0	0,25
3	Chiều dài độ dốc trung bình (m)	SLSUBBSN	100	10	150
4	Độ dẫn thủy lực bão hòa (mm/giờ)	SOL_K	0,18	0	2000
5	Độ dày lớp đất (mm)	SOL_Z	0,4	0	3500
6	Hệ số dẫn thủy lực của kênh nhánh (mm/giờ)	CH_K1	100	0	300
7	Hệ số dẫn thủy lực của kênh chính (mm/giờ)	CH_K2	10	0,01	500
8	Khả năng trữ nước của đất	SOL_AWC	0,25	0	1
9	Độ che phủ lớn nhất (mm)	CANMX	8.0	0	100
10	Hệ số nhám của kênh chính	CH_N1	15	0,01	30
11	Hệ số nhám của kênh chính	CH_N2	0,15	0,01	0,3
12	Hệ số tiết giảm dòng chảy ngầm (l/ngày)	ALPHA_BF	0,1	0	1
13	Thời gian trữ nước tầng ngầm (ngày)	GW_DELAY	30	0	500
14	Hệ số dòng chảy ngầm	GW - REVAP	0,05	0,02	0,2
15	Ngưỡng sinh dòng thấm xuống tầng sâu (mm)	REVAPMN	150	0	500
16	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	GWQMN	1000	0	5000
17	Hệ số trễ dòng chảy mặt (ngày)	SURLAG	10	0,05	24
18	Hệ số bốc hơi của đất	ESCO	0,95	0	1
19	Hệ số thấm ở tầng nước sâu	RCHRG_DP	0.5	0	1
20	Chiều cao cột nước ngầm ban đầu (m)	GWHT	0,17	0	25



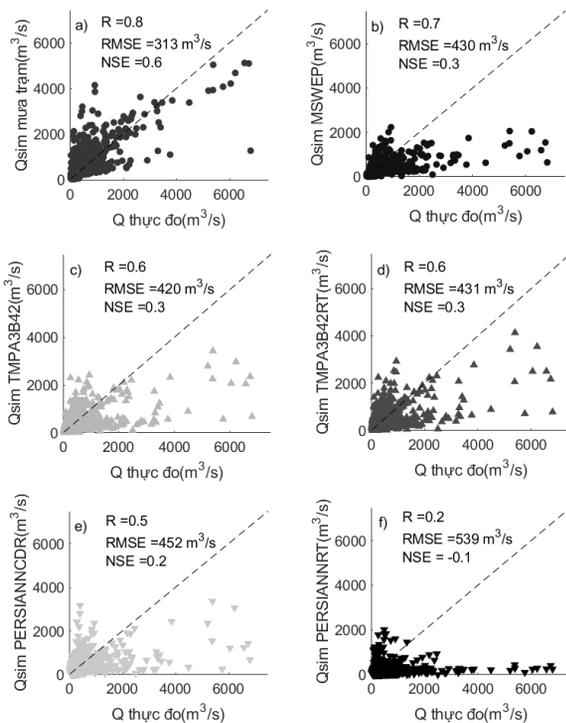
Hình 2. So sánh giữa dòng chảy mô phỏng và dòng chảy thực đo trong giai đoạn hiệu chỉnh mô hình với số liệu đầu vào là mưa trạm đo.

Mô hình SWAT được hiệu chỉnh với số liệu dòng chảy thực đo trong giai đoạn 2003-2009 với số liệu đầu vào là mưa trạm. Kết quả của bộ tham số hiệu chỉnh được thể hiện trong Bảng 3. Hình mô tả kết quả so sánh dòng chảy mô phỏng từ mưa trạm đo với dòng chảy thực đo. Mặc dù đỉnh lũ mô phỏng là nhỏ hơn đỉnh lũ thực đo (RMSE=264 m³/s) nhưng chỉ số tương quan R (0,92) và hệ số NSE (0,84) là khá tốt cho thấy khả năng mô phỏng dòng chảy của mô hình trong bước hiệu chỉnh.

