

ĐỊNH LƯỢNG ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐẬP THƯỢNG LƯU ĐẾN TẢI LƯỢNG BÙN CÁT Ở LƯU VỰC SÔNG VU GIA THU BỒN

Nguyễn Quang Bình¹, Võ Ngọc Dương¹, Mai Thị Thùy Dương²

Tóm tắt: Các công trình hạ tầng như hồ chứa, công trình chuyển nước được xem là một trong những nguyên nhân làm thay đổi dòng chảy và bùn cát trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn. Điều này dẫn đến tình trạng xâm nhập mặn ngày càng nghiêm trọng ở hạ lưu, ảnh hưởng đến việc cung cấp nước cho sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp. Trong bài báo này, chúng tôi đã nghiên cứu chi tiết ảnh hưởng của các hồ chứa bằng cách sử dụng mô hình thủy văn bán phân bố SWAT. Mô hình SWAT đã được thiết lập cho toàn bộ lưu vực VGTB trong giai đoạn từ năm 1990 đến năm 2020 và xem xét vận hành của mười tám hồ chứa thủy điện. Chúng tôi nhận thấy rằng tải lượng bùn cát trung bình năm đã giảm ở sông Vu Gia và sông Thu Bồn trong giai đoạn sau đập so với giai đoạn trước đập. Trong đó, tải lượng bùn cát trung bình năm giảm lớn nhất tại trạm Ái Nghĩa trên sông Vu Gia (giảm 57.3%). Tại trạm Giao Thủy trên sông Thu Bồn, tải lượng bùn cát giảm 1.58 triệu tấn (tương ứng 23.8%). Ở thượng lưu, tải lượng bùn cát trung bình năm cũng giảm ở cả Thành Mỹ và Nông Sơn lần lượt là 0.34, 1.41 triệu tấn. Kết quả của nghiên cứu đã cung cấp thêm những hiểu biết hữu ích về ảnh hưởng của đập đối với chế độ dòng chảy, nồng độ và tải lượng bùn cát ở lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn. Những thay đổi về bùn cát được điều tra đã giúp hiểu rõ hơn về sự thay đổi hình thái sông, mực nước và tình hình xâm nhập mặn ở hạ lưu.

Từ khóa: Vu Gia Thu Bồn, đập, tải lượng bùn cát, SWAT.

1. GIỚI THIỆU

Chế độ dòng chảy và bùn cát tự nhiên đóng một vai trò thiết yếu trong cấu trúc hình thái, thủy văn, thủy lực và các hệ sinh thái ở hạ lưu lưu vực sông (Oki & Kanae, 2006). Thời gian và cường độ của dòng chảy về cơ bản phụ thuộc vào các biến khí hậu và vận hành của các cơ sở hạ tầng trên toàn lưu vực như đập thủy điện, hồ chứa và công trình chuyển nước (Ribbe et al., 2017). Không thể phủ nhận rằng các hồ chứa là cần thiết để kiểm soát lũ lụt và đảm bảo cung cấp nước cho nông nghiệp và môi trường ở các lưu vực sông. Tuy nhiên, bất chấp những lợi ích, các hồ chứa vẫn còn gây tranh cãi do các tác động tiêu cực có thể xảy ra đối với dòng chảy và bùn cát. Do đó, cần phải

đánh giá tác động của các hồ chứa đến dòng chảy và bùn cát trong các lưu vực cụ thể.

Lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn (VGTB) có vị trí ở miền Trung Việt Nam và nguồn nước của nó đã được phát triển cho nhiều mục đích khác nhau, bao gồm năng lượng, nông nghiệp, giảm thiểu lũ lụt, cấp nước và kiểm soát xâm nhập mặn (Firoz et al., 2018). Trong những năm gần đây, các hoạt động của con người (ví dụ như xây dựng đập thủy điện, thay đổi hoạt động sản xuất nông nghiệp, khai thác cát, ...) đã làm thay đổi chế độ dòng chảy và bùn cát tự nhiên của lưu vực. Hiện nay hiện tượng xói lở đang xảy ra tại nhiều vị trí dọc hai bên bờ sông làm thay đổi lớn địa hình sông Vu Gia Thu Bồn, hư hỏng các công trình trên sông, mất đất sản xuất nông nghiệp và đe dọa tài sản của người dân. Do đó, giải quyết các mối tương tác phức tạp giữa hoạt động của hồ chứa và các quá trình thủy văn tự nhiên là điều cần thiết để quản lý

¹ Khoa Xây dựng Công trình thủy, trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

² Khoa Môi trường, trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

tài nguyên nước, hình thái sông và môi trường tốt hơn cho lưu vực sông VGTB.

Các mô hình thủy văn đóng một vai trò thiết yếu trong việc phát hiện và giải thích những thay đổi trong nghiên cứu tài nguyên nước, bùn cát của lưu vực (Sorooshian et al., 2008). Ưu điểm của các mô hình thủy văn là có thể mô phỏng các kịch bản và trích xuất kết quả tại các vị trí khác nhau. Mô hình thủy văn bán phân bố (SWAT) có khả năng mô phỏng các đặc điểm thủy văn của lưu vực tích hợp với vận hành hồ chứa đã được lựa chọn. Sự kết hợp của các mô hình thủy văn, chuyển nước và vận hành hồ chứa là một phương pháp đầy hứa hẹn được sử dụng trong nghiên cứu này.

