

Đánh giá sự thay đổi dòng chảy lưu vực sông La Ngà

Nguyễn Thị Thùy Trang^{1,2,*}, Ngô Ngọc Hoàng Giang^{2,3}, Nguyễn Thị Thụy Hằng^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Bài báo này nhằm đánh giá sự thay đổi lưu lượng dòng chảy trên sông La Ngà tại hai trạm Tà Pao và Phú Điền sau khi xây dựng các công trình thủy điện thủy lợi bằng mô hình mưa – dòng chảy LST (Long and Short term runoff model). Mô hình được xây dựng cho giai đoạn 1987–1999 nhằm mô phỏng dòng chảy tự nhiên cho giai đoạn sau công trình. Giai đoạn 1987–1995 được sử dụng cho hiệu chỉnh và giai đoạn 1996–1999 được dùng cho kiểm định mô hình. Các chỉ số đánh giá gồm hệ số xác định R^2 , hệ số hiệu quả (NSE), phần trăm sai số (PBIAS) và tỉ lệ lệch quan trắc tiêu chuẩn (RSR) được sử dụng để đánh giá tính hiệu quả mô hình. Kết quả cho thấy mô hình LST mô phỏng tốt dòng chảy thể hiện qua các giá trị R^2 và NSE lớn hơn 0,8, RSR nhỏ hơn 0,3 và PBIAS nhỏ hơn 7,22% cho hai trạm trong hai giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định. Kết quả nghiên cứu cho thấy dòng chảy thực tế và dòng chảy tự nhiên trong giai đoạn sau công trình có sự chênh lệch đáng kể. Dòng chảy trung bình giảm 24,59% vào mùa mưa, tăng 12,06% vào mùa khô tại trạm Phú Điền; và giảm 8,35% vào mùa mưa, tăng 21,11% vào mùa khô tại trạm Tà Pao. Kết quả đạt được của nghiên cứu này có thể sử dụng trong việc ra kế hoạch, quản lý và vận hành điều tiết các công trình thủy lợi, quản lý tài nguyên nước trên lưu vực sông La Ngà.

Từ khoá: Mô hình LST, công trình hồ đập, thủy điện, thủy lợi, sông La Ngà

MỞ ĐẦU

Sông La Ngà là phụ lưu bên trái lớn nhất của sông Đồng Nai. Lưu vực sông La Ngà được phân thành 2 vùng: thượng La Ngà và hạ La Ngà. Lưu vực sông La Ngà có các trục đường giao thông chính như quốc lộ 20, quốc lộ 1A cùng với các ưu thế về điều kiện đất đai, khí hậu, địa hình, dòng chảy lưu vực có nhiều tiềm năng để phát triển kinh tế toàn diện, nhất là nông lâm nghiệp và điện năng. Đây là vùng trọng điểm kinh tế, có nhiều thế mạnh tiềm năng nên từ trước đến nay đã có khá nhiều nghiên cứu liên quan đến quản lý và sử dụng nguồn nước trong lưu vực được các cơ quan trong nước và ngoài nước thực hiện. Nghiên cứu ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại lưu vực sông La Ngà¹ đã cho biết sự thay đổi việc sử dụng đất và phá rừng dẫn đến dòng chảy bề mặt bị ảnh hưởng. Nhóm tác giả nghiên cứu ứng dụng mô hình SWAT và chỉ số chất lượng nước đánh giá chất lượng nước mặt lưu vực sông La Ngà cho thấy mô phỏng oxygen hòa tan, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, tổng chất rắn lơ lửng nhỏ hơn giá trị quan sát với độ tin cậy rất thấp và có mối tương quan thuận với dòng chảy. Nghiên cứu cung cấp thông tin hữu ích để hỗ trợ quản lý hiệu quả tài nguyên nước, đáp ứng việc sử dụng khác nhau trên lưu vực sông La Ngà². Hiện nay, việc thi công và điều tiết dòng chảy của các công trình thủy lợi đã ảnh hưởng tới lưu lượng dòng

chảy sông La Ngà không chỉ trong năm mà còn trong cả nhiều năm. Vì vậy, việc đánh giá ảnh hưởng của các công trình thủy lợi đến dòng chảy giữ vai trò quan trọng trong nghiên cứu, quản lý tài nguyên nước của lưu vực, góp phần phát triển kinh tế xã hội trên lưu vực cũng như vùng hạ du.

Có thể nói việc ứng dụng những mô hình hóa mưa – dòng chảy đã cho phép các nhà thủy văn mô phỏng các quá trình, hiện tượng thủy văn nhằm xem xét những diễn biến của hiện tượng thủy văn từ vi mô đến vĩ mô. Đồng thời, mô hình hóa cung cấp những thông tin cần thiết cho các đối tượng sử dụng nguồn nước khác nhau trong quy hoạch, thiết kế và khai thác tối ưu tài nguyên nước. Hiện nay, các mô hình thủy văn như mô hình mưa – dòng chảy như mô hình MIKE NAM³ mô hình truyền lũ trong sông Muskingum, và các mô hình thủy lực FLWAV, Mike-11, HEC-RAS có rất nhiều ứng dụng trong việc mô phỏng và tính toán các đặc trưng lũ lụt⁴⁻⁶, mô hình HEC – HMS mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy^{7,8}. Mô hình SWAT được áp dụng rộng rãi trong các nghiên cứu đánh giá lưu lượng dòng chảy và chất lượng nước⁹⁻¹². Mô hình LST được ứng dụng và kiểm nghiệm nhiều ở Nhật Bản như ứng dụng mô hình LST để tính toán đập cho lưu vực Takayama¹³, và dự báo lũ cho lưu vực sông Yoshii và khả năng áp dụng của mô hình đã được xác minh thông qua mô phỏng liên tục trong 24 năm¹⁴. Tuy nhiên việc áp dụng mô hình LST ở Việt Nam còn hạn

¹Bộ môn Quản lý và Tin học Môi trường, Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

²Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

³Phòng Thủy văn và Tài nguyên nước, Viện Môi trường và Tài nguyên

Liên hệ

Nguyễn Thị Thùy Trang, Bộ môn Quản lý và Tin học Môi trường, Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Email: ngtttrang@hcmus.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 03/8/2020
- Ngày chấp nhận: 11/11/2020
- Ngày đăng: 20/12/2020

DOI: 10.32508/stdjns.v4i1.993



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Trang N T T, Giang N N H, Hằng N T T. **Đánh giá sự thay đổi dòng chảy lưu vực sông La Ngà.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(SI):SI77-SI86.

