

DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.237

ĐÁNH GIÁ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG NƯỚC MÙA LŨ TẠI TRẠM VÀM NAO

Phạm Thị Thu Hoa* và Phạm Mỹ Hạnh

Khoa Sư phạm, Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Phạm Thị Thu Hoa (email: pthoa@agu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 07/02/2022

Ngày nhận bài sửa: 06/08/2022

Ngày duyệt đăng: 30/08/2022

Title:

Evaluation the discharge measurement in flood season at the gauging Vam Nao station

Từ khóa:

Khu vực sông Vàm Nao, lưu lượng nước mùa lũ, lưu lượng nước thực đo, phần mềm Telemac 2D, phương pháp tính toán lưu lượng nước

Keywords:

Discharge in flood season, measured flow rate, method of calculating discharge, Telemac 2D software, Vam Nao river

ABSTRACT

The measured discharge data at gauging stations are used in many areas such as transportation, irrigation and agriculture. Vam Nao River joins between Tien river and Hau river. This river has complex flow structures. Thus, the calculation of water flow in this river needs an authentic and accurate method. The main objectives of this paper were to evaluate the methods for calculating discharge in the Vam Nao gauging station. An adequate method was proposed to calculate the discharge on flood season at the Vam Nao station. In particular, the results of this paper use the result of two-dimensional hydrodynamic model which is simulated on the Telemac 2D software for the area from the Chau Doc gauging station and the Tan Chau gauging station down to the Long Xuyen gauging station and the Cho Moi gauging station. Based on the measured data and the results of this model, the measured discharge data at the Vam Nao gauging station in 2017 was tested and evaluated. The results showed that the measured discharge data in flood season at Vam Nao station needs to be improved and the technique of measuring discharge data in dry season should be applied in flood season

TÓM TẮT

Dữ liệu lưu lượng nước thực đo tại các trạm quan trắc được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như giao thông vận tải, thủy lợi và nông nghiệp. Tại vị trí sông Vàm Nao, nơi hợp lưu của sông Tiền và sông Hậu, cơ chế dòng chảy phức tạp, việc tính toán lưu lượng nước cần sự chính xác cao. Bài viết này dựa trên kết quả mô hình dòng chảy hai chiều được tính toán trên phần mềm Telemac 2D cho khu vực nghiên cứu từ trạm Châu Đốc và trạm Tân Châu xuống đến trạm Long Xuyên và trạm Chợ Mới. Mục tiêu chính của bài viết là đánh giá phương pháp tính toán lưu lượng nước mùa lũ tại trạm Vàm Nao. Dữ liệu lưu lượng nước thực đo mùa lũ tại trạm Vàm Nao năm 2017 được kiểm tra và đánh giá lại, từ đó có cơ sở để khẳng định rằng phương pháp tính toán lưu lượng mùa lũ tại trạm Vàm Nao cần được khắc phục và đề xuất phương pháp hợp lý để tính toán lưu lượng nước mùa lũ là nên dùng chế độ đo và phương pháp tính toán ở mùa kiệt tại trạm Vàm Nao.

1. GIỚI THIỆU

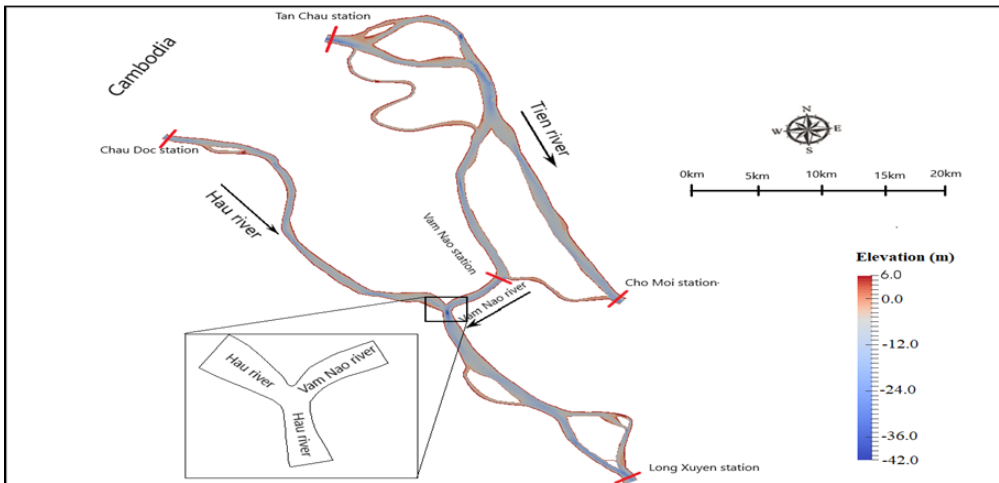
Lưu lượng nước là một thể tích nước chảy qua một tiết diện ngang của dòng chảy trong một đơn vị thời gian, ký hiệu là Q (m³/s). Các phương pháp tính

toán lưu lượng nước là một bộ phận của các phép đo đạc thủy văn được tiến hành tại các trạm quan trắc. Các dữ liệu lưu lượng nước thực đo này được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như giao thông vận tải,

thủy lợi và nông nghiệp. Tại các trạm thủy văn, sau khi thu thập các dữ liệu về quan trắc, mực nước, vận tốc, độ dốc mực nước và diện tích mặt cắt ngang dòng chảy, lưu lượng nước đi qua mặt cắt ngang dòng chảy được tính toán (Nga & Thực, 2003; Sơn & Phụng, 2003; Khôi, 2008). Có hai phương pháp để xác định lưu lượng nước phổ biến hiện nay là phương pháp đo trực tiếp và phương pháp đo gián tiếp. Phương pháp đo trực tiếp là sử dụng các máy đo để xác định lưu lượng nước. Phương pháp này có độ chính xác cao, nhưng chi phí đo đạc cũng cao (Tánh và ctv., 2021). Phương pháp đo gián tiếp phổ biến là phương pháp xác định lưu lượng nước theo vận tốc dòng chảy và diện tích mặt cắt ngang của dòng. Việc xác định lưu lượng nước thực đo theo giờ tại các trạm thủy văn là áp dụng phương pháp đo gián tiếp. Chế độ đo vận tốc dòng chảy, diện tích mặt cắt ngang và cách tính lưu lượng nước đi qua mặt cắt ngang tại các trạm quan trắc được chia làm

hai thời kỳ riêng biệt đó là đo theo chế độ mùa cạn và đo theo chế độ mùa lũ. Sai số các phương pháp đo đạc và tính toán lưu lượng nước nằm trong khoảng 5% đến 10% (Sơn & Phụng, 2003; Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012; Bộ Khoa học và Công nghệ, 2013).

Trong nghiên cứu này, kết quả của mô hình thủy lực 2D với khu vực nghiên cứu được lấy từ trạm Tân Châu và trạm Châu Đốc kéo dài đến trạm Chợ Mới và Long Xuyên (Hình 1) được sử dụng và đánh giá lại. Mô hình thủy lực này sử dụng phần mềm mã nguồn mở Telemac 2D (Canadian hydraulics centre, 2011; Ata, 2017) để mô phỏng dòng chảy cho khu vực nghiên cứu và kiểm tra luật ma sát đáy sông thuộc Dự án “Áp dụng mô hình Telemac 2D và 3D để mô phỏng dòng chảy và vận chuyển trầm tích tại khu vực ngã ba sông Hậu và sông Vàm Nao” của tỉnh An Giang (Tánh và ctv., 2021).