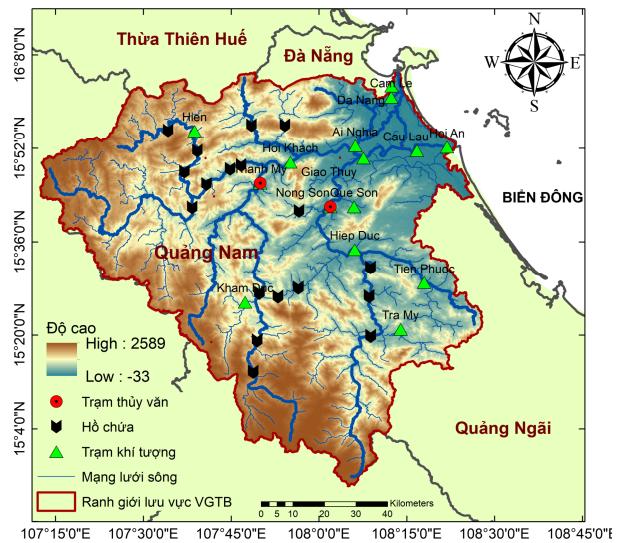
Nội dung của nghiên cứu này là tìm hiểu tác động của các đập thủy điện ở thượng nguồn đến tải lượng bùn cát ở lưu vực sông VGTB bằng mô hình thủy văn bán phân bố SWAT. Kết quả của nghiên cứu đã cung cấp những hiểu biết hữu ích về tác động của các hoạt động của con người đối với chế độ dòng chảy, nồng độ và tải lượng bùn cát. Kết quả của nghiên cứu này sẽ là tài liệu tham khảo cho quy hoạch lưu vực sông VGTB, phục vụ thiết kế các công trình chính trị sông, quản lý nguồn tài nguyên nước và trầm tích, kiểm soát lũ lụt, phát triển thủy điện và sản xuất nông nghiệp.

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Lưu vực sông VGTB có diện tích 10000 km² và chiếm khoảng 2.5% tổng lượng nước ở Việt Nam (RETA, 2011) (Hình 1). Địa hình của lưu vực VGTB rất đa dạng. Từ tây sang đông, địa hình chuyển từ núi cao sang các sườn đồi nhấp nhô với độ dốc 20-30%. Địa hình dốc kết hợp với lượng mưa đáng kể cung cấp tiềm năng lớn về năng lượng thủy điện ở khu vực thượng lưu của lưu vực. Sử dụng đất chính trên lưu vực là rừng (chiếm 62,05%), loại đất chủ yếu là đất sét và bùn (chiếm 83,33%) (Hình 2, hình 3).

Lượng mưa trung bình hàng năm của toàn bộ lưu vực là 2863 mm. Lượng mưa thay đổi theo mùa, với 48-81% lượng mưa hàng năm tập trung từ tháng 9 đến tháng 12. Lưu lượng dòng chảy

thay đổi đáng kể giữa các mùa, dòng chảy trong mùa lũ chiếm khoảng 62.5%-69.2% tổng lượng dòng chảy năm (RETA, 2011).



Hình 1. Lưu vực sông VGTB

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ THU THẬP DỮ LIỆU

Nghiên cứu áp dụng mô hình SWAT để mô phỏng bồi lắng bùn cát của 18 hồ chứa. Sau đó đánh giá ảnh hưởng bồi lắng bùn cát ở các đập thượng lưu đến tải lượng bùn cát ở hạ lưu lưu vực VGTB từ năm 1990 đến năm 2020. Trong đó, từ năm 1990 đến năm 1995 được sử dụng để làm âm mô hình, kết quả được phân tích trong giai đoạn từ năm 1996 đến năm 2020.

Kết quả được hiệu chỉnh và kiểm định tại hai trạm Thành Mỹ, Nông Sơn và bốn hồ chứa lớn. Bốn vị trí được lựa chọn để đánh giá là Thành Mỹ và Nông Sơn ở thượng nguồn, Ái Nghĩa và Giao Thủy ở hạ lưu của sông Vu Gia và sông Thu Bồn. Kết quả được đánh giá ở hai giai đoạn khác nhau: giai đoạn trước khi có đập (pre-dam, 1996-2010) và sau khi có đập, (post-dam, 2011-2020).

Tải lượng bùn cát hàng ngày đến mỗi hồ chứa được tính dựa theo công thức $Q_s = 0.864 \times Q \times C_s$. Trong đó Q là lưu lượng dòng chảy (m³/s) và C_s là nồng độ bùn cát (g/m³). Ước tính bùn cát lắng đọng tại mỗi hồ chứa dựa trên đường cong hiệu suất giữ bùn cát được phát triển bởi Brune (1953).

Đây là một hàm bao gồm kích thước bùn cát (kích thước trung bình, d_{50}) và thời gian lưu trú của nước trong hồ chứa. Các hạt có kích thước càng lớn và thời gian lưu trú càng lâu thì lượng bùn cát lắng đọng càng nhiều. Khả năng giữ bùn cát trung bình được tính toán từ sự khác biệt của dòng chảy bùn cát vào và ra hồ chứa từ mô hình và hiệu quả giữ bùn cát từ đường cong Brune (Alighalehbabakhani et al., 2017; Creech et al., 2015; Ivanoski et al., 2019; Kumar et al., 2012; Zettam et al., 2017).

3.1. Mô hình SWAT

SWAT là một mô hình thủy văn bán phân bố được phát triển và hỗ trợ bởi Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA) và Dịch vụ Nghiên cứu Nông nghiệp (ARS) (Arnold et al., 2012). Trong mô hình SWAT, lưu vực được chia thành các tiểu lưu vực. Dựa trên đặc điểm của loại đất, sử dụng đất và độ dốc các tiểu lưu vực được chia nhỏ thành đơn vị thủy văn (HRU). Mô hình SWAT được tích hợp với phần mềm GIS. Trong nghiên cứu này, SWAT phiên bản 1.9 đã được sử dụng trên nền tảng QGIS 2.6.1.