3.1.2 Kiểm định mô hình (2010-2016)

Các sản phẩm mưa vệ tinh và mưa trạm đo trong giai đoạn 2010-2016 lần lượt được sử dụng làm số liệu đầu vào để kiểm định mô hình. Kết quả so sánh mô phỏng và thực đo trong giai đoạn kiểm định được thể hiện trong Hình 3. Bộ tham số được hiệu chỉnh với số liệu mưa trạm nên kết quả kiểm định của dòng chảy mô phỏng từ mưa trạm cho kết quả tốt nhất (Hình 3a) với R=0,8 và NSE =0,6. Kết quả ở Hình 3b-f cho thấy dòng chảy mô

phông từ các sản phẩm mưa vệ tinh đều thiên bé so với thực đo. Tổng lượng dòng chảy mô phỏng từ các sản phẩm mưa vệ tinh đều thiên bé so với tổng lượng dòng chảy thực đo (MSWEP 49,9%, TMPA 3B42 25,1%, TMPA 3B42RT 12,7%, PERSIANN CDR 29,0% và PERSIANN RT 62,1%). Để phân tích nguyên nhân của sai khác này, tổng lượng mưa trung bình trên lưu vực cho thời đoạn kiểm định của tất cả các sản phẩm mưa vệ tinh được so sánh với giá trị này của số liệu mưa trạm đo. Kết quả so sánh cho thấy tổng lượng mưa trung bình lưu vực của các sản phẩm mưa vệ tinh đều thiên bé (MSWEP -39,6%, TMPA 3B42 -25,2%, TMPA 3B42RT -8,5%, PERSIANN CDR -21,5% và PERSIANN RT -53,3%). Kết quả này chỉ ra rằng sự thiên bé trong lượng mưa của các sản phẩm mưa vệ tinh đã dẫn đến sự thiên bé trong dòng chảy mô phỏng.

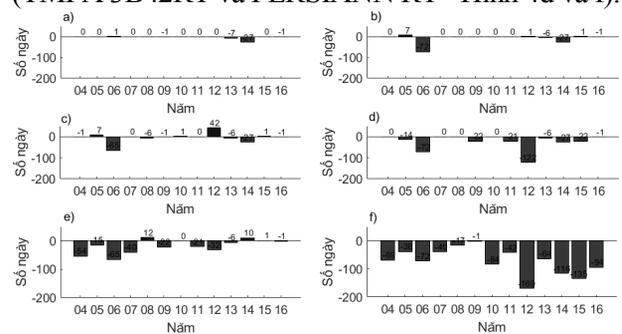


Hình 3. So sánh kết quả mô phỏng và thực đo trong giai đoạn kiểm định với bộ tham số được hiệu chỉnh từ số liệu mưa trạm đo cho các số liệu đầu vào lần lượt là (a) mưa trạm, (b) MSWEP, (c) TMPA 3B42, (d) TMPA 3B42RT, (e) PERSIANN CDR, (f) PERSIANN RT

Kết quả cũng cho thấy dòng chảy mô phỏng từ các sản phẩm mưa TMPA 3B42 và TMPA 3B42RT (Hình 3c và d) tốt hơn kết quả từ các sản phẩm PERSIANN CDR và PERSIANN RT (Hình 3e và f). Điều đó cho thấy các sản phẩm mưa vệ tinh sử dụng dữ liệu siêu cao tần MW tốt hơn các sản phẩm mưa vệ tinh sử dụng dữ liệu hồng ngoại IR.

3.1.3 Sai lệch về thời gian mô phỏng đỉnh lũ

Phương pháp mỗi năm chọn một đỉnh lũ lớn nhất được sử dụng để lựa chọn đỉnh lũ. Thời gian đỉnh lũ mô phỏng từ các nguồn dữ liệu mưa khác nhau được so sánh với thời gian đỉnh lũ thực đo. Kết quả cho thấy số liệu mưa trạm cho sai lệch về thời gian đỉnh nhỏ nhất (Hình 4a), ngược lại PERSIANN RT cho kết quả kém nhất (Hình 4f). Hầu hết các sản phẩm mưa vệ tinh đều mô phỏng thời gian đỉnh lũ sớm hơn so với thời gian đỉnh lũ thực đo, đặc biệt là PERSIANN RT. Sản phẩm này đo mưa không trực tiếp, mà sử dụng quan hệ giữa nhiệt độ tầng trên của đám mây và cường độ mưa mặt đất để ước tính mưa. Tuy nhiên không phải nhiệt độ mây nào thấp cũng gây ra mưa. Do đó sự kiện mưa gây ra lũ của sản phẩm này có thể ước tính sớm hơn so với thực tế. Các sản phẩm mưa hiệu chỉnh (TMPA 3B42 và PERSIANN CDR - Hình 4c và e) hay (MSWEP - Hình b) cho kết quả mô phỏng thời gian đỉnh lũ tốt hơn các sản phẩm mưa chỉ sử dụng dữ liệu vệ tinh (TMPA 3B42RT và PERSIANN RT - Hình 4d và f).