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

(Ghi chú: Vị trí các trạm biên của miền tính toán bao gồm trạm Tân Châu, Châu Đốc, Chợ Mới, Long Xuyên và Vàm Nao)

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG NƯỚC

Công tác đo lưu lượng tại các trạm quan trắc bao gồm các bước quan trắc mực nước tại tuyến đo thủy văn, đo vận tốc tại các thủy trực đại biểu, đo độ dốc mặt nước và tính diện tích mặt cắt ngang. Dựa vào các số liệu trên, lưu lượng mực nước được tính bằng các phương pháp khác nhau. Hiện nay, tài liệu cập nhật mới nhất về cách tính lưu lượng mực nước cho mùa lũ tại các trạm thủy văn chưa có. Các phương pháp tính toán lưu lượng nước của tác giả Sơn và Phụng (2003) và theo QCVN 47 (2012) là phương pháp phân tích, đồ giải và theo các đường đăng lưu. Trong các phương pháp này, phương pháp phân tích

là hay dùng nhất bởi tính giản đơn của nó và độ đảm bảo chính xác tương đối cao.

Phương pháp tính toán lưu lượng mùa lũ hiện nay tại trạm Vàm Nao được đánh giá dựa trên số liệu thực đo và kết quả mô hình thủy lực 2D. Các phương pháp tính toán lưu lượng được trình bày trong phần 2.1 cho cái nhìn khái quát về các phương pháp đo lưu lượng, thấy được mối quan hệ giữa lưu lượng và các đại lượng thủy văn khác.

2.1. Phương pháp phân tích theo công thức xấp xỉ

Lưu lượng nước Q được tính theo công thức xấp xỉ như sau (Sơn & Phụng, 2003):

$$Q = kv_1\omega_0 + \frac{v_1 + v_2}{2}\omega_1 + \dots + \frac{v_{n-1} + v_n}{2}\omega_{n-1} + kv_n\omega_n, \quad (1)$$

trong đó,

v_1, v_2, \dots, v_n (m/s) là vận tốc trung bình tại các thủy trực,

w_0 (m²) là diện tích từ bờ trái theo hướng dòng chảy đến thủy trực gần nhất,

w_n là diện tích từ bờ phải theo hướng dòng chảy đến thủy trực gần nhất,

$w_i, i = 1, \dots, n-1$ là diện tích từ thủy trực thứ i đến thủy trực thứ $i+1$,

k là hệ số thực nghiệm, có giá trị phụ thuộc địa hình của bờ (Son & Phụng, 2003).

Lưu ý: phương pháp phân tích theo công thức xấp xỉ, lưu lượng nước được tính không có mối tương quan đặc biệt với mực nước.

2.2 Phương pháp phân tích chính xác

Các dòng chảy đều và ổn định trên một lòng dẫn đơn giản chỉ chịu ảnh hưởng của trọng lực, lưu lượng nước Q có thể được xác định từ dữ liệu mực nước H (Nga & Thục, 2003).

Từ hệ phương trình Saint Venant cho dòng chảy 1 chiều

$$\begin{cases} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} = -gAJ \end{cases}, \quad (2)$$

trong đó

A là diện tích mặt cắt ướt,

g là hằng số gia tốc trọng trường,

J là ma sát đáy, nếu được tính bằng công thức Chézy – Manning (Nga & Thục, 2003; Epperson, 2013) có công thức sau:

$$J = \frac{n^2 Q^2}{A^2 R_h^{4/3}}, \quad (3)$$

n là hệ số nhám,

P là chu vi ướt của lòng dẫn,

$R_h = A/P$ là bán kính thủy lực.

Trong trường hợp lòng dẫn hở, bán kính thủy lực luôn có quan hệ trực tiếp với chiều sâu nước trong lòng dẫn. Có nghĩa là bán kính thủy lực là một hàm đồng biến của mực nước H ($R_h = f(H)$).

Các dòng chảy đều và ổn định trên một lòng dẫn đơn giản có nghĩa là diện tích mặt cắt ướt A và lưu lượng nước Q đều là hằng số. Từ (2), ta có độ dốc của mực nước I được tính như sau:

$$-I = \frac{\partial H}{\partial x} = -J = -\frac{n^2 Q^2}{A^2 R_h^{4/3}}. \quad (4)$$

Từ (4) ta có công thức tính lưu lượng nước Q trong trường hợp dòng chảy đều và ổn định trên một lòng dẫn đơn giản như sau:

$$Q = \frac{AR_h^{2/3} \sqrt{I}}{n} \propto AR_h^{2/3} = f(H). \quad (5)$$

Như vậy, khi cho trước độ dốc mực nước I và hệ số nhám n thì lưu lượng là một hàm đồng biến của mực nước H . Điều này có nghĩa là khi mực nước tăng thì lưu lượng tăng, đặc biệt mực nước và lưu lượng luôn cùng pha.

Để kiểm tra lại độ chính xác của dữ liệu lưu lượng thực đo bằng cách gián tiếp tại trạm Vàm Nao, nghiên cứu được thực hiện theo 3 bước. Bước một là tiến hành đo đạc trực tiếp các số liệu thủy văn trên sông Vàm Nao bằng máy ADCP với 2 đợt khảo sát trong các ngày đặc trưng của mùa kiệt từ ngày 3-6/05/2018 và lúc lũ lên từ ngày 26-28/9/2018. Từ số liệu thực đo này, biên độ và pha của lưu lượng và mực nước trên sông Vàm Nao được so sánh, số liệu thực đo bằng phương pháp trực tiếp (đo bằng máy ADCP) và gián tiếp tại trạm Vàm Nao (Tánh và ctv., 2021). Ở Bước 2, dữ liệu về lưu lượng và mực nước được trích xuất từ mô hình 2D được sử dụng để một lần nữa kiểm tra lại pha và biên độ của dữ liệu lưu lượng thực đo này tại trạm Vàm Nao. Việc sử dụng kết quả tính toán để kiểm tra lại số liệu thực đo bằng cách gián tiếp tại trạm Vàm Nao được tiến hành như sau: sau khi mô hình thủy lực hai chiều đã được hiệu chỉnh và đánh giá cho mùa kiệt từ tháng 1 đến tháng 7 năm 2017, các kịch bản này được dùng và hiệu chỉnh thông số hệ số nhám để đánh giá kết quả mô hình với số liệu đo đạc tại trạm Vàm Nao cho mùa lũ từ tháng 8 đến tháng 12 năm 2017. Pha và biên độ của lưu lượng được trích xuất từ mô hình này với dữ liệu thực đo tại trạm Vàm Nao được kiểm tra và so

sánh. Bước 3, một mô hình tính toán được đề xuất để tìm ra phương trình thực nghiệm tính lưu lượng thông qua mực nước tại trạm Vàm Nao. Từ phương trình thực nghiệm này lưu lượng tính toán được tính thông qua mực nước tính toán trích xuất từ mô hình. Pha và biên độ lưu lượng vừa tính toán được so sánh từ phương trình thực nghiệm và lưu lượng thực đo tại trạm Vàm Nao. Nếu lưu lượng tính toán được tính từ phương trình thực nghiệm này có cùng pha và biên độ với lưu lượng thực đo tại trạm Vàm Nao và thỏa điều kiện hệ số Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) của Q là lớn hơn 0,6 và hệ số NSE của H là lớn hơn 0,8 thì điều này khẳng định rằng, kết quả tính toán từ mô hình 2D là đáng tin cậy và phương pháp tính toán lưu lượng mùa lũ tại trạm Vàm Nao là chưa hợp lí.