chế vì sự phổ biến của mô hình chưa cao. Mô hình LST được chứng minh là hiệu quả để mô phỏng lưu lượng tại lưu vực Sông Bé, Việt Nam với độ tương hợp cao giữa lưu lượng mô phỏng và lưu lượng thực tế¹⁵. Vì vậy, nghiên cứu “Đánh giá sự thay đổi dòng chảy lưu vực sông La Ngà” được thực hiện nhằm đánh giá sự thay đổi ở dòng chảy lưu vực sông La Ngà, cụ thể là tại hai trạm Tà Pao và Phú Điền sau khi có các công trình thủy điện thủy lợi.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Khu vực nghiên cứu

Sông La Ngà là một phụ lưu của lưu vực sông Đồng Nai, bắt nguồn từ cao nguyên Di Linh, Lâm Đồng với diện tích khoảng 4.064 km², là nơi cư trú của khoảng 1.039.969 người năm 2005 và dự báo lên đến 1.401.118 người vào năm 2020¹⁶. Dòng chảy lưu vực sông La Ngà thuộc loại khá. Tổng lượng nước hàng năm vào khoảng 4,80 triệu m³. Phạm vi lưu vực trải dài trong khoảng tọa độ địa lý 107°13’ đến 108°16’ kinh độ Đông và 10°91’ đến 11°78’ vĩ độ Bắc, trải dài qua các tỉnh như Lâm Đồng, Bình Thuận và Đồng Nai (Hình 1). Lưu vực được phân chia thành 3 vùng chính vùng thượng lưu, trung lưu và hạ lưu dựa trên các đặc điểm địa hình và sắc thái khí hậu. Nhìn chung toàn lưu vực sông Đồng Nai chịu ảnh hưởng của chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa, phân hóa chế độ khí hậu thành 2 mùa tương phản: mùa mưa (tháng 5 đến tháng 10) và mùa khô (từ tháng 11 đến tháng 4). Nhiệt độ không khí, bốc hơi, số giờ nắng tăng dần từ thượng lưu xuống hạ lưu. Ngược lại, độ ẩm thì giảm dần từ thượng lưu xuống hạ lưu. Lũ trên lưu vực chủ yếu sinh ra do các trận mưa dông nhiệt, có tổng lượng mưa từ 50–150 mm/ngày. Do địa hình có độ dốc lớn, nhiều ghềnh thác nên tuy lũ nhỏ nhưng thời gian tập trung lũ rất nhanh để sinh ra những cơn lũ quét. Tốc độ truyền lũ từ Đại Nga đến Tà Pao là từ 2–2,5m/s, từ Tà Pao đến Võ Đất là từ 1–1,5 m/s¹⁷. Trong nghiên cứu này, dòng chảy tại hai trạm Tà Pao và Phú Điền được xem xét. Ranh giới lưu vực được xác định dựa bằng phân chia lưu vực trên phần mềm ArcGIS 10.5 dựa trên mô hình độ cao số DEM (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>) (Hình 1). Phần lưu vực của sông La Ngà tính đến trạm Tà Pao có diện tích khoảng 2.034 km² và diện tích lưu vực tính đến trạm Phú Điền khoảng 3.673,21 km².

Từ năm 2001, đã có một số công trình thủy văn trên lưu vực đi vào hoạt động và làm thay đổi không nhỏ đến dòng chảy lưu vực sông La Ngà. Các công trình này có vai trò phát điện, cấp nước cho sinh hoạt, công nghiệp, cấp nước tưới, giảm lũ. Các công trình chính trên lưu vực gồm hồ Hàm Thuận, hồ Đa Mí, đập dâng

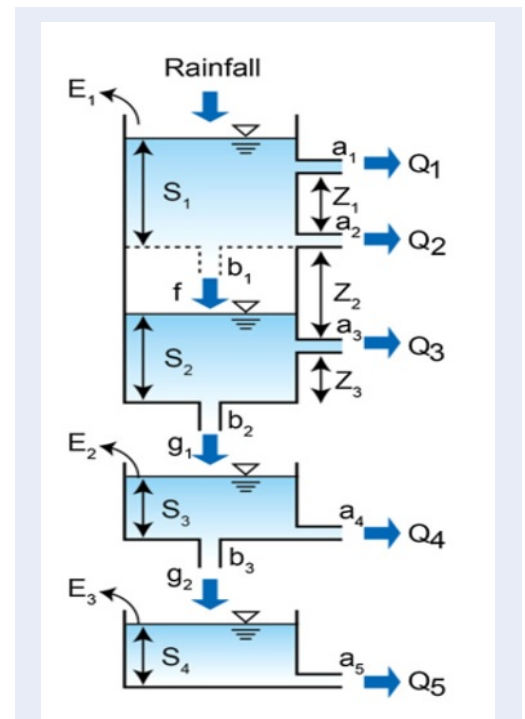
Tà Pao, hồ La Ngà 3 được mô tả trong Bảng 1. Ngoài ra, đập Võ Đất với nhiệm vụ chính là điều tiết nguồn nước xả sau công trình Hàm Thuận – Đa Mí tăng thêm lưu lượng mùa khô để tưới, cấp nước cho vùng hạ lưu sông và chuyển nước cho các lưu vực sông ven biển tỉnh Bình Thuận và Đồng Nai¹⁸.