Hình 4. Thời gian sai lệch đỉnh lũ lớn nhất hằng năm (2004-2016) giữa dòng chảy thực đo và dòng chảy mô phỏng từ (a) mưa trạm đo, (b) MSWEP, (c) TMPA 3B42, (d) TMPA 3B42RT, (e) PERSIANN CDR, (f) PERSIANN RT.

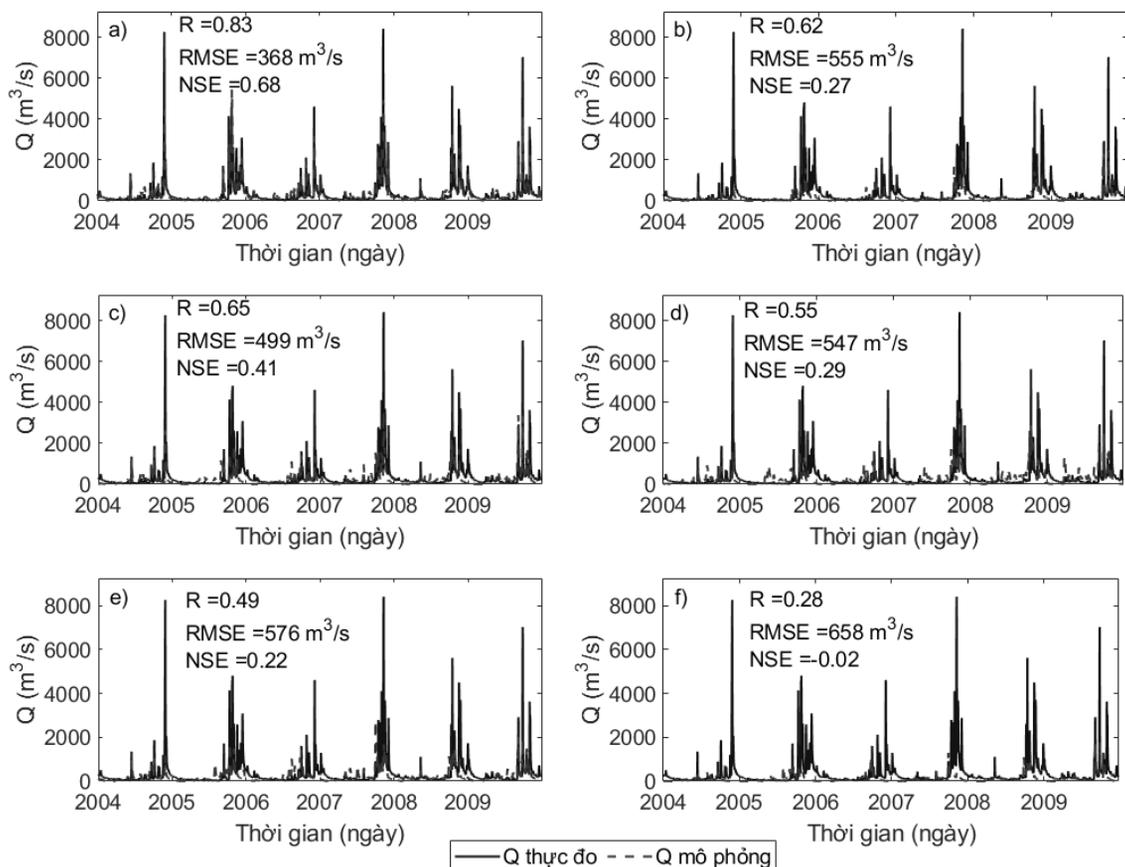
Giá trị dương (màu xanh) thể hiện đỉnh lũ mô phỏng xuất hiện trễ hơn đỉnh lũ thực đo. Giá trị âm (màu đỏ) thể hiện đỉnh lũ mô phỏng xuất hiện sớm hơn đỉnh lũ thực đo.