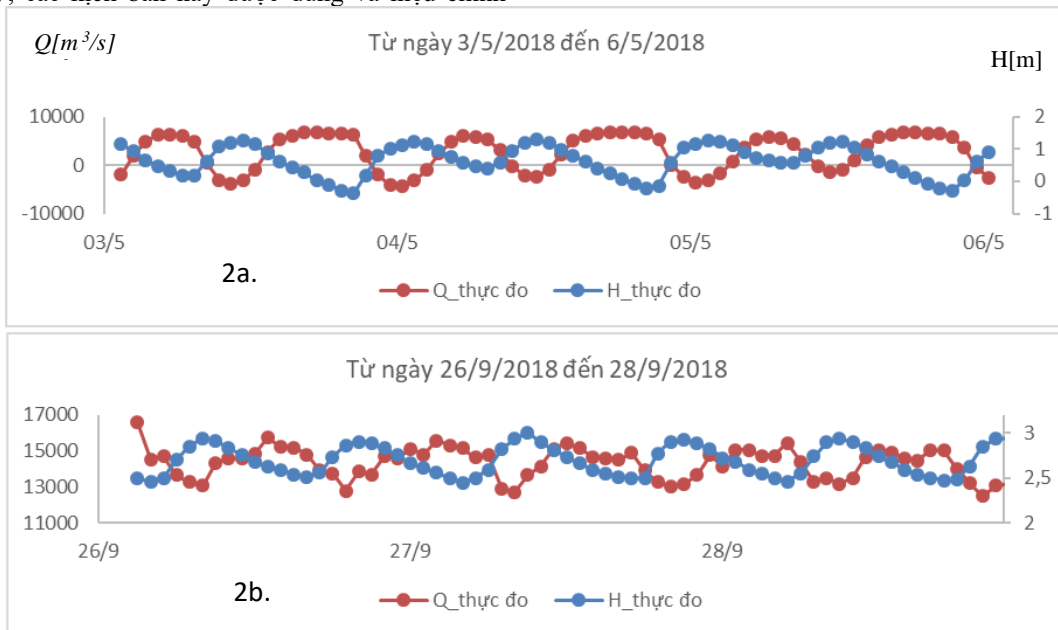
Từ kết quả độc lập của ba bước trên, phương pháp tính toán lưu lượng mùa lũ tại trạm Vàm Nao được tiến hành đánh giá.

3. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ KIỂM TRA LUẬT MA SÁT ĐÁY SÔNG KHU VỰC NGHIÊN CỨU NĂM 2017

Dữ liệu đo trực tiếp mực nước H và lưu lượng Q 2017, các kịch bản này được dùng và hiệu chỉnh

thông số hệ số nhám để đánh giá kết quả mô hình với số liệu đo đạc tại trạm Vàm Nao cho mùa lũ từ tháng 8 đến tháng 12 năm 2017. Pha và biên độ của lưu lượng được trích xuất từ mô hình này với dữ liệu thực đo tại trạm Vàm Nao được kiểm tra và so sánh. **Bước 3**, một mô hình tính toán được đề xuất để tìm ra phương trình thực nghiệm tính lưu lượng thông qua mực nước tại trạm Vàm Nao. Từ phương trình thực nghiệm này lưu lượng tính toán được tính thông qua mực nước tính toán trích xuất từ mô hình. Pha và biên độ lưu lượng vừa tính toán được so sánh từ phương trình thực nghiệm và lưu lượng thực đo tại trạm Vàm Nao. Nếu lưu lượng tính toán được tính từ phương trình thực nghiệm này có cùng pha và biên độ với lưu lượng thực đo tại trạm Vàm Nao và thỏa điều kiện hệ số Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) của Q là lớn hơn 0,6 và hệ số NSE của H là lớn hơn 0,8 thì điều này khẳng định rằng, kết quả tính toán từ mô hình 2D là đáng tin cậy và phương pháp tính toán lưu lượng mùa lũ tại trạm Vàm Nao là chưa hợp lí.

Từ kết quả độc lập của ba bước trên, phương pháp tính toán lưu lượng mùa lũ tại trạm Vàm Nao được tiến hành đánh giá.



Hình 2. So sánh pha của mực nước thực đo (H[m]) trục bên phải, lưu lượng thực đo (Q[m³/s]) trục bên trái

(Ghi chú: Hình 2a. trong ba ngày đặc trưng mùa kiệt từ 3/5/2018 đến 6/5/2018 tại hồ xói Mỹ Hội Đông (Hình 1) cho thấy pha của H thực đo và Q thực đo là ngược nhau. Hình 2b. trong ba ngày đặc trưng mùa lũ từ 26/9/2018 đến 29/9/2018 cho thấy H thực đo và Q thực đo là ngược pha với nhau)

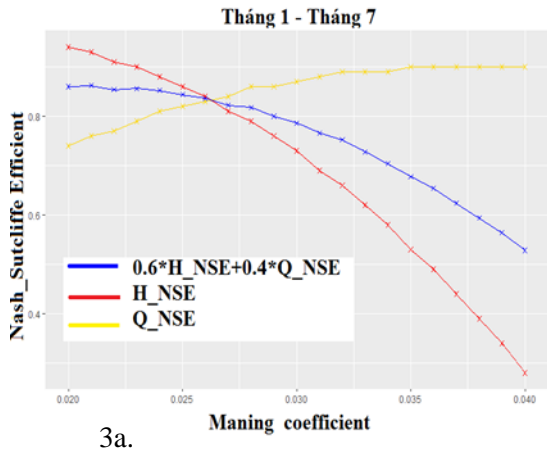
Mặc dù thời điểm 2 đợt khảo sát là vào năm 2018 và thời điểm đánh giá về dữ liệu lưu lượng nước tại trạm Vàm Nao là vào năm 2017, nhưng tính đặc trưng của dòng chảy là giống nhau. Kết quả của đợt khảo sát đưa đến kết luận là pha của lưu lượng và mực nước trên sông Vàm Nao là ngược nhau kể cả mùa lũ và mùa kiệt.