3.2. Quá trình bùn cát hồ chứa trong mô hình SWAT

Nghiên cứu sử dụng một số thuật toán có sẵn trong mô hình SWAT. Mô hình sẽ tính toán ảnh hưởng của các đập ở thượng nguồn đến bùn cát ở hạ lưu bằng cách tính toán cân bằng bùn cát tại mỗi hồ chứa (Creech et al., 2015). Nồng độ bùn cát lơ lửng ban đầu trong hồ chứa ở bước thời gian i được tính theo công thức (1).

$$conc_{sed,i} = \frac{sed_{wb,i} + sed_{flowin}}{V_{stored} + V_{flowin}} \quad (1)$$

Trong đó, $conc_{sed,i}$ là nồng độ bùn cát lơ lửng ban đầu trong hồ chứa (mg/m^3); $sed_{wb,i}$ là lượng bùn cát trong hồ tại thời điểm ban đầu (t); sed_{flowin} là lượng bùn cát được bổ sung vào hồ từ dòng chảy (t); V_{stored} là lượng nước trong hồ chứa tại thời điểm ban đầu (m^3); V_{flowin} là lượng nước vào hồ chứa (m^3). Nếu nồng độ bùn cát lớn hơn nồng độ bùn cát cân bằng, nồng độ bùn cát cuối được tính dựa vào công thức (2).

$$conc_{sed,f} = conc_{sed,eq} + (conc_{sed,i} - conc_{sed,eq}) \times e^{(-k_s \cdot t \cdot d_{50})} \quad (2)$$

Trong đó, $conc_{sed,f}$ là nồng độ bùn cát cuối trong hồ chứa (mg/m^3); $conc_{sed,eq}$ là nồng độ bùn cát cân bằng trong hồ (mg/m^3); k_s là hằng số mũ bậc nhất; t là độ dài của bước thời gian; d_{50} là kích thước hạt trung bình của bùn cát vận chuyển vào hồ chứa (μm).

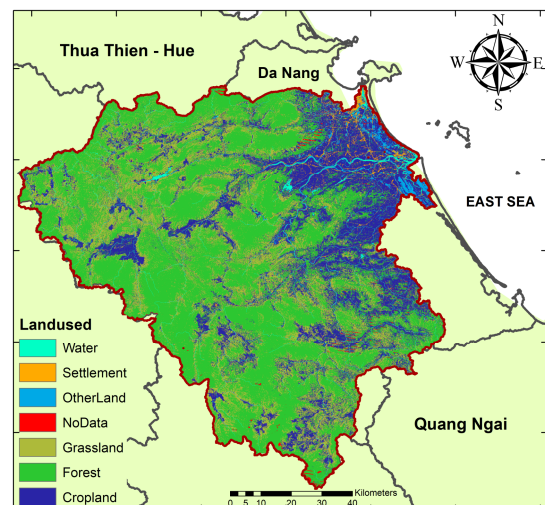
3.3. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu dòng chảy và bùn cát hàng ngày tại các trạm Thành Mỹ và Nông Sơn trong giai đoạn 1996-2020 được thu thập để hiệu chỉnh và kiểm định kết quả mô hình SWAT (Hình 1) (MCRHMC n.d.). Lưu lượng xả hàng tháng từ các hồ chứa từ năm 2017 đến năm 2020 được thu thập từ Ban chỉ huy phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn tỉnh Quảng Nam (NDPAC, n.d.).

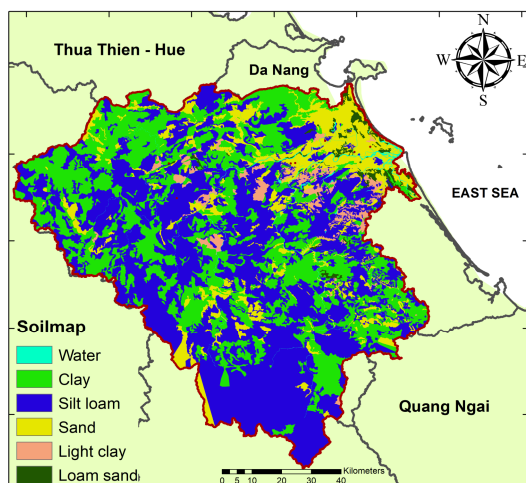
Chúng tôi đã thu thập dữ liệu lượng mưa ngày từ 15 trạm phân bố trên toàn bộ lưu vực VGTB từ năm 1990 đến năm 2020, bao gồm chín trạm ở miền núi và sáu trạm ở đồng bằng. Dữ liệu nhiệt độ hàng ngày được thu thập tại hai trạm Đà Nẵng và Trà My (Hình 1a).

Trong nghiên cứu này, dữ liệu địa hình (DEM), sử dụng đất và bản đồ đất được thu thập từ dự án Lucci (www.lucci-vietnam.info), độ phân giải không gian 30mx30m (Hình 1, hình 2, hình 3).

Dữ liệu của mười tám hồ chứa trong mô hình SWAT được thu thập từ Quyết định 1865/ QĐ-TTg: Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông VGTB (Government of Vietnam, 2019) (hình 1).