Phương pháp nghiên cứu

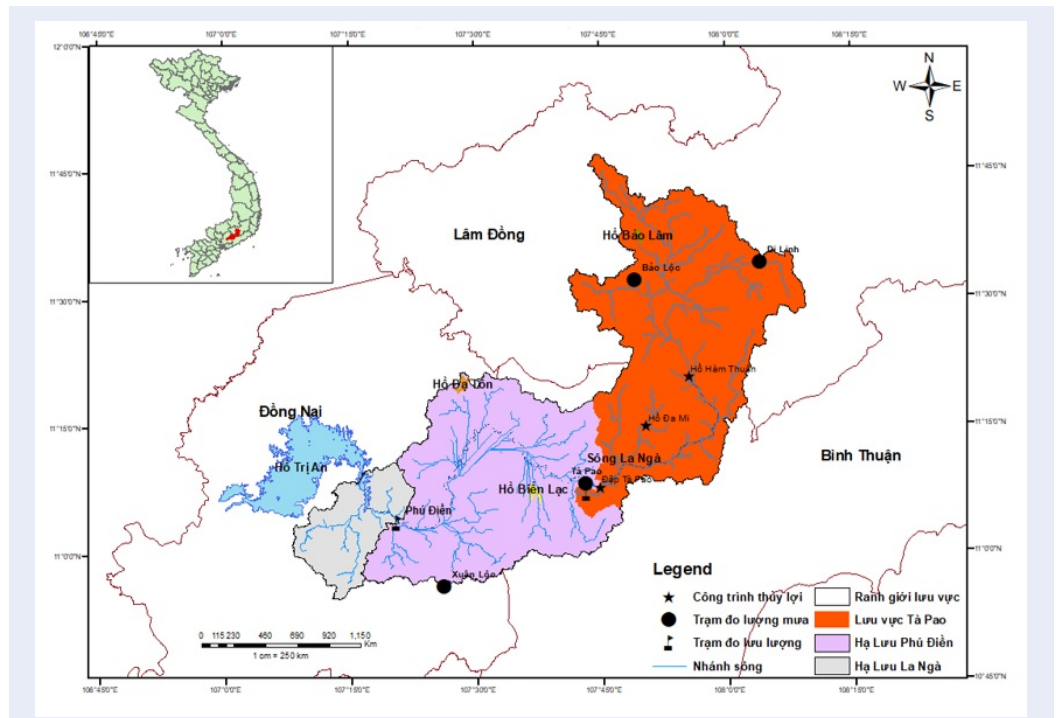
Để đánh giá sự ảnh hưởng của các công trình hồ đập lên dòng chảy tự nhiên của lưu vực, mô hình LST được xây dựng nhằm mô phỏng dòng chảy tự nhiên cho lưu vực cho giai đoạn 1987– 1999, trong đó thời gian hiệu chỉnh là 1987–1995 hiệu chỉnh và kiểm định là 1996–1999. Mô hình sau đó được sử dụng để mô phỏng dòng chảy tự nhiên cho giai đoạn sau công trình tại trạm Tà Pao giai đoạn 2001–2013. Do hạn chế về thu thập dữ liệu nên dòng chảy sau công trình tại trạm Phú Điền chỉ đánh giá cho giai đoạn 2001–2007.

Cơ sở lý thuyết

Mô hình LST (Long and Short Term runoff model) là một mô hình thông số vật lý được dựa trên mô hình dòng chảy khái niệm tập trung¹⁹. Cấu trúc mô hình bao gồm 3 bể chứa, trong đó bể chứa đầu được chia làm 2 bể chứa nhỏ (Hình 2).



Hình 2: Cấu trúc mô hình LST



Hình 1: Bản đồ lưu vực sông La Ngà

Bảng 1: Các công trình chính trên lưu vực sông La Ngà

Công trình	Mô tả cơ bản
Hồ Hàm Thuận	Dung tích hữu ích là 522,5 triệu m ³ , mực nước chết 575 m, mực nước dâng bình thường 605 m
Hồ Đa Mi	Dung tích hữu ích là 11,6 triệu m ³ , mực nước chết 323 m, mực nước dâng bình thường 325 m
Đập dâng Tà Pao	Đập tràn tự do dài 370 m với lưu lượng xả lũ theo thiết kế là 4,12 m ³ /s
Hồ La Ngà 3	Diện tích lưu vực 1.953 km ² ; mực nước chết bằng 138 m; mực nước dâng bình thường bằng 164 m; lưu lượng lớn nhất qua tuabin khoảng 129 m ³ /s

Phương trình liên lục của mỗi bể được hiểu như sau:

$$\frac{dS_1}{dt} = r - E_1 - f - Q_1 - Q_2 \quad (1)$$

$$\frac{dS_2}{dt} = f - Q_3 - g_1 \quad (2)$$

$$\frac{dS_3}{dt} = g_1 - E_2 - Q_4 - g_2 \quad (3)$$

$$\frac{dS_4}{dt} = g_2 - E_3 - Q_5 \quad (4)$$

Trong đó:

a_i: Hệ số cửa ra;

b_i: Hệ số thấm giữa các bể;

S_i: Lượng chứa của bể j (mm);

Z_j: Chiều cao cửa ra (mm);

f, g₁, g₂: Lượng thấm (mm);

r: Lượng mưa bình quân lưu vực (mm);

E_i: Lượng bốc hơi (mm);

Q₁: Dòng chảy mặt (mm);

Q₂, Q₃: Dòng chảy sát mặt ra khỏi bể 1 (mm);

Q₄, Q₅: Dòng ra ngầm chảy ra khỏi bể 2, 3 (mm)

Thông số là đặc trưng số lượng của hệ thống thủy văn.

Thí dụ diện tích lưu vực là một thông số biểu thị độ

lớn của lưu vực. Nói chung thông số của hệ thống

không thay đổi theo thời gian trong điều kiện các yếu

tố ảnh hưởng đến hệ thống ổn định. Đặc tính của hệ

thống có thể biểu thị qua nhiều thông số khác nhau

Thiết lập mô hình và dữ liệu nghiên cứu

Mô hình mưa – dòng chảy LST được lập trình dựa trên ngôn ngữ FORTRAN 90. Mô hình LST có 15 thông số cần hiệu chỉnh gồm các hệ số cửa ra của các hồ a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 ; hệ số thấm giữa các hồ b_1, b_2, b_3 ; chiều cao cửa ra Z_1, Z_2, Z_3 ; và lượng chứa ban đầu của các hồ S_1, S_2, S_3, S_4 . Trong nghiên cứu này, các thông số của mô hình được hiệu chỉnh tự động. Dữ liệu cần thiết cho thực hiện nghiên cứu bao gồm dữ liệu mô hình độ cao số (Digital Elevation Model, DEM) được lấy từ ASTER GDEM do NASA xây dựng, độ phân giải không gian 90x90 m. Dữ liệu này được sử dụng để phân chia lưu vực và xác định diện tích lưu vực. Các số liệu khác sử dụng trong nghiên cứu gồm: số liệu khí tượng (nhiệt độ, số giờ nắng trung bình tốc độ gió, độ ẩm) phục vụ tính toán bốc thoát hơi nước theo phương pháp Penman - Monteith²⁰, số liệu thủy văn (lưu lượng) tại các trạm Bảo Lộc và Tà Pao, và số liệu mưa từ các trạm Di Linh, Bảo Lộc, Tà Pao và Xuân Lộc (Hình 1). Lượng mưa trung bình của hai lưu vực được tính toán theo phương pháp đa giác Thiessen²¹. Lưu vực Tà Pao sử dụng ba trạm mưa Di Linh, Bảo Lộc, Tà Pao với các trọng số mưa tương ứng là 43,4%; 29,4%; và 27,2%. Các trọng số mưa tương ứng cho các trạm và lưu vực Phú Điền sử dụng bốn trạm Di Linh, Bảo Lộc, Tà Pao và Xuân Lộc với các trọng số mưa tương ứng là 24,0%; 16,2%, 41,6% và 18,2%. Nguồn dữ liệu được cung cấp bởi Đài khí tượng thủy văn khu vực Nam Bộ (Bảng 2).