Kết quả được xây dựng từ mô hình dòng chảy 2D cho khu vực nghiên cứu với dữ liệu bình độ năm 2017 được đánh giá lại trong bài viết. Kết quả này thuộc dự án “Áp dụng mô hình Telemac 2D và 3D để mô phỏng dòng chảy và vận chuyển trầm tích tại khu vực ngã ba sông Hậu và sông Vàm Nao” của tỉnh An Giang. Mô hình này được tính toán trên phần mềm Telemac 2D. Trong năm 2017, Đài khí tượng thủy văn miền Nam đã bắt đầu chế độ đo lưu lượng nước mùa lũ vào ngày 01 tháng 8 đến ngày 15/11 (Dữ liệu do Đài khí tượng thủy văn An Giang cung cấp). Kết quả tính toán lưu lượng và mực nước

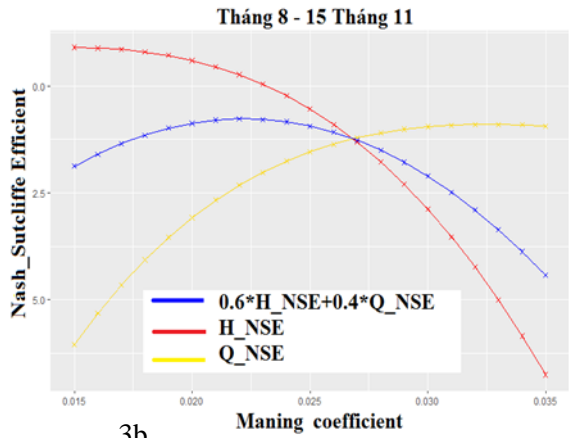
từ mô hình, mối quan hệ tương quan giữa lưu lượng thực đo và mực nước thực đo tại trạm Vàm Nao mùa kiệt từ tháng 1 đến tháng 7 và mùa lũ từ tháng 8 đến ngày 15 tháng 11 cho năm 2017 được so sánh.

3.1. Kết quả của việc cân chỉnh hệ số nhám khu vực nghiên cứu

Dựa trên việc so sánh dữ liệu lưu lượng Q và mực nước H được tính toán từ mô hình và dữ liệu lưu lượng và mực nước thực đo tại trạm Vàm Nao, mô hình đã được đánh giá và hiệu chỉnh. Để tìm được hệ số nhám thích hợp cho khu vực nghiên cứu, mô hình thủy lực hai chiều được chạy với hệ số nhám từ 0,02 đến 0,04 (mức gia tăng 0,01) cho các tháng mùa kiệt từ tháng 1 đến tháng 7 và hệ số nhám từ 0,02 đến 0,04 (mức gia tăng 0,01) cho các tháng mùa lũ từ tháng 8 đến ngày 15 tháng 11 (Hung et al. 2014; Manh et al. 2014). Tác giả dựa trên biên độ, pha và hệ số Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) để đánh giá mức độ phù hợp của mô hình.



3a.



3b.

Hình 3. So sánh hệ số NSE giữa Q(m³/s) và H(m) cho các hệ số nhám

(Ghi chú: Hình 3a. từ tháng 1 đến tháng 7 và Hình 3b. từ tháng 8 đến ngày 15 tháng 11)

$$NSE(Q) = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N (Q_{ot} - Q_{st})^2}{\sum_{t=1}^N (Q_{ot} - \bar{Q}_{ot})^2},$$

$$NSE(H) = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N (H_{ot} - H_{st})^2}{\sum_{t=1}^N (H_{ot} - \bar{H}_{ot})^2}, \quad (6)$$

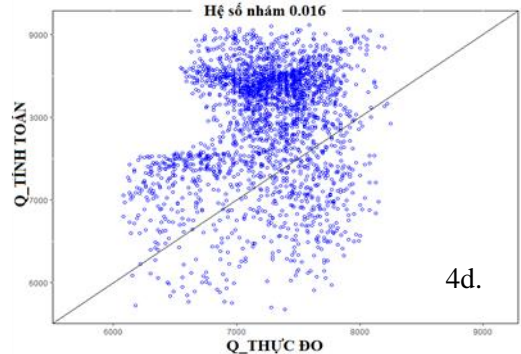
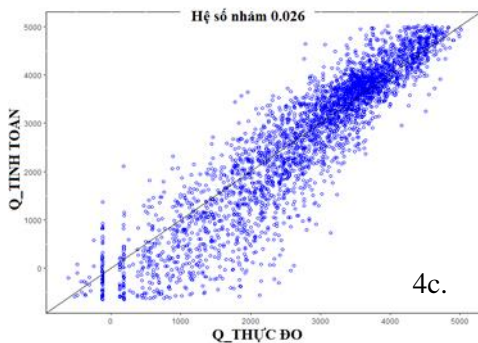
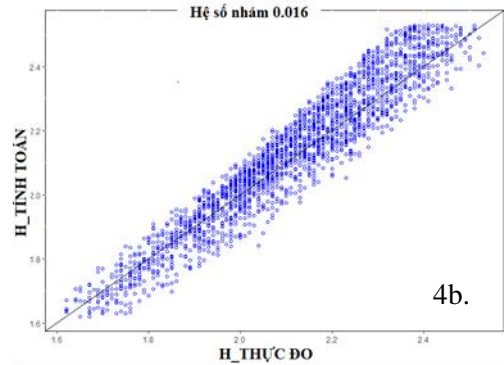
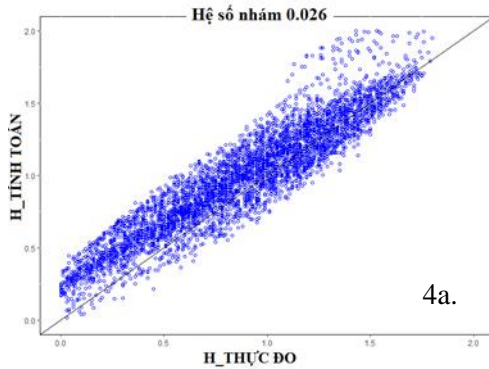
trong đó, $\bar{Q}_{ot}, \bar{H}_{ot}$ là trung bình của lưu lượng và mực nước thực đo, Q_{ot}, H_{ot} là lưu lượng và mực nước thực đo tại thời điểm t và Q_{st}, H_{st} là lưu lượng và mực nước tính toán tại thời điểm t.

Hệ số NSE càng gần 1 thì mô hình càng chính xác. Vì mức độ chính xác của việc đo mực nước là lớn hơn so với việc đo lưu lượng tại các trạm thủy văn, những hệ số nhám thỏa mãn điều kiện hệ số NSE của Q là lớn hơn 0,6 và hệ số NSE của H là lớn hơn 0,8 sẽ được chọn (Hung et al. 2014; Manh et al. 2014).

Hình 3 cho thấy có sự nghịch biến giữa hệ số NSE của H và Q khi hệ số nhám tăng dần. Đối với các tháng mùa kiệt pha của H và Q giữa thực đo và H và Q tính toán là cùng pha, thể hiện ở các hệ số NSE đều lớn hơn 0. Các tháng mùa lũ pha giữa H thực đo và H tính toán thì cùng pha, nhưng pha của Q giữa thực đo và Q tính toán thì ngược pha. Điều này thể hiện ở các hệ số NSE của Q đều thấp hơn 0.

Hệ số nhám 0,026 đã được chọn cho mùa kiệt từ tháng 1 đến tháng 7 với hệ số NSE của Q là 0,83 và

hệ số NSE của H là 0,84. Vì lưu lượng thực đo và tính toán mùa lũ bị lệch pha nên hệ số nhám được chọn dựa vào so sánh giữa mực nước thực đo và tính toán. Hệ số nhám 0,016 được chọn cho mùa lũ từ tháng 8 đến ngày 15 tháng 11, với hệ số NSE của Q là -5,32 và hệ số NSE của H là 0,89. Với hệ số NSE của Q mùa lũ là -5,32, ta thấy mô hình tính toán 2D chưa tìm lại được pha và biên độ cho lưu lượng mùa lũ.