3.2 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định lại mô hình với các sản phẩm mưa vệ tinh

Stisen and Sandholt (2010) và Thiemig et al. (2012) đã chỉ ra rằng hiệu chỉnh lại mô hình cho từng sản phẩm mưa vệ tinh có thể cải thiện được kết quả mô phỏng. Khác với các nghiên cứu trước đây, nghiên cứu này giả sử rằng có thể tìm được một bộ tham số chung cho nhiều sản phẩm mưa vệ tinh, từ đó có thể áp dụng cho các số liệu đầu vào khác nhau mà không cần phải hiệu chỉnh lại mô hình.

Nghiên cứu hiệu chỉnh lại mô hình đồng thời

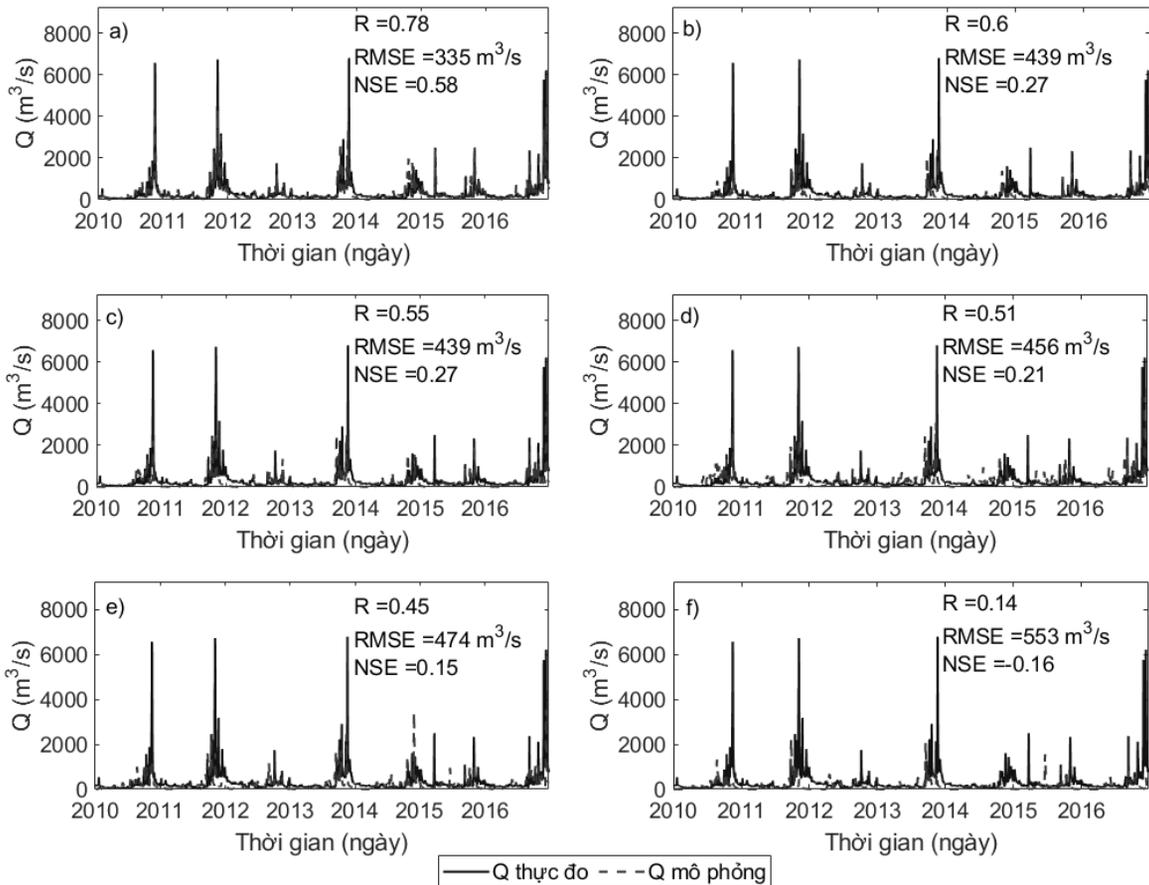
cho năm sản phẩm mưa vệ tinh để tìm một bộ tham số chung. Việc hiệu chỉnh lại mô hình với hàm mục tiêu là tối đa giá trị trung bình NSE của năm dòng chảy mô phỏng cho giai đoạn 2003-2009. Hình 5 biểu diễn kết quả so sánh dòng chảy mô phỏng từ 01 bộ tham số chung hiệu chỉnh lại với dòng chảy thực đo. Kết quả cho thấy rằng mặc dù hệ số tương quan R của hầu hết các sản phẩm mưa vệ tinh đều lớn 0,5 nhưng không có sản phẩm mưa vệ tinh nào cho kết quả hệ số NSE lớn hơn 0,5.