Hình 2. Bản đồ sử dụng đất



Hình 3. Bản đồ địa chất

3.4. Thiết lập mô hình

Lưu vực được chia thành 153 tiểu lưu vực và 2580 HRU. Các tiểu lưu vực được phân chia dựa trên các cấp độ dốc (0-5, 5-10, 10-20, 20-30, > 30 độ), sáu lớp sử dụng đất, sáu lớp đất, vị trí trạm, vị trí đập và sự phân bố kích thước đồng đều giữa các tiểu lưu vực.

Trong các dữ liệu đầu vào mô phỏng hồ chứa trong SWAT thì các dữ liệu quan trọng bao gồm diện tích bề mặt và dung tích hồ ở mực nước dâng bình thường (RES_PSA, RES_PVOL), trữ đầy đến cao trình mực nước lũ (RES_ESA, RES_EVOL) thể tích hồ ở mực nước chết (RES_VOL). Tháng bắt đầu (IFLOD1R) và kết thúc (IFLOD2R) của mùa khô. Lượng nước chuyển từ lưu vực Vu Gia sang lưu vực Thu Bồn của nhà máy thủy điện Đak Mi 4 được xác định cho từng tháng là giá trị trung bình ngày, WURESN (10^4 m^3). Ở hạ lưu, lượng nước chuyển từ lưu vực Vu Gia sang lưu vực Thu Bồn bởi sông Quảng Huế được xác định là lượng nước trung bình hàng ngày cho mỗi tháng, WURCH ($10^4 \text{ m}^3/\text{ngày}$).

3.5. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Công cụ SWAT-CUP (SWAT Calibration and Uncertainty Procedures) với thuật toán SUFI-2 được sử dụng để hiệu chỉnh, kiểm định mô hình SWAT (Abbaspour, 2013). Mô hình đã được hiệu chỉnh trong giai đoạn 1996-2010 và kiểm định trong giai đoạn 2011-2020. Mười tám hồ chứa

được thiết lập trong mô hình, trong đó có 4 hồ chứa ảnh hưởng lớn đến dòng chảy của lưu vực và thu thập được đầy đủ dữ liệu bao gồm: A Vương, Sông Bung 4, Đak Mi 4 và Sông Tranh 2. Vì vậy nghiên cứu sẽ hiệu chỉnh dòng chảy ra cho bốn hồ chứa này. Dựa trên dữ liệu thu thập được, thời gian hiệu chỉnh từ năm 2017 đến năm 2020 với bước thời gian là tháng.

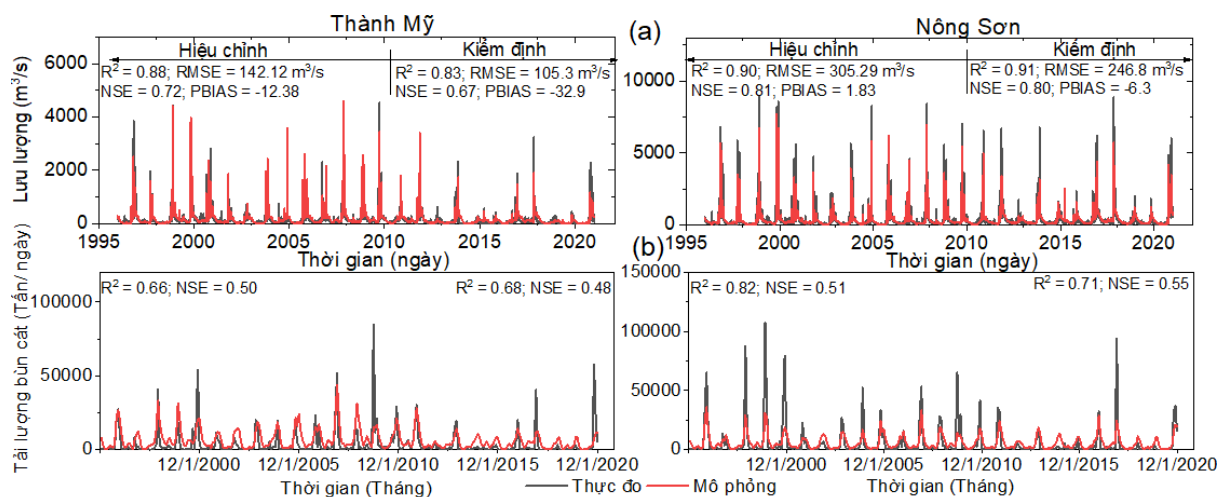
Đầu tiên mô hình sẽ hiệu chỉnh cho các tiểu lưu vực theo mười chín thông số chính có độ nhạy cao của mô hình SWAT bằng SWAT CUP (Kumar và cộng sự, 2017). Sau đó hai tham số chính có độ nhạy lớn được sử dụng để hiệu chỉnh dòng chảy ra của hồ chứa bao gồm hệ số dẫn thủy lực của đáy hồ (RES_K) và số ngày hồ chứa sẽ đầy nước (NDTARGR) (Kim & Parajuli, 2012). Hai tham số nồng độ bùn cát cân bằng trong hồ chứa (RES_NSED) và đường kính bùn cát trung bình (RES_D50) được sử dụng để hiệu chỉnh bùn cát bồi lắng trong lòng hồ và di chuyển về hạ lưu.

Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định được thực hiện dựa trên số liệu lưu lượng quan trắc tại trạm Thành Mỹ và Nông Sơn. Bốn tiêu chí được sử dụng để đánh giá hiệu suất của mô hình bao gồm hệ số tương quan (R), hệ số Nash-Sutcliffe (NSE), chỉ số thiên lệch (PBIAS), và sai số bình phương trung bình (RMSE). Các chỉ số thống kê hiệu quả của mô hình dựa trên Moriasi et al., 2015.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SWAT

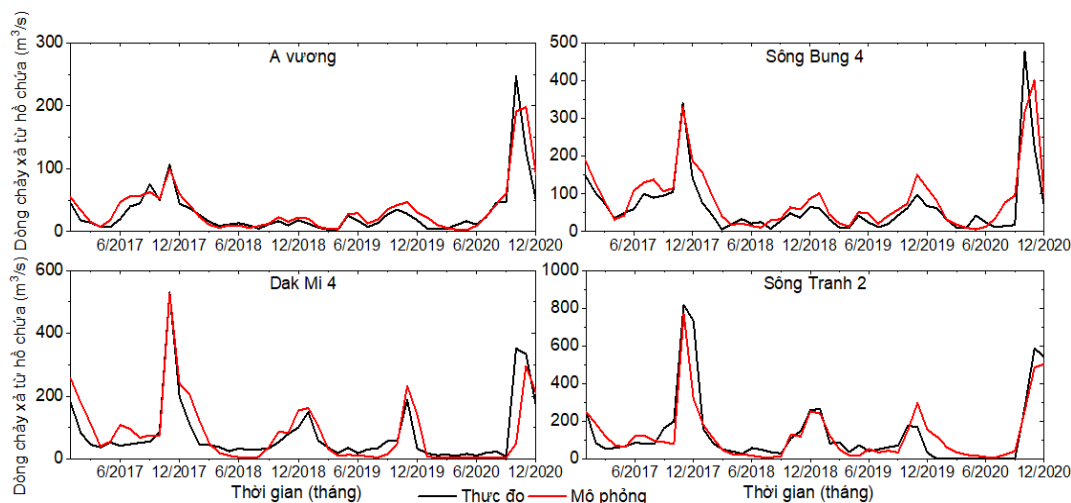
Biểu đồ dòng chảy mô phỏng và quan trắc cho hai giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định được trình bày trong Hình 4. Dòng chảy mô phỏng của mô hình cho thấy phù hợp tốt với dữ liệu quan trắc trong cả giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định. Bốn tiêu chí đánh giá hiệu quả cho thấy chất lượng của mô hình mô phỏng cho lưu vực VGTB. Hệ số R, NSE, RMSE, PBIAS tại các trạm Thành Mỹ và Nông Sơn trong giai đoạn hiệu chỉnh lần lượt là 0.88, 0.72, $142.12 \text{ m}^3/\text{s}$, -12.38 và 0.90, 0.81, $305.29 \text{ m}^3/\text{s}$, 1.83 (hình 4a). Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định tải lượng bùn cát cũng đạt kết quả khá tốt tại cả hai trạm (hình 4b).



Hình 4. Biểu đồ hiệu chỉnh, kiểm định dòng chảy và bùn cát trong hai giai đoạn (1996 - 2010), và (2011 - 2020) tại trạm Thành Mỹ và Nông Sơn

Kết quả hiệu chỉnh vận hành của các hồ chứa được thực hiện với lưu lượng trung bình tháng là khá tốt. Hệ số Nash-Sutcliffe (NSE) của hồ chứa A Vương, Sông Bung 4, Đăk Mi 4 và Sông Tranh 2 lần lượt là 0,82, 0,70; 0,65, 0,81 (Hình

5). Nhìn chung, kết quả hiệu chỉnh, kiểm định dòng chảy, bùn cát và vận hành hồ chứa cho thấy mô hình đã thiết lập phù hợp để điều tra sự biến đổi của dòng chảy và bùn cát dưới tác động của hồ chứa.



Hình 5. Hiệu chỉnh dòng chảy xả từ các hồ chứa trong giai đoạn từ năm 2017 tới 2020: A Vương, Sông Bung 4, Đăk Mi 4, và Sông Tranh 2

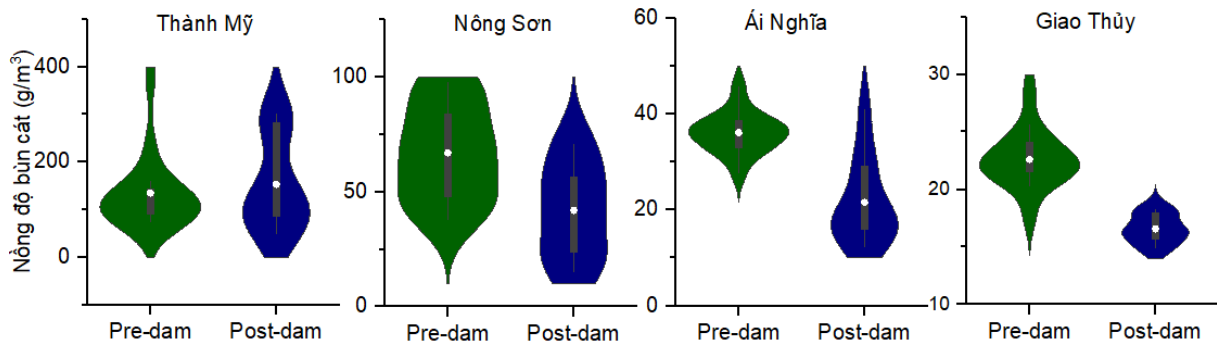
4.2. Thay đổi dài hạn của nồng độ và tải lượng bùn cát