Hình 4. Biểu đồ phân tán giữa H(m) và Q(m³/s) thực đo và tính toán

(Ghi chú: Hình 4a. H(m) mùa kiệt, Hình 4b. H(m) mùa lũ, Hình 4c. Q(m³/s) mùa kiệt và Hình 4d. Q(m³/s) mùa

3.2. Biên độ và pha giữa H, Q thực đo và tính toán

Biên độ giữa H, Q thực đo và tính toán được thể hiện qua biểu đồ phân tán ở Hình 4. Biểu đồ phân tán giữa H thực đo và tính toán của mùa kiệt và mùa lũ cho thấy biên độ giữa H thực đo và tính toán là rất gần cho ở cả mùa kiệt và mùa lũ, kể cả biên trên và biên dưới. Điều này được thể hiện là dữ liệu phân bố xung quanh đường thẳng $y = x$. Đây là đường thẳng thể hiện sự trùng khớp giữa dữ liệu thực đo và dữ liệu tính toán. Điều này còn được thể hiện ở Hình 7. Hình 7 so sánh mực nước thực đo và tính toán từ tháng 8 đến ngày 15 Tháng 11.

Đối với lưu lượng Q, pha giữa Q thực đo và H thực đo tại trạm Vàm Nao là ngược nhau ở các tháng mùa kiệt và cùng pha ở các tháng mùa lũ (Hình 6a. và 6b.). Biên độ trên giữa Q thực đo và Q tính toán là rất gần nhau ở mùa kiệt (Hình 6a.). Điều này được thể hiện là dữ liệu của Q thực đo và Q tính toán lớn hơn $3.500 m^3 / s$ được phân bố rất gần đường thẳng $y = x$ (Hình 4).

Lưu ý rằng vì khu vực tính toán chịu ảnh hưởng của triều biển đông nên khu vực xuất hiện những dòng chảy ngược. Điều này ảnh hưởng đến kết quả lưu lượng của mô hình khi triều xuống. Chính vì thế, mô hình được hiệu chỉnh dựa vào biên trên của lưu

lượng và không dựa vào biên độ bên dưới của lưu lượng.

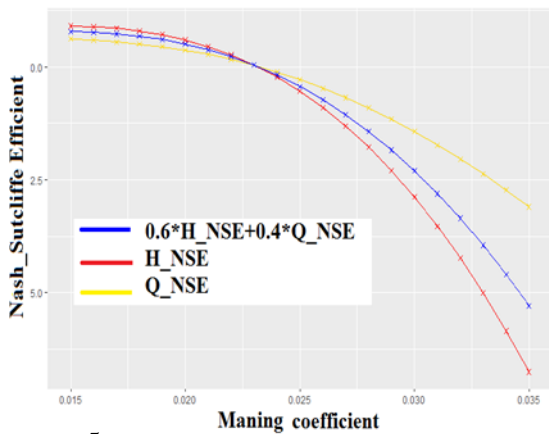
Đối với các tháng mùa lũ thì biên độ giữa Q thực đo và tính toán xuất hiện sai lệch rất lớn kể cả biên trên và biên dưới (Hình 4). Như vậy việc cân chỉnh hệ số nhằm cho kết quả về mực nước H giữa mô hình và thực đo giống nhau cả về pha và biên độ. Tuy nhiên, về lưu lượng Q thì chỉ có các tháng mùa kiệt là tìm lại được giá trị thực đo. Trong mùa lũ, cả pha và biên độ giữa giá trị Q thực đo và tính toán rất khác nhau, thậm chí về pha là ngược nhau.

Việc kiểm tra lại tính chính xác của kết quả mô hình 2D trong mùa lũ được trình bày ở Phần 4. Mô hình 2D này đã được hiệu chỉnh tốt cho mùa kiệt. Đối với mùa lũ những năm gần đây, trong khu vực nghiên cứu đã tiến hành xây dựng các đê chắn lũ để làm lúa ba vụ, nên không có hiện tượng chảy tràn

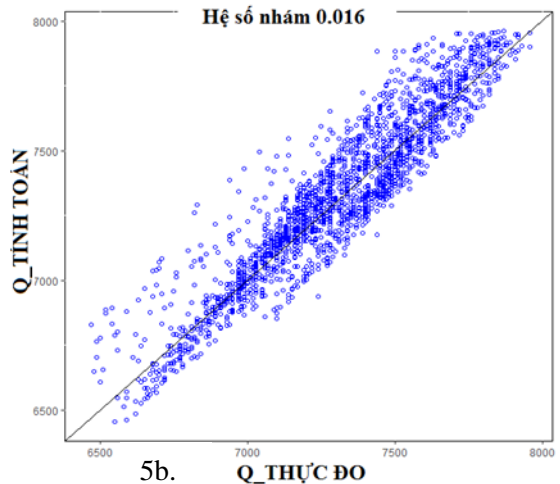
bờ. Nên lưới tính toán, biên miền tính toán và các điều kiện biên là không thay đổi so với mùa kiệt.

4. ĐÁNH GIÁ VỀ DỮ LIỆU LƯU LƯỢNG NƯỚC THỰC ĐO MÙA LŨ TẠI TRẠM VÀM NAO

Hệ số R^2 (coefficient of determination) được sử dụng để đánh giá độ mạnh của mối tương quan tuyến tính giữa lưu lượng và mực nước thực đo tại trạm Vàm Nao năm 2017. Mùa kiệt từ tháng 1 đến tháng 7, hệ số R^2 cho mỗi tương quan giữa lưu lượng và mực nước thực đo là 0,0083 ($R^2 = 0,0083$). Hệ số này cho thấy lưu lượng và mực nước thực đo bằng phương pháp gián tiếp tại trạm Vàm Nao là độc lập với nhau vào mùa kiệt.



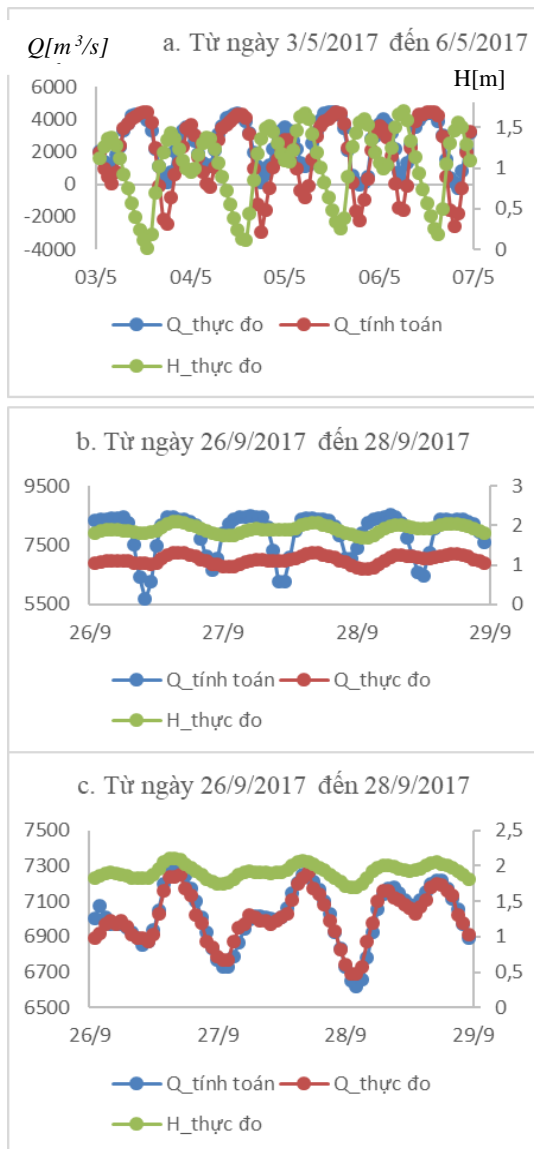
5a.