Đánh giá mô hình

Hiệu quả mô phỏng của mô hình được đánh giá dựa trên mức độ phù hợp giữa số liệu mô phỏng và quan trắc hoặc thông qua việc tính toán các chỉ số NSE, phần trăm sai số (PBIAS) và hệ số tương quan R^2 và tỉ lệ lệch quan trắc tiêu chuẩn (RSR) để kiểm tra²²⁻²⁴. Mức độ hiệu quả của mô hình được đánh giá bằng các chỉ tiêu được mô tả ở Bảng 3.

Hệ số hiệu quả Nash – Sutcliffe (NSE)

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_0 - Q_m)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_0 - \bar{Q}_0)^2} \quad (5)$$

Tỉ lệ lệch quan trắc tiêu chuẩn (RSR)

$$RSR = \frac{RMSE}{STDEV_{obs}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_0 - Q_m)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_0 - \bar{Q}_0)^2}} \quad (6)$$

Phần trăm sai số (PBIAS)

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_0 - Q_m)}{\sum_{i=1}^n Q_0} \times 100\% \quad (7)$$

Hệ số xác định (R^2)

$$R^2 = \left[\frac{\sum (Q_0 - \bar{Q}_0)(Q_m - \bar{Q}_m)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_0 - \bar{Q}_0)^2 \sum_{i=1}^n (Q_m - \bar{Q}_m)^2}} \right]^2 \quad (8)$$

Trong đó:

Q_0 : giá trị thực đo (m^3/s).

\bar{Q}_0 : trung bình giá trị thực đo (m^3/s).

Q_m : giá trị mô phỏng (m^3/s).

\bar{Q}_m : trung bình giá trị mô phỏng (m^3/s).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Trong nghiên cứu này, các thông số của mô hình được hiệu chỉnh theo phương pháp tự động. Kết quả tính toán được so sánh với lưu lượng trung bình tháng của các trạm Phú Điền và Tà Pao. Mô phỏng trong thời gian 1987–1995 và 1996–1999 lần lượt được sử dụng cho hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho cả hai trạm Tà Pao và Phú Điền. Sau khi mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định, các thông số của mô hình cho hai lưu vực Tà Pao và Phú Điền được xác định như Bảng 4. Mô hình LST được hiệu chỉnh và kiểm định để mô phỏng tốt cho dòng chảy lưu vực La Ngà thể hiện qua các giá trị của các chỉ số đánh giá mô hình (NSE, PBIAS, R^2 , và RSR) đều ở trong khoảng rất tốt. Đối với trạm Tà Pao trong giai đoạn hiệu chỉnh về $R^2 = 0,89$, NSE = 0,88, PBIAS = -3,53%, RSR = 0,24; với trạm Phú Điền R^2 và NSE đều bằng 0,95, PBIAS = 7,22% và RSR = 0,23 cho giai đoạn hiệu chỉnh và $R^2 = 0,89$, NSE = 0,89, PBIAS = 7,22%, RSR = 0,27 trong giai đoạn kiểm định (Bảng 5). Như vậy sự sai lệch trung bình giữa số liệu thực đo và mô phỏng ở giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định tương đương nhau. Ngoài ra, sự tương quan giữa mưa và dòng chảy mô phỏng cũng thể hiện tốt ở cả 2 trạm. Mưa và dòng chảy đều cao nhất vào tháng 9 và thấp nhất vào tháng 2 đến tháng 4 hàng năm.

So sánh kết quả mô phỏng và quan trắc giữa 2 trạm cho thấy, mô hình LST mô phỏng trạm Phú Điền tốt hơn trạm Tà Pao (Hình 3 và 4, Bảng 5). Điều này được giải thích là do các phía thượng lưu của trạm Tà Pao có các công trình thủy lợi nhỏ làm ảnh hưởng đến dòng chảy tự nhiên của lưu vực trong giai đoạn này. Đồng thời lưu vực Phú Điền ở phần hạ lưu của trạm Tà Pao, nơi có điều kiện thổ nhưỡng, địa hình tương đối đồng nhất hơn, do đó các hệ số của mô hình mang tính đặc trưng cho toàn lưu vực tốt hơn. Tuy nhiên những ảnh hưởng này cũng không quá nhiều, minh chứng là kết quả mô phỏng của lưu vực Tà Pao cũng đạt tiêu chuẩn rất tốt theo tiêu chuẩn (Bảng 5).

Bảng 2: Dữ liệu khí tượng thủy văn sử dụng trong nghiên cứu

Trạm	Loại dữ liệu	Khoảng thời gian	Dữ liệu đo
Bảo Lộc	Ngày, tháng	1987–1999, 2001–2013	T*, N, P, W*, H*
Di Linh	Ngày	1987–1999, 2001–2013	P
Tà Pao	Ngày	1987–1999, 2001–2013	Q, P
Phú Điền	Ngày	1987–1999, 2001–2007	Q, P
Xuân Lộc	Ngày	1987–1999, 2001–2007	

Ghi chú: Q: lưu lượng; T: nhiệt độ; N: số giờ nắng; P: lượng mưa; W: tốc độ gió; H: độ ẩm; (*) dữ liệu đo theo tháng

Bảng 3: Chỉ tiêu đánh giá hiệu quả mô hình ²⁵

Loại	NSE	PBIAS	R ²	RSR
Rất tốt	> 0,75	< 10%	0,75→1,00	0,00→0,05
Tốt	> 0,60	±10% → 15%	0,65→0,75	0,05 →0,60
Thỏa mãn	> 0,40	±15% → 25%	0,5→0,65	0,60→0,70

Bảng 4: Bộ thông số của mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định cho hai lưu vực

Thông số	Tà Pao	Phú Điền	Thông số	Tà Pao	Phú Điền	Thông số	Tà Pao	Phú Điền
a ₁	0,0073	0,0012	b ₁	0,0959	0,0528	Z ₃ (mm)	139,63	97,59
a ₂	0,0917	0,0312	b ₂	0,0239	0,0221	S ₁ (mm)	11,29	12,69
a ₃	0,0301	0,0148	b ₃	0,0078	0,0145	S ₂ (mm)	64,60	116,53
a ₄	0,0049	0,0044	Z ₁ (mm)	7,3622	190,29	S ₃ (mm)	128,22	173,26
a ₅	0,0002	0,0001	Z ₂ (mm)	363,95	331,10	S ₃ (mm)	2363,16	2882,86