Các hồ chứa không chỉ ảnh hưởng đến dòng chảy mà còn ảnh hưởng đến việc vận chuyển bùn cát. Tùy thuộc vào thể tích của hồ chứa, một lượng lớn bùn cát có thể bị giữ lại và chỉ giải phóng một phần

xuống hạ lưu. Biểu đồ nồng độ bùn cát lơ lửng ngày (SSC) cho thấy SSC giảm đáng kể từ giai đoạn trước khi có đập đến giai đoạn sau khi có đập tại Nông Sơn, Ái Nghĩa và Giao Thủy (Hình 6). Tỷ lệ SSC giảm lần lượt là 25 g/m³, 14.5 g/m³, 6 g/m³. Tuy nhiên, trạm Thành Mỹ có xu hướng tăng từ 134.9

g/m^3 lên 153.3 g/m^3 . Điều này cho thấy các tiểu lưu vực khác (chiếm 39.19% diện tích) đóng góp rất lớn vào nồng độ bùn cát tại trạm Thành Mỹ. Ngoài ra, biểu

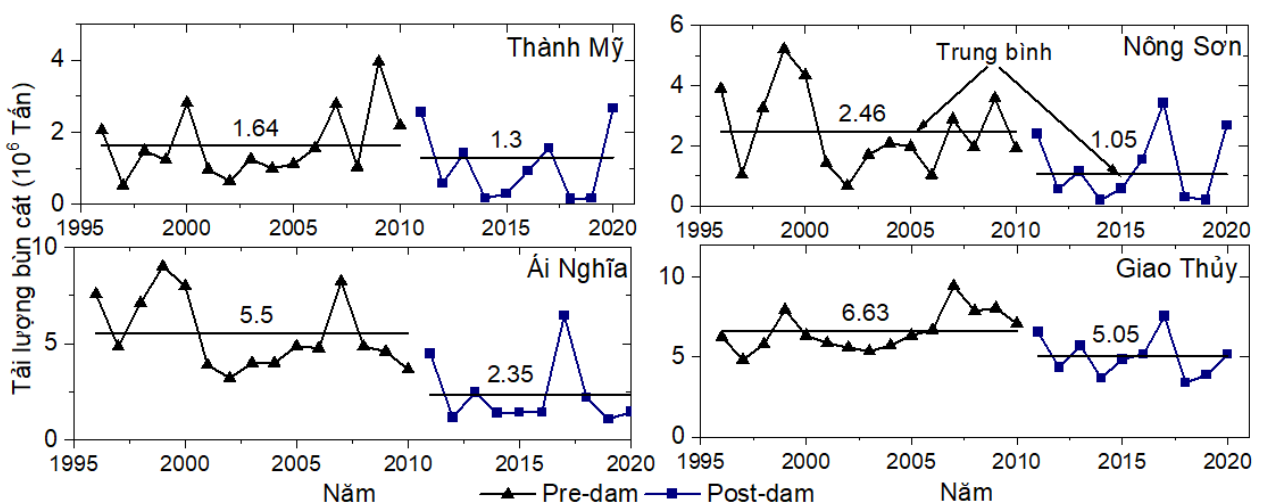
đồ violine cho thấy sự mức độ phân tán dữ liệu ở giai đoạn sau đập lớn hơn so với giai đoạn trước đập tại Thành Mỹ.



Hình 6. Biểu đồ violins sử dụng hàm mật độ kernel cho nồng độ bùn cát lơ lửng hàng ngày tại các trạm Thành Mỹ, Nông Sơn, Ái Nghĩa và Giao Thủy trong giai đoạn pre-dam (1996 - 2010) và post-dam (2011 - 2020). Các đường màu đen thể hiện biểu đồ hộp và điểm màu trắng hiển thị giá trị trung bình

Chúng tôi cũng nhận thấy rằng lượng tải lượng bùn cát hàng năm đã giảm ở bốn trạm trong giai đoạn sau đập so với giai đoạn trước đập (Hình 7). Trong đó, trạm Ái Nghĩa trên sông Vu Gia giảm nhiều nhất, tải lượng bùn cát giảm 57.3% từ 5.5 triệu tấn xuống 2.35 triệu tấn. Chúng tôi lưu ý rằng, mặc dù nhận được bùn cát từ sông Vu Gia tại hai vị trí, nhưng tải lượng bùn cát tại Giao Thủy vẫn giảm khoảng 1.58 triệu tấn (tương ứng 23.8%) từ 6.63 triệu tấn xuống 5.05 triệu tấn. Tại

Thành Mỹ và Nông Sơn ở thượng lưu, tải lượng bùn cát cũng giảm lần lượt là 0.34, 1.41 triệu tấn. Ngoài ra, kết quả phân tích xu hướng thay đổi lượng mưa trên lưu vực bằng Mann Kendall cho thấy lượng mưa thay đổi không đồng nhất trong cả hai giai đoạn ($\alpha > 0.05$). Lượng mưa trung bình trong hai thời đoạn chênh lệch không lớn và có giá trị lần lượt là 3192.4 mm, 2987.6 mm. Như vậy nguyên nhân chính giảm bùn cát ở hạ lưu của lưu vực là do các hồ chứa.