Hình 5. So sánh dòng chảy thực đo và dòng chảy mô phỏng sử dụng 01 bộ tham số chung hiệu chỉnh lại từ các số liệu đầu vào lần lượt là (a) mưa trạm đo, (b) MSWEP, (c) TMPA 3B42, (d) TMPA 3B42RT, (e) PERSIANN CDR, (f) PERSIANN RT

Kết quả kiểm định ở Hình 6 cho thấy không có sản phẩm mưa vệ tinh nào cho kết quả mô phỏng phù hợp với số liệu thực đo ($NSE < 0,5$). Kết quả này cho thấy rằng rất khó để tìm được một bộ tham số chung cho nhiều sản phẩm mưa vệ tinh khác nhau. Khi hiệu chỉnh lại mô hình cho từng sản phẩm cụ

thể, mô hình có khả năng bù đắp ảnh hưởng của sai số từ số liệu đầu vào lên kết quả mô phỏng, do đó có thể cải thiện được kết quả mô phỏng. Do đó, kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng việc tìm một bộ tham số dùng chung cho nhiều sản phẩm mưa vệ tinh cho một lưu vực cụ thể là khó có thể đạt được.



Hình 6. So sánh kết quả mô phỏng và thực đo trong giai đoạn kiểm định với 01 bộ tham số chung được hiệu chỉnh từ năm sản phẩm mưa vệ tinh cho các số liệu đầu vào lần lượt là (a) mưa trạm, (b) MSWEP, (c) TMPA 3B42, (d) TMPA 3B42RT, (e) PERSIANN CDR, (f) PERSIANN RT

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tiến hành đánh giá khả năng của năm sản phẩm mưa vệ tinh để mô phỏng dòng chảy. Một số kết luận được rút ra từ kết quả nghiên cứu như sau:

(1) Sai số trong các sản phẩm mưa vệ tinh là khá lớn và có thể làm cho kết quả mô phỏng thiên bé so với thực đo.

(2) Trong các sản phẩm mưa vệ tinh, các sản phẩm sử dụng thông tin từ sóng siêu cao tần (MW) như TMPA 3B42 và TMPA 3B42RT cho kết quả tốt hơn các sản phẩm sử dụng dữ liệu sóng hồng ngoại (IR) như PERSIANN CDR và PERSIANN RT.

(3) Thời gian mô phỏng đỉnh lũ từ các sản phẩm mưa vệ tinh thường xuất hiện sớm hơn so với thời gian đỉnh lũ thực tế. Những hạn chế trong thuật toán ước tính mưa dựa vào

quan hệ giữa nhiệt độ tầng trên của đám mây và cường độ mưa mặt đất có thể là nguyên nhân dẫn đến sai lệch về thời gian mưa gây lũ, và có thể dẫn đến sai lệch trong thời gian xuất hiện đỉnh lũ.

(4) Kết quả không tốt của việc hiệu chỉnh lại mô hình cho nhiều sản phẩm mưa vệ tinh chỉ ra rằng rất khó có thể tìm được một bộ tham số chung cho nhiều sản phẩm mưa vệ tinh khác nhau cho một lưu vực cụ thể. Việc hiệu chỉnh lại mô hình chỉ nên áp dụng cho từng sản phẩm mưa vệ tinh để cải thiện kết quả mô phỏng.

Những kết luận này được rút ra từ kết quả phân tích của năm sản phẩm mưa vệ tinh với mô hình SWAT được áp dụng trên lưu vực Nông Sơn với các điều kiện về khí hậu, thổ nhưỡng và địa hình xác định. Chúng tôi hy vọng rằng kết quả của