Bảng 5: Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Trạm	NSE		PBIAS (%)		R2		RSR	
	HC	KĐ	HC	KĐ	HC	KĐ	HC	KĐ
Tà Pao	0,88	0,93	-3,53	4,17	0,89	0,97	0,24	0,26
Phú Điền	0,95	0,93	0,80	7,22	0,95	0,95	0,23	0,27

(HC: Hiệu chỉnh; KĐ: Kiểm định)

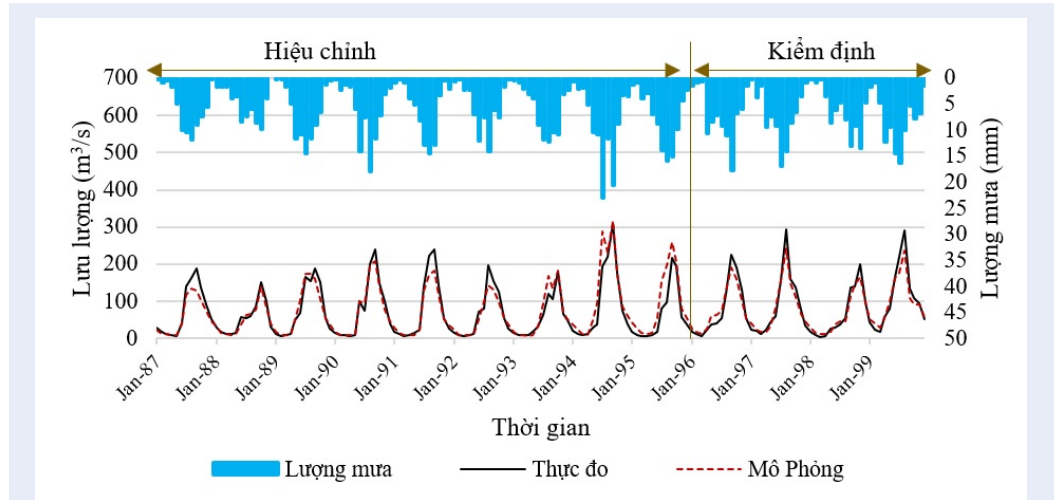
Đánh giá thay đổi dòng chảy thực tế sau khi có công trình so với dòng chảy tự nhiên

Thay đổi dòng chảy trung bình tháng

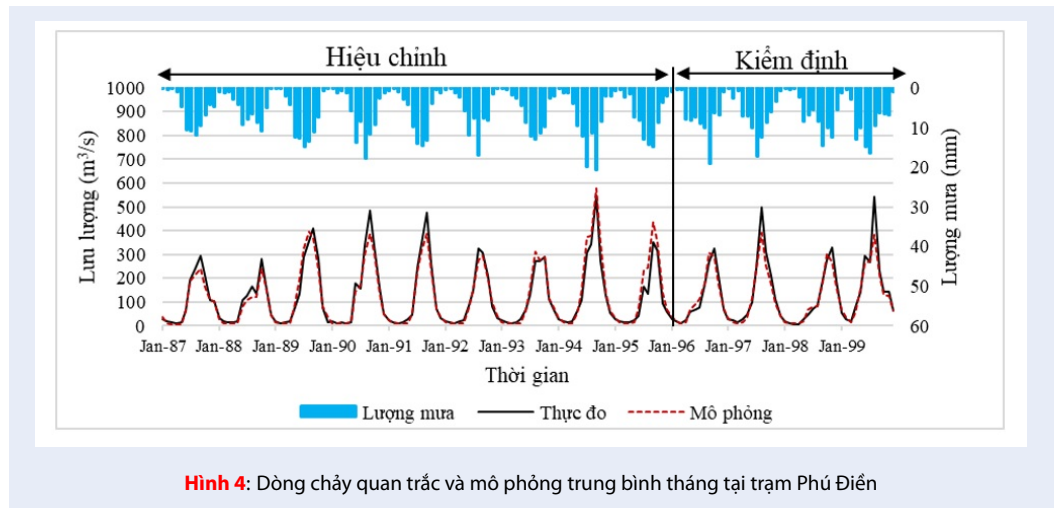
Ở đây đánh giá sự thay đổi dòng chảy thực tế sau công trình so với dòng chảy tự nhiên. Dòng chảy thực tế sau công trình là số liệu dòng chảy trung bình quan trắc tại hai trạm Tà Pao và Phú Điền trong giai đoạn 2001–2013. Dòng chảy tự nhiên chính là kết quả mô phỏng từ mô hình LST dựa trên mô hình đã hiệu chỉnh kiểm định cho giai đoạn 1987–1999 và các số liệu đầu vào khí tượng và mưa của giai đoạn từ năm 2001–2007 cho trạm Phú Điền, và từ năm 2001–2013 cho trạm Tà Pao. Kết quả được thể hiện dưới dạng lưu lượng (Hình 5a) và phần trăm thay đổi (Hình 5b).

Kết quả từ Hình 5 cho thấy ở cả hai trạm quan trắc, dòng chảy thực tế đều nhỏ hơn dòng chảy tự nhiên vào mùa mưa, và lớn hơn dòng chảy tự nhiên vào mùa khô. Phần trăm thay đổi âm tức là quá trình điều tiết của các công trình đập, hồ chứa đã trữ nước. Ngược lại phần trăm thay đổi dương tức là các công trình đã xả thêm nước xuống hạ du để phục vụ cho các hoạt động công nghiệp, thủy điện, phục vụ nông nghiệp và sinh hoạt cho người dân.

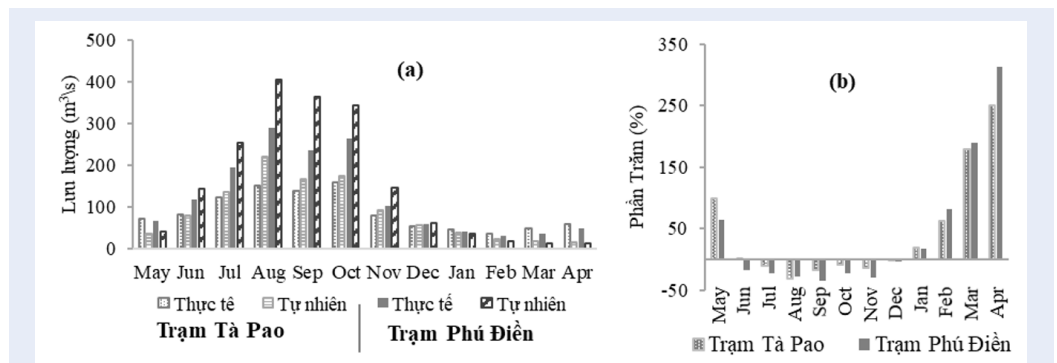
Đối với trạm Tà Pao, lưu lượng xả xuống hạ lưu khi có công trình thủy điện thủy lợi giảm vào mùa mưa, với phần trăm giảm cao nhất khoảng -31,53% tương ứng với -69,10 m³/s vào tháng 8; thấp nhất là vào tháng 12 với -0,34% tương ứng khoảng -0,19 m³/s.