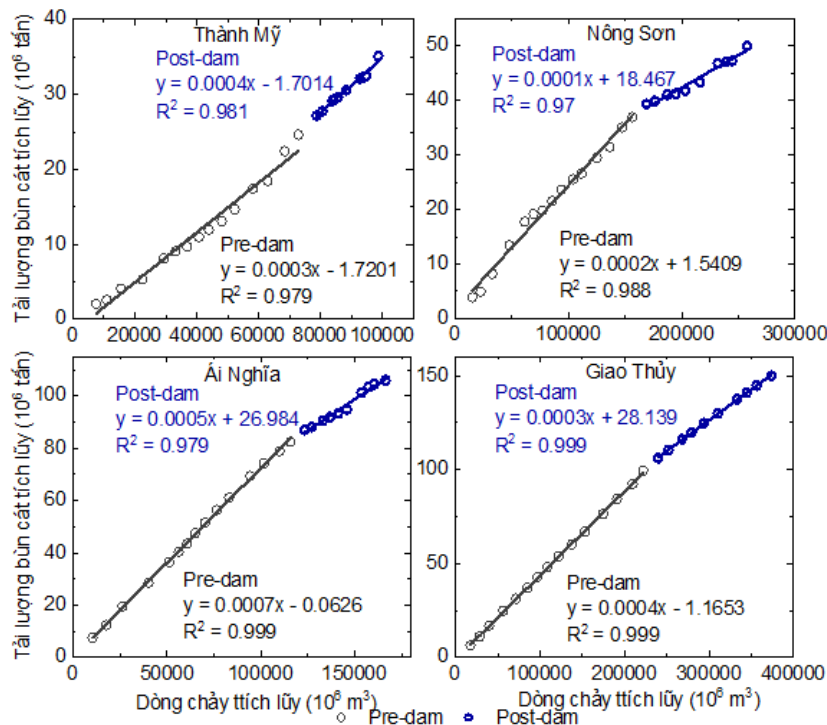


Hình 7. Thay đổi tải lượng bùn cát trung bình năm tại các trạm Thành Mỹ, Nông Sơn, Ái Nghĩa và Giao Thủy trong các giai đoạn pre-dam (1996 - 2010), post-dam (2011 - 2020)

4.3. Tương quan giữa dòng chảy và tải lượng bùn cát

Biểu đồ tương quan của dòng chảy và bùn cát tích lũy có xu hướng giảm tại Nông Sơn, Ái Nghĩa và Giao Thủy trong giai đoạn 2011-2020 (Hình 8). Điều này cho thấy ảnh hưởng rõ ràng của các hồ chứa đối với bùn cát ở hạ lưu. Chúng tôi cũng thấy rằng lưu lượng trung bình năm tại Nông Sơn

và Giao Thủy đã tăng lên trong khi tải lượng bùn cát giảm mạnh, đặc biệt là tại Nông Sơn. Mặt khác, lưu lượng và tải lượng bùn cát đều giảm ở Ái Nghĩa (Hình 8). Vì phần lớn dòng chảy và tải lượng bùn cát được chuyển qua sông Thu Bồn bởi sông Quảng Huế (khoảng 43%). Tải lượng bùn cát bắt đầu giảm mạnh khi có đập Dak Mi 4 trên sông Vu Gia và đập Sông Tranh 2 trên sông Thu Bồn.



Hình 8. Biểu đồ tương quan giữa dòng chảy và tải lượng bùn cát tích lũy từ năm 1996 đến 2020 tại trạm Thành Mỹ, Nông Sơn, Ái Nghĩa và Giao Thủy

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã áp dụng thành công mô hình thủy văn bán phân bố SWAT để mô phỏng dòng chảy, tải lượng bùn cát và vận hành của các hồ chứa ở lưu vực sông VGTB trong thời gian 25 năm, từ năm 1996-2020. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định đều cho kết quả tốt tại hai trạm Nông Sơn, Thành Mỹ và bốn hồ chứa lớn (A Vương, Dak Mi 4, Sông Bung 4 và Sông Tranh 2).

Nồng độ bùn cát lơ lửng hàng ngày (SSC) giảm đáng kể từ giai đoạn trước khi có đập đến giai đoạn sau khi có đập tại Nông Sơn, Ái Nghĩa và Giao Thủy. Tỷ lệ SSC giảm lần lượt là 25 g/m^3 , 14.5 g/m^3 , 6 g/m^3 . Tuy nhiên, trạm Thành Mỹ có

xu hướng tăng từ 134.9 g/m^3 lên 153.3 g/m^3 . Chúng tôi nhận cũng thấy rằng tải lượng bùn cát hàng năm đã giảm ở bốn trạm trong giai đoạn sau khi có đập so với giai đoạn trước khi có đập. Trong đó, trạm Ái Nghĩa trên sông Vu Gia giảm lớn nhất, tải lượng bùn cát trung bình năm giảm khoảng 57.3% từ 5.5 triệu tấn xuống 2.35 triệu tấn. Tải lượng bùn cát tại Giao Thủy giảm khoảng 1.58 triệu tấn (tương ứng 23.8%) từ 6.63 triệu tấn xuống 5.05 triệu tấn. Tại Thành Mỹ và Nông Sơn ở thượng lưu, tải lượng bùn cát cũng giảm lần lượt là 0.34, 1.41 triệu tấn.

Các đập thủy điện đã làm thay đổi bùn cát tự nhiên của lưu vực. Xu hướng chung là bùn cát đều

giảm dọc theo sông Vu Gia và sông Thu Bồn. Kết hợp với hoạt động khai thác cát ở hạ lưu sẽ làm gia tăng thêm hiện tượng xói lở bờ sông, thay đổi địa hình đáy sông, ... Vì vậy cần phải có giải pháp tổng thể để đảm bảo phát triển bền vững cho lưu

vực sông VGTB cũng như thích ứng tốt với biến đổi khí hậu.