nghiên cứu này phần nào giúp hiểu tốt hơn khả năng sử dụng các sản phẩm mưa vệ tinh trong các mô hình thủy văn để mô phỏng và dự báo dòng chảy ở Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa-Đại học Đà Nẵng với đề tài có mã số: T2020-02-22.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Arnold, J. (1994). *SWAT-soil and water assessment tool*
- Beck, H.E., van Dijk, A.I.J.M., Levizzani, V., Schellekens, J., Miralles, D.G., Martens, B., & de Roo, A. (2017a). *MSWEP: 3-hourly 0.25deg: global gridded precipitation (1979-2015) by merging gauge, satellite, and reanalysis data*. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21, 589-615
- Beck, H.E., Vergopolan, N., Pan, M., Levizzani, V., van Dijk, A.I., Weedon, G.P., Brocca, L., Pappenberger, F., Huffman, G.J., & Wood, E.F. (2017b). *Global-scale evaluation of 22 precipitation datasets using gauge observations and hydrological modeling*. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21, 6201-6217
- Huffman, G.J., Bolvin, D.T., Nelkin, E.J., Wolff, D.B., Adler, R.F., Gu, G., Hong, Y., Bowman, K.P., & Stocker, E.F. (2007). *The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales*. *Journal of Hydrometeorology*, 8, 38-55
- Kidd, C., Becker, A., Huffman, G.J., Muller, C.L., Joe, P., Skofronick-Jackson, G., & Kirschbaum, D.B. (2017). *So, how much of the Earth's surface is covered by rain gauges?* *Bulletin of the American Meteorological Society*, 98, 69-78
- Maggioni, V., Sapiano, M.R., & Adler, R.F. (2016). *Estimating uncertainties in high-resolution satellite precipitation products: Systematic or random error?* *Journal of Hydrometeorology*, 17, 1119-1129
- Nauditt, A., & Ribbe, L. (2017). *Land use and climate change interactions in central Vietnam*. Springer
- Neitsch, S., Arnold, J., Kiniry, J., Srinivasan, R., & Williams, J.J.G.r. (2002). *Soil and water assessment tool user's manual version 2000*, 202
- Seibert, J., Vis, M.J.J.H., & Sciences, E.S. (2012). *Teaching hydrological modeling with a user-friendly catchment-runoff-model software package*, 16, 3315-3325
- Serrat - Capdevila, A., Valdes, J.B., & Stakhiv, E.Z.J.J.o.t.A.W.R.A. (2014). *Water management applications for satellite precipitation products: Synthesis and recommendations*, 50, 509-525
- Sorooshian, S., Hsu, K.-L., Gao, X., Gupta, H.V., Imam, B., & Braithwaite, D.J.B.o.t.A.M.S. (2000). *Evaluation of PERSIANN system satellite-based estimates of tropical rainfall*, 81, 2035-2046
- Stisen, S., & Sandholt, I.J.H.P.A.I.J. (2010). *Evaluation of remote - sensing - based rainfall products through predictive capability in hydrological runoff modelling*, 24, 879-891
- Thiemig, V., Rojas, R., Zambrano-Bigiarini, M., Levizzani, V., & De Roo, A.J.J.o.H. (2012). *Validation of satellite-based precipitation products over sparsely gauged African river basins*, 13, 1760-1783
- Tian, Y., & Peters - Lidard, C.D. (2010). *A global map of uncertainties in satellite - based precipitation measurements*. *Geophysical Research Letters*, 37
- Xie, P., Janowiak, J.E., Arkin, P.A., Adler, R., Gruber, A., Ferraro, R., Huffman, G.J., & Curtis, S.J.J.o.C. (2003). *GPCP pentad precipitation analyses: An experimental dataset based on gauge observations and satellite estimates*, 16, 2197-2214

Abstract:
**EVALUATION OF SATELLITE PRECIPITATION PRODUCTS THROUGH
STREAMFLOW SIMULATION IN A HYDROLOGIC MODEL**

The aim of this study is to evaluate satellite precipitation products (MSWEP, TMPA 3B42, TMPA 3B42RT, PERSIANN CDR, PERSIANN RT) through streamflow simulation in a hydrologic model SWAT in Nong Son catchment, Quang Nam province. The results indicate that there are substantial errors in satellite precipitation products in comparison to rain gauge, consequently this leads to variation in streamflow simulation. Satellite precipitation products derived from TMPA algorithm primarily using microwave data outperform those derived from PERSIANN algorithm mainly depending on infrared data in terms of streamflow simulation and peak timing. This study recalibrates the model with corresponding multisource of satellite precipitation products. The recalibration results show that it is difficult to estimate an optimal parameter set that can be used to simulate streamflow from different forcing input data.

Keywords: Satellite precipitation, hydrologic model SWAT, calibration, validation, Nong Son.

Ngày nhận bài: 20/5/2021

Ngày chấp nhận đăng: 11/6/2021