5b.

Hình 5. Hệ số NSE giữa $Q(m^3/s)$ và $H(m)$ và biểu đồ phân tán của $Q(m^3/s)$

(Ghi chú: Hình 5a. so sánh hệ số NSE giữa $Q(m^3/s)$ tính toán từ phương trình hồi quy (4.2) và $H(m)$ cho các hệ số nhóm từ tháng 8 đến ngày 15 tháng 11. Hình 5b. là biểu đồ phân tán của $Q(m^3/s)$ tính toán từ phương trình hồi quy theo Q thực đo với hệ số nhóm 0,016)



Hình 6. Pha của mực nước thực đo (H[m]), lưu lượng thực đo (Q[m³/s]) và lưu lượng tính toán

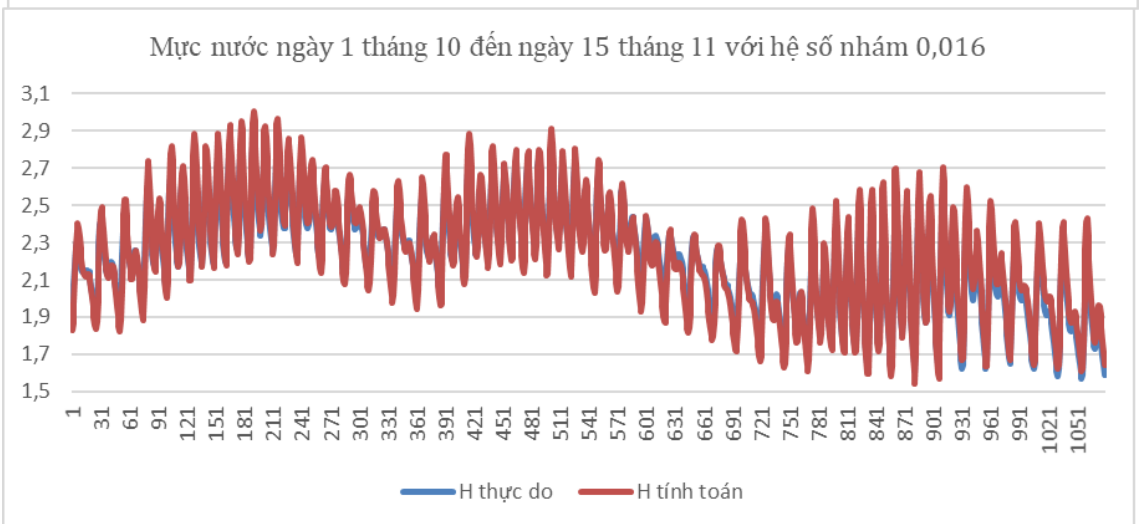
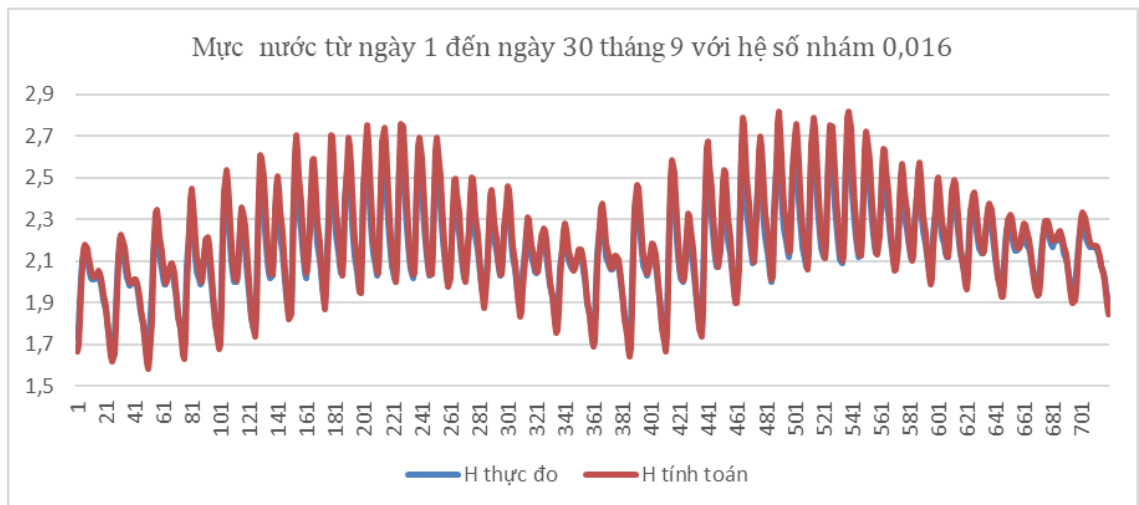
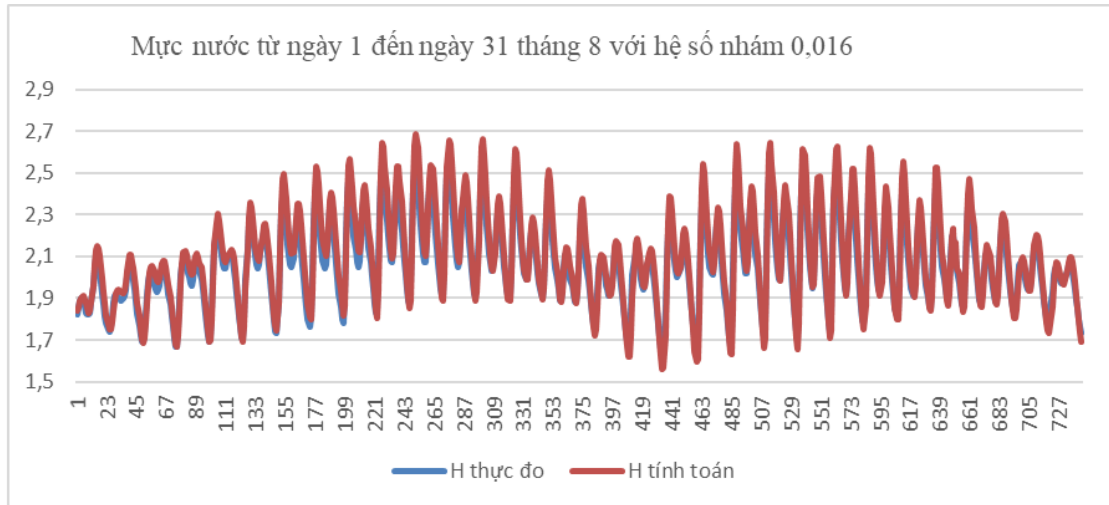
(Ghi chú: Hình 6a. trong ba ngày đặc trưng mùa kiệt từ 3/5/2017 đến 6/5/2017 tại trạm Vàm Nao cho thấy pha của H và Q là ngược nhau. Hình 6b. trong ba ngày đặc trưng mùa lũ từ 26/9/2017 đến 29/9/2017 cho thấy H_{thực đo} và Q_{thực đo} là cùng pha và cùng ngược pha với Q_{tính toán}. Hình 6c. trong ba ngày đặc trưng mùa lũ từ 26/9/2017 đến 29/9/2017 theo phương trình hồi quy (4.2))