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: T2021-02-43.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abbaspour, K. C. (2013). Swat-cup 2012. *SWAT Calibration and Uncertainty Program—a User Manual*.
- Alighalehbabakhani, F., Miller, C. J., Selegan, J. P., Barkach, J., Abkenar, S. M. S., Dahl, T., & Baskaran, M. (2017). *Estimates of sediment trapping rates for two reservoirs in the Lake Erie watershed: Past and present scenarios*. Journal of Hydrology, 544, 147–155.
- Arnold, J. G., Moriasi, D. N., Gassman, P. W., Abbaspour, K. C., White, M. J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R. D., Van Griensven, A., Van Liew, M. W., Kannan, N., & Jha, M. K. (2012). *SWAT: Model use, calibration, and validation*. Transactions of the ASABE, 55(4), 1491–1508.
- Brune, G. M. (1953). *Trap efficiency of reservoirs*. Eos, Transactions American Geophysical Union, 34(3), 407–418.
- Creech, C. T., Siqueira, R. B., Selegan, J. P., & Miller, C. (2015). *Anthropogenic impacts to the sediment budget of São Francisco River navigation channel using SWAT*. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 8(3), 140–157.
- Firoz, A. B. M., Nauditt, A., Fink, M., & Ribbe, L. (2018). *Quantifying human impacts on hydrological drought using a combined modelling approach in a tropical river basin in central Vietnam*. Hydrology and Earth System Sciences, 22(1), 547–565.
- Government of Vietnam. (2019). *Decision 1867/QĐ-TTg: Procedures for operating reservoirs system in Vu Gia Thu Bon river basin* (in Vietnamese).
- Ivanoski, D., Trajkovic, S., & Gocic, M. (2019). *Estimation of sedimentation rate of Tikvesh Reservoir in Republic of Macedonia using SWAT*. Arabian Journal of Geosciences, 12(14), 1–13.
- Kim, H., & Parajuli, P. B. (2012). *Impacts of Reservoir Operation in the SWAT Model Calibration*. 2012 Dallas, Texas, July 29-August 1, 2012, 1.
- Kumar, S., Mishra, A., & Raghuwanshi, N. S. (2012). *Estimating catchment sediment yield, reservoir sedimentation and reservoir effective life using SWAT Model*. Proceedings of SWAT International Conference, 18–20.
- MCRHMC. (n.d.). *Mid-Central Regional Hydro-Meteorological Center, Vietnam*.
- Moriasi, D. N., Gitau, M. W., Pai, N., & Daggupati, P. (2015). *Hydrologic and water quality models: Performance measures and evaluation criteria*. Transactions of the ASABE, 58(6), 1763–1785.
- NDPAC. (n.d.). *Natural Disaster Prevention and Control of Quang Nam Province*. <http://pctt.quangnam.vn/>
- Oki, T., & Kanae, S. (2006). *Global hydrological cycles and world water resources*. Science, 313(5790), 1068–1072.
- RETA. (2011). *Investment, Managing water in Asia's river basins: Charting progress and facilitating - The Vu Gia-Thu Bon Basin*.

- Ribbe, L., Trinh, V. Q., Firoz, A. B. M., Nguyen, A. T., Nguyen, U., & Nauditt, A. (2017). *Integrated River Basin Management in the Vu Gia Thu Bon Basin*. In Land Use and Climate Change Interactions in Central Vietnam (pp. 153–170). Springer.
- Sorooshian, S., Hsu, K., Coppola, E., Tomassetti, B., Verdecchia, M., & Visconti, G. (2008). *Hydrological modelling and the water cycle: coupling the atmospheric and hydrological models* (Vol. 63). Springer Science & Business Media.
- Viet, T. Q. (2014). *Estimating the impact of climate change induced saltwater intrusion on agriculture in estuaries-the case of Vu Gia Thu Bon*. Ruhr-Universität Bochum, Vietnam.
- Zettam, A., Taleb, A., Sauvage, S., Boithias, L., Belaidi, N., & Sánchez-Pérez, J. M. (2017). *Modelling hydrology and sediment transport in a semi-arid and anthropized catchment using the SWAT model: The case of the Tafna river (northwest Algeria)*. Water, 9(3), 216.

Abstract:

QUANTIFYING THE IMPACT OF UPSTREAM DAMS ON THE SEDIMENT LOAD IN THE VU GIA THU BON RIVER BASIN

The infrastructure works such as reservoirs and water transfer structures are considered as one of the causes of changes in streamflow and sediment in the Vu Gia Thu Bon River basin. This leads to increasingly serious saline intrusion downstream, affecting water supply and agricultural production. In this paper, we examined the effects of reservoirs using the semi-distributed hydrological model SWAT. The SWAT model has been established for the entire VGTB basin for the period 1990 to 2020 and considers the operation of eighteen hydropowers. We find that the average annual sediment load has decreased in Vu Gia and Thu Bon Rivers in the post-dam period compared with the pre-dam period. In which, the average annual sediment load biggest decreased at Ai Nghia station on Vu Gia River (decreased 57.3%). At Giao Thuy station on Thu Bon River, the sediment load decreased by 1.58 million tons (23.8%). In upstream, the average annual sediment load also decreased in both Thanh My and Nong Son stations by 0.34, 1.41 million tons, respectively. The results of the study have provided additional useful insights into the effects of the dam on the flow regime, concentration, and sediment load in the Vu Gia Thu Bon River basin. The investigated sediment changes helped to better understand the changes in morphology, water level, and saline intrusion downstream.

Keywords: Vu Gia Thu Bon, dams, sediment load, SWAT.

Ngày nhận bài: 18/02/2022

Ngày chấp nhận đăng: 31/3/2022