Hình 3: Dòng chảy quan trắc và mô phỏng trung bình tháng tại trạm Tà Pao



Hình 4: Dòng chảy quan trắc và mô phỏng trung bình tháng tại trạm Phú Điền



Hình 5: Lưu lượng dòng chảy tự nhiên và dòng chảy thực tế (a), và sự thay đổi của dòng chảy thực tế so với dòng chảy tự nhiên tại trạm Tà Pao và Trạm Phú Điền (b)

Với trạm Phú Điền, dòng chảy giảm lớn nhất là vào tháng 9 khoảng -35,57% tương ứng với $-129,65 \text{ m}^3/\text{s}$, thấp nhất là vào tháng 12 khoảng -3,49% ứng với $-2,11 \text{ m}^3/\text{s}$ (Hình 5a và b). Vào tháng 10, lưu lượng trung bình tháng nhiều năm ở trạm Phú Điền và trạm Tà Pao gần như ít thay đổi, chênh lệch giữa hai giai đoạn chỉ khoảng 0,56%. Ngược lại vào mùa khô, dòng chảy thực tế trên khu vực nghiên cứu tăng đáng kể so với lưu lượng dòng chảy tự nhiên, đặc biệt là các tháng 2, 3, 4 và 5. Đỉnh điểm là vào tháng 4, các công trình đã điều tiết dòng chảy tăng từ $16,58 \text{ m}^3/\text{s}$ lên $47,94 \text{ m}^3/\text{s}$ tại trạm Tà Pao, tương ứng tăng 313,75%. Tại trạm Phú Điền, lưu lượng dòng chảy tăng $41,42 \text{ m}^3/\text{s}$, tương ứng tăng khoảng 250% (Hình 5a và b). Tính theo phần trăm thay đổi thì trong giai đoạn tháng 1 đến tháng 5, lưu lượng trung bình tháng của nhiều năm đều tăng khoảng từ 17,04% (tháng 1) đến 313,75% (tháng 4) đối với trạm Phú Điền và khoảng 19,35% (tháng 1) đến 249,9% (tháng 4) đối với trạm Tà Pao. Nguyên nhân là do ở thượng nguồn xả một lượng nước với lưu lượng lớn hơn dòng chảy tự nhiên để cấp nước cho nhu cầu sản xuất sinh hoạt của hạ lưu và cũng để đón lũ cho những tháng sau.

Thay đổi biên độ dòng chảy

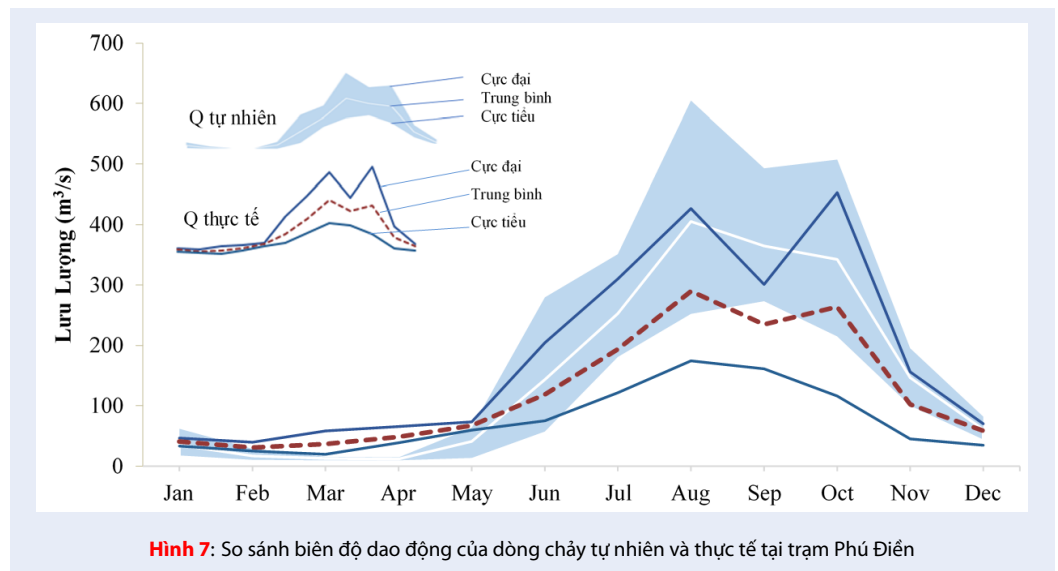
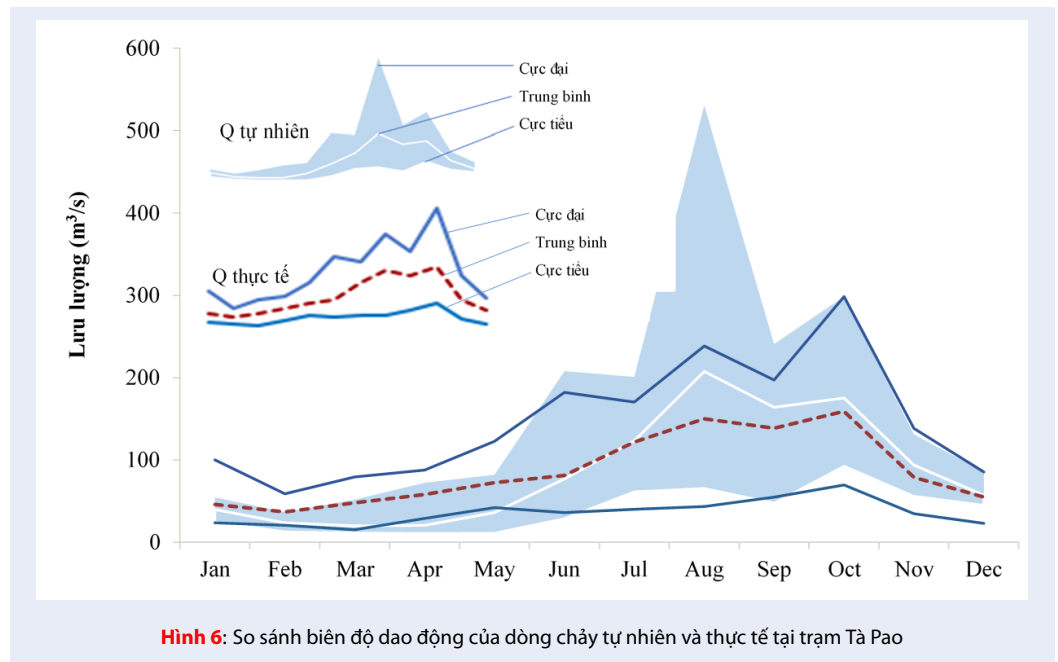
Kết quả Hình 6 và Hình 7 cho thấy tổng lượng nước khi không có và khi có công trình có sự thay đổi rõ rệt. Tổng lượng dòng chảy tăng vào mùa khô và giảm vào mùa mưa. Tổng lượng nước lớn nhất khi không có công trình của cả hai trạm đều vào khoảng tháng 8. Sau khi có công trình thủy điện thủy lợi thì tổng dòng chảy của cả hai trạm lớn nhất lại vào tháng 10. Tại trạm Phú Điền, tổng lượng nước trung bình các tháng mùa mưa giảm 24,59%, vào các tháng mùa khô tăng 12,06%. Tại trạm Tà Pao, tổng lượng nước giảm 8,35% vào các tháng mùa mưa, tăng 21,11% vào mùa khô. Hình 6 và Hình 7 cũng cho thấy rõ nét dòng chảy trung bình tháng của hai trạm đều giảm vào mùa mưa và tăng đáng kể vào mùa mưa. Bên cạnh đó, so với khi không có công trình, biên độ giữa dòng chảy cực tiểu và cực đại tại trạm Tà Pao giảm đáng kể vào các tháng lũ (tháng 8, 9, 10) và tăng nhiều vào các tháng kiệt (tháng 2, 3, 4). Thí dụ dòng chảy cực tiểu – cực đại vào tháng 8 tại trạm Tà Pao là $66,85-530,33 \text{ m}^3/\text{s}$ khi chưa có công trình. Trong khi đó, con số này trong giai đoạn có công trình là $43,28-238,46 \text{ m}^3/\text{s}$ (Hình 6). Nói cách khác, biên độ dòng chảy cực tiểu–cực đại vào tháng 8 giảm hơn gấp đôi so với dòng chảy tự nhiên. Ở trạm Phú Điền, sự chênh lệch biên độ cũng đáng kể ở một số tháng, đặc biệt vào tháng 9. Với dòng chảy tự nhiên, lưu lượng cực tiểu–cực đại khoảng $275,2-497,1 \text{ m}^3/\text{s}$, trong khi con số này với