Theo thông tin từ các trạm thủy văn, cơ chế đo đạc và tính toán lưu lượng Q mùa lũ là theo mỗi tương quan với cấp mực nước H. Căn cứ vào đó ta xác định hàm theo H để tính toán Q ($Q = f(H)$). Như vậy, có thể hiểu lưu lượng Q trong mùa lũ, cụ thể là từ 1/8 đến 15/11 không phải là giá trị thực đo như trong mùa kiệt mà là được suy từ mực nước theo một quan hệ tương quan (QCVN 47, 2013). Để giải thích sự chưa phù hợp của phương pháp tính toán lưu lượng nước mùa lũ tại trạm Vàm Nao, phương trình tính toán lưu lượng theo mực nước được tiến hành làm đơn giản tại các trạm thủy văn. Bằng cách làm đơn giản mô hình thủy lực, một phương trình thực nghiệm tính lưu lượng theo mực nước được tìm ra. Từ mực nước tính toán, phương trình thực nghiệm này được sử dụng để tính ra được lưu lượng tính toán. Lưu lượng tính toán trong trường hợp này rất gần với dữ liệu lưu lượng thực đo tại trạm Vàm Nao kể cả pha và biên độ (thậm chí trong trường hợp mô hình đã được làm đơn giản). Một lần nữa khẳng định rằng kết quả tính toán từ mô hình 2D trong mùa lũ là đáng tin cậy và phương pháp tính toán lưu lượng nước mùa lũ tại trạm Vàm Nao là chưa phù hợp.

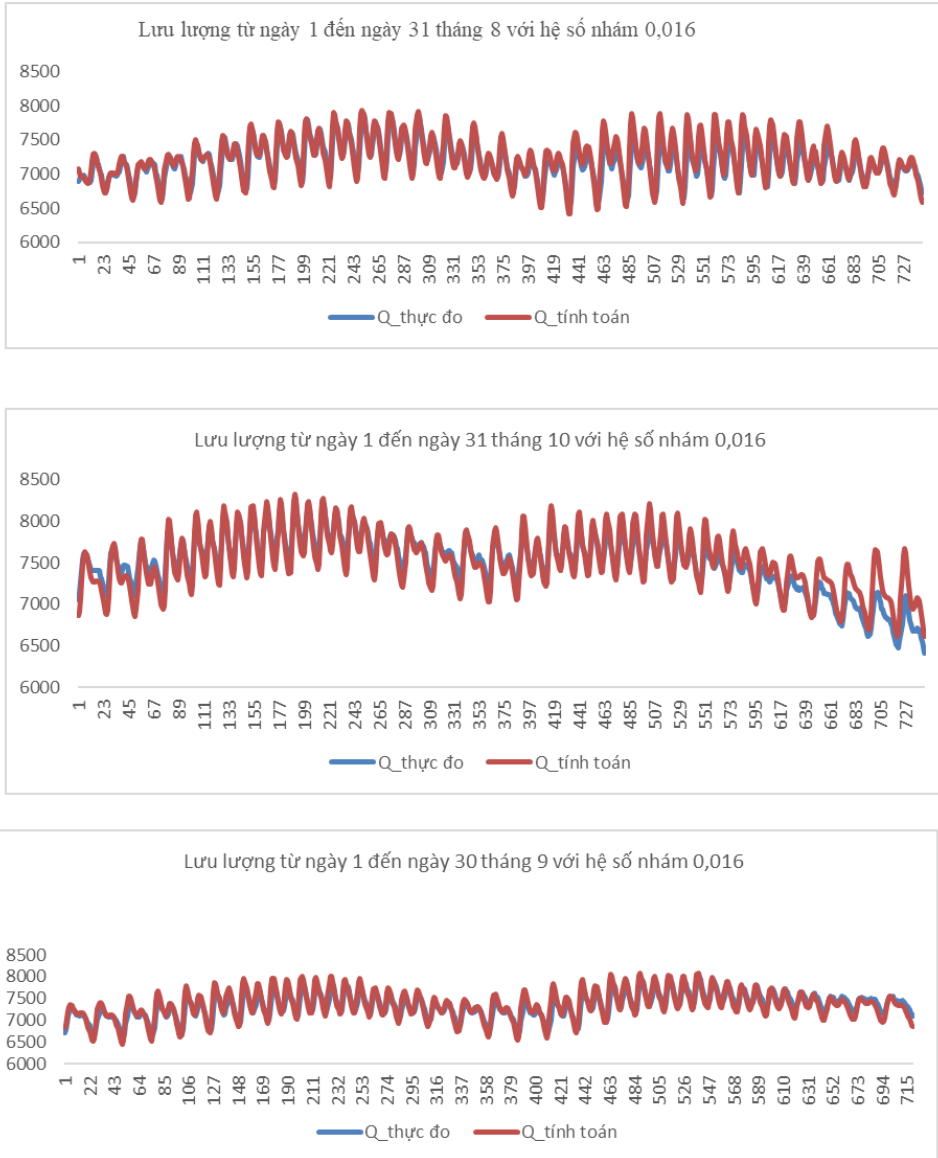
Tác giả đưa ra giả thuyết là lưu lượng nước mùa lũ được tính theo phương pháp phân tích chính xác (Phần 2.1) và dòng chảy của khu vực nghiên cứu là dòng chảy đều. Nếu giả thuyết này là đúng thì từ mực nước tính toán từ mô hình, ta có thể tính lại được lưu lượng tính toán. Lưu lượng tính toán này phải có biên độ và pha tương đồng với lưu lượng thực đo tại trạm Vàm Nao.

Mặc dù mô hình thủy lực được làm đơn giản lại nhưng dựa vào kết quả mực nước tính toán từ mô hình chúng ta vẫn có thể tìm lại pha và biên độ cho lưu lượng thực đo mùa lũ tại trạm Vàm Nao (Hình 6c và Hình 8). Cho nên kết quả trong mùa lũ của mô hình 2D là đáng tin cậy và pha của lưu lượng và mực nước trên sông Vàm Nao là ngược nhau kể cả mùa lũ và mùa kiệt.

Hiện nay, chưa có tài liệu nào trình bày cụ thể cách tính lưu lượng mực nước cho mùa lũ tại các trạm thủy văn. Để tránh phải tính f(H) cách chính xác từ dữ liệu mặt cắt, ta có thể áp dụng một phương pháp xấp xỉ đơn giản bằng cách hồi quy tuyến tính.