dòng chảy thực tế là $161,17-300,87 \text{ m}^3/\text{s}$. Như vậy, biên độ cũng giảm từ $221,9 \text{ m}^3/\text{s}$ xuống $139,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Điều này được giải thích bởi sự điều tiết giữ nước vào các tháng mùa lũ làm cho giá trị dòng chảy, đặc biệt dòng chảy cực đại đã giảm đáng kể. Ngược lại, vào mùa khô thì biên độ dòng chảy cực tiểu cực–cực đại thực tế giai đoạn sau công trình lớn hơn khá rõ nét so với dòng chảy tự nhiên. Điều này có thể thấy rõ vào tháng 3, 4 khi dòng chảy tự nhiên gần như bằng 0 và dòng chảy sau khi có công trình tăng lên $38-66 \text{ m}^3/\text{s}$. Nguyên nhân là do dòng chảy tự nhiên vào mùa khô rất nhỏ, và tương đối không thay đổi qua các năm. Với sự điều tiết của các công trình thượng nguồn, có những tháng đủ nước thì điều tiết ít, những tháng kiệt cuối mùa khô (tháng 4) việc xả nước xuống hạ lưu được điều tiết nhiều hơn. Đó là lý do làm biên độ dòng chảy các tháng cuối mùa khô thay đổi đáng kể. Tóm lại, khi các công trình thủy điện thủy lợi đi vào hoạt động thì dòng chảy giảm vào mùa mưa và tăng vào mùa khô. Sự tăng giảm đáng kể dòng chảy thực tế so với dòng chảy tự nhiên diễn ra rõ nét ở các tháng kiệt (tháng 2, 3, 4) và các tháng lũ (tháng 8, 9, 10). Biên độ dòng chảy cực đại cực tiểu cũng thay đổi sau khi có công trình. Khoảng biên độ dòng chảy cực tiểu–cực đại hẹp hơn vào mùa mưa và rộng hơn vào mùa khô do trữ nước cất lũ và do điều tiết tăng dòng chảy vào mùa khô. Sự chênh lệch dòng chảy mùa khô và dòng chảy mùa mưa cũng giảm so với dòng chảy tự nhiên. Nói cách khác sự quản lý và điều tiết nước của các hồ đập đã dẫn đến một chế độ thủy văn mới, giúp gia tăng dòng chảy mùa kiệt và giảm dòng chảy lũ.

KẾT LUẬN

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá sự thay đổi lưu lượng dòng chảy sông La Ngà bằng phương pháp ứng dụng mô hình LST. Kết quả mô hình được chứng minh là mô phỏng dòng chảy tự nhiên khá tốt thể hiện qua các giá trị của các thông số đều ở khoảng tốt và rất tốt. Giá trị NSE và R^2 lớn hơn 0,8, PBIAS nhỏ hơn 5% và RSR nhỏ hơn 0,3 tại cả hai trạm Tà Pao và Phú Điền (Bảng 4).

Sau năm 2001 các công trình lớn trên lưu vực sông La Ngà hình thành đi vào hoạt động và đã có những ảnh hưởng đáng kể đến dòng chảy tự nhiên của lưu vực. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với sự điều tiết của các công trình lượng nước sau khi có 2 trạm Tà Pao và Phú Điền đều giảm lần lượt là 24,59% và 8,35% vào mùa mưa. Vào mùa khô thì lượng nước ở trạm Phú Điền tăng khoảng 12,06% và tại trạm Tà Pao tăng 21,11% so với tổng lượng nước tự nhiên khi không có công trình. Đồng thời, khi các công trình thủy điện thủy lợi hoạt động thì biên độ dòng chảy cực tiểu–cực đại trung bình tháng cũng thay đổi theo hướng tích cực.



Biên độ dòng chảy trung bình tháng vào mùa mưa đặc biệt là các tháng lũ (tháng 8, 9, 10) giảm đáng kể. Trong khi đó biên độ và giá trị lưu lượng dòng chảy tăng vào mùa khô, đặc biệt tăng đáng kể vào một số tháng kiệt (tháng 2, 3, 4). Có thể nói rằng sự vận hành của các công trình thủy điện, thủy lợi đã tạo ra chế độ dòng chảy mới, giúp tăng dòng chảy vào mùa khô và giảm dòng chảy vào mùa mưa.

Kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở khoa học cho việc quy hoạch, quản lý, vận hành các công trình thủy lợi cho các lưu vực khác. Đồng thời đây có thể xem là tài liệu tham khảo và tiền đề cho những nghiên cứu sâu

hơn ở lưu vực sông La Ngà.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

LST: Long and Short Term runoff model

DEM: Digital Elevation Model

ASTER GDEM: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model

SWAT: Soil & Water Assessment Tool

NSE: Nash Sutcliffe Efficiency

RSR: Ratio of RMSE to the standard deviation of the observations

PBIAS: Percent bias

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH TÁC GIẢ

Các tác giả tuyên bố rằng họ không có xung đột lợi ích.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Thị Thùy Trang, Nguyễn Thị Thụy Hằng thu thập số liệu, thực nghiệm mô hình, xử lý kết quả và tham gia viết bài. Ngô Ngọc Hoàng Giang thu thập số liệu và xử lý kết quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Lợi NL, Trang NH. Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại tiểu lưu vực sông La Ngà. 2008;.
- Uyên N, Nguyen Duy L, Nguyen L. Ứng dụng mô hình SWAT và chỉ số chất lượng nước đánh giá chất lượng nước mặt lưu vực sông La Ngà. 2014;.
- Hafezparast D, Fatemi E. A conceptual rainfall-runoff model using the auto calibrated NAM models in the Sarisoo river. *J Waste Water Treat Anal.* 2013;04. Available from: <https://doi.org/10.4172/2157-7587.1000148>.
- Wang J, Zhang Z, Greimann B, Huang V. Application and evaluation of the HEC-RAS - riparian vegetation simulation module to the Sacramento River. *Ecol Model.* 2018;368:158–168. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.11.011>.
- Moya QV, Kure S, Udo K, Mano A. Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5. *RIBAGUA - Rev Iberoam del Agua.* 2016;3(1):25–33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.riba.2015.12.001>.
- Liu HL, Chen X, Bao AM, Wang L. Investigation of groundwater response to overland flow and topography using a coupled MIKE SHE/MIKE 11 modeling system for an arid watershed. *J Hydrol.* 2007;347(3):448–459. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.09.053>.
- Halwatura D, Najim MMM. Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment. *Environ Model Softw.* 2013;46:155–162. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.03.006>.
- Castro CV, Maidment DR. GIS preprocessing for rapid initialization of HEC-HMS hydrological basin models using web-based data services. *Environ Model Softw.* 2020;130:104732. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104732>.
- Trang NTT, Shrestha S, Shrestha M, Datta A, Kawasaki A. Evaluating the impacts of climate and land-use change on the hydrology and nutrient yield in a transboundary river basin: A case study in the 3S river basin (Sekong, Sesan, and Srepok). *Sci Total Environ.* 2017;576:586–598. PMID: 27810747. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.138>.
- Bhatta B, Shrestha S, Shrestha PK, Talchabhadel R. Evaluation and application of a SWAT model to assess the climate change impact on the hydrology of the Himalayan River Basin. *CATENA.* 2019;181:104082. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104082>.
- Ấu NTT, Liêm ND, Lợi NK. Ứng dụng mô hình SWAT và công nghệ GIS đánh giá lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Đăk Bla. *Tạp Chí Khoa Học ĐHQGHN, Các Khoa Học Trái Đất và Môi Trường.* 2013;3:1–13.
- Luo Y, Arnold J, Allen P, Chen X. Baseflow simulation using SWAT model in an inland river basin in Tianshan mountains, Northwest China. *Hydrol Earth Syst Sci.* 2012;16(4):1259–1267. Available from: <https://doi.org/10.5194/hess-16-1259-2012>.
- Kadoya M, Tanakamaru H, Kanjou N. Application of long- and short-term runoff model to Takayama dam basin [Japan]. *Trans Japanese Soc Irrig Drain Reclam Eng.* 1995;178:493–502.
- Nagai A, Yomota A. Application of long and short terms runoff model to forecasting of flood discharge in Yoshii river [Okayama, Japan]. *Trans Japanese Soc Irrig Drain Reclam Eng.* 1990;1990(147):95–102.
- Hang NTT, Chikamori H. Comparison of efficiency between differential evolution and evolution strategy: application of the LST model to the Be River catchment in Vietnam. *Paddy Water Environ.* 2017;15:797–808. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10333-017-0593-z>.
- Uyên NND. Ứng dụng mô hình thủy văn thủy lực phục hồi nước mặt lưu vực sông La Ngà. *Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc, Cần Thơ.* 2014;.
- Dũng DD. Nghiên cứu, đánh giá mô hình vỡ đập Hàm Thuận - Đa Mi đến hạ lưu sông La Ngà, đề xuất biện pháp phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại. *Tạp san Khoa học và Công nghệ Quy hoạch thủy lợi.* 2009;p. 124–133.
- Phú H. Tác động của công trình hồ đập tới dòng chảy hạ lưu sông La Ngà, ứng dụng mô hình thủy văn thủy lực phục hồi dòng chảy tự nhiên sau khi có hồ chứa Hàm Thuận - Đa Mi. *Tạp chí Khí Tượng Thủy Văn.* 2018;2:1–11.
- Kadoya M, Nagai A. Development of the Long and Short Terms Runoff Model. *Trans Japanese Soc Irrig Drain Reclam Eng.* 1988;1988(136):31–38.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements. *FAO Irrigation and drainage paper* 56. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1998;.
- Thiessen AH. Precipitation averages for large areas. *Mon Weather Rev.* 1911;39(7):1082–1089. Available from: [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1911\)39<1082b:PAFLA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1911)39<1082b:PAFLA>2.0.CO;2).
- Nguyen HH, Recknagel F, Meyer W. Effects of projected urbanization and climate change on flow and nutrient loads of a Mediterranean catchment in South Australia. *Ecohydrol Hydrobiol [Internet].* 2019;19(2):279–288. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.10.001>.
- Tang L, Yang D, Hu H, Gao B. Detecting the effect of land-use change on streamflow, sediment and nutrient losses by distributed hydrological simulation. *J Hydrol [Internet].* 2011;409(1):172–182. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.08.015>.
- Shen Z, Qiu J, Hong Q, Chen L. Simulation of spatial and temporal distributions of non-point source pollution load in the three gorges reservoir region. *Sci Total Environ [Internet].* 2014;493:138–146. PMID: 24946028. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.109>.
- Moriasi D, et al. Model Evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of American Society of Agricultural and Biological Engineers.* 2007;50(3):885–900. Available from: <https://doi.org/10.13031/2013.23153>.

Assessment of the streamflow changes in the