Hình 7. Mức nước thực đo và tính toán (H[m]) theo giờ với hệ số nhám 0,016 từ ngày 01/8 đến ngày 15/11 năm 2017



Hình 8. Lưu lượng nước thực đo và tính toán (Q[m³/s]) theo phương trình thực nghiệm theo giờ với hệ số nhóm 0,016 từ ngày 01/8 đến ngày 31/10 năm 2017

Ta giả sử trong trường hợp đơn giản là mặt cắt ướ́t là hình chữ nhật có chiều dài L và chiều rộng, bán kính thủy lực xấp xỉ bằng H. Tức là ta giả thuyết độ sâu dòng chảy nhỏ hơn so với bề rộng mặt cắt, và giả thuyết là phù hợp với mặt cắt ngang trạm Vàm Nao. Khi đó diện tích mặt cắt ướ́t $A = L \times H$.

Từ (5) ta có

$$Q = f(H) \propto AR_h^{2/3} \propto H^{5/3}$$

$$\Rightarrow Q = \alpha H^\beta \tag{7}$$

$$\Rightarrow \ln(Q) = \beta \ln(H) + \ln \alpha,$$

trong đó, α và β là những hằng số.

Phương trình (7) là phương trình hồi quy tuyến tính giữa $\ln(Q)$ và $\ln(H)$. Từ dữ liệu thực đo tại trạm Vàm Nao, ta có phương trình hồi quy tuyến tính giữa H thực đo và Q thực đo các tháng mùa lũ như sau:

$$\ln(Q) = 0,4305 \ln(H) + 8,5566. \tag{8}$$

Áp dụng phương trình hồi quy (4.2) để tính toán lưu lượng nước theo dữ liệu mực nước tính toán từ mô hình của các tháng mùa lũ ta có các kết quả được

trình bày trong Hình 5. Pha của mực nước tính toán H là cùng pha với lưu lượng tính toán Q. Đối với phương pháp tính toán lưu lượng mô hình thông qua phương trình hồi quy (8), pha giữa Q thực đo và Q tính toán là cùng pha (Hình 6c và Hình 8). Điều này thể hiện ở việc khi hệ số nhám nhỏ hơn 0,024 các hệ số NSE đều lớn hơn không. Biên độ giữa Q thực đo và Q tính toán theo phương trình (8) được thể hiện qua biểu đồ ở Hình 5, Hình 6c và Hình 8. Biểu đồ phân tán Hình 5 cho thấy biên độ Q thực đo và Q tính toán là rất gần nhau. Điều này được thể hiện là dữ liệu phân bố rất gần xung quanh đường thẳng $y = x$.

5. KẾT LUẬN VÀ NHỮNG KHUYẾN NGHỊ

Theo kết quả tính toán trong mô hình 2D, trong mùa lũ, pha giữa giá trị Q thực đo và H thực đo là ngược nhau. Sự ngược pha giữa mực nước H và lưu lượng Q, một lần nữa được khẳng định trong việc xác nhận kết quả tính toán từ mô hình 2D trong mùa lũ là đáng tin cậy. Như vậy, chúng ta có cơ sở để khẳng định rằng phương pháp tính toán lưu lượng nước mùa lũ tại trạm Vàm Nao là cần được khắc phục.

Lưu lượng Q trong mùa lũ không phải là giá trị thực đo như trong mùa kiệt, mà được tính theo mối quan hệ tương quan với mực nước. Tuy nhiên, trạm Vàm Nao được đặt trên sông Vàm Nao với địa hình dòng chảy phức tạp, không ổn định và có dòng chảy

ngược kể cả mùa kiệt và mùa lũ. Vì vậy, việc áp dụng phương pháp tính lưu lượng nước này cho mùa lũ tại sông Vàm Nao là chưa phù hợp. Điều này đưa đến kết quả so sánh giữa lưu lượng tính toán của mô hình và thực đo là có sự khác biệt lớn (Hình 3, 6 và 8).

Như vậy, đối với mùa lũ chúng ta chỉ sử dụng được dữ liệu mực nước thực đo tại trạm Vàm Nao, vì dữ liệu lưu lượng thực đo là chưa được chính xác vì có thể được tính toán từ dữ liệu mực nước. Do đó, ta nên áp dụng chế độ đo và phương pháp tính toán lưu lượng nước mùa lũ tại trạm Vàm Nao, giống với chế độ đo và phương pháp tính toán ở mùa kiệt. Phương pháp này tuy có sai số riêng của nó, nhưng lưu lượng nước được tính độc lập với mực nước. Do đó, đảm bảo được cơ chế dòng chảy tại trạm Vàm Nao, tức là lưu lượng và mực nước là không cùng pha với nhau.

LỜI CẢM TẠ

Dữ liệu được sử dụng trong công trình này thuộc Dự án “Áp dụng mô hình Telemac 2D và 3D để mô phỏng dòng chảy và vận chuyển trầm tích tại khu vực ngã ba sông Hậu và sông Vàm Nao” của tỉnh An Giang kết hợp với trường Đại học An Giang (3782/QĐ-UBND tỉnh An Giang). Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Sở Tài nguyên và Môi trường An Giang và Đài Khí tượng Thủy văn An Giang đã cung cấp các dữ liệu để thực hiện bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ata, R. (2017). TELEMAC 2D user manual version 7.2. EDF-DRD, 2017.
- Canadian hydraulics centre. (2011). *Blue Kenue reference manual, national research council*. Ottawa, Ontario, Canada.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2012). *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia: Quan trắc thủy văn (Số QCVN 47)*.
- Bộ Khoa học và Công nghệ. (2013). *Tiêu chuẩn quốc gia: Tính toán các đặt trung dòng chảy lũ (Số TCVN 9845)*.
- Epperson, J. (2013). *An introduction to numerical methods and analysis*. Wiley.
- Hung, N. N., Delgado, J. M., Guntner, A., Merz, B., Bardossy, A., & Apel, H. (2014). Sedimentation in the floodplains of the mekong delta, vietnam part ii: deposition and erosion. *Hydrological Processes*, 28(7), 3145-3160. <https://doi.org/10.1002/hyp.9855>
- Khôi, H. V. (2008). *Giáo trình thủy văn công trình*. Nhà xuất bản khoa học tự nhiên và công nghệ Hà Nội.
- Manh, N. V., Dung, N. V., Hung, N. N., Merz, B., & Apel, H. (2014). 'Large-scale suspended sediment transport and sediment deposition in the mekong delta'. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(8), 3033-3053. <https://doi.org/10.5194/hess-18-3033-2014>
- Nga, N.T., & Thục, T. (2003). *Động lực học sông*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Son, N.T., & Phương, Đ. Q. (2003). *Đo đạc và chỉnh lý số liệu thủy văn*. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Tánh, N. T. N., Ninh, L. V., Vũ, M. A., Thái, H. V., Hùng, N. V., Hòa, N. V., Lan, N. X., An, N. T., Hoa, P. T. T., Hạnh, P. M., & Khánh, C. N. (2021). *Báo cáo của Dự án áp dụng mô hình Telemac 2D và 3D để mô phỏng dòng chảy và vận chuyển trầm tích tại khu vực ngã ba sông Hậu và sông Vàm Nao (Số 3782/QĐ-UBND tỉnh An Giang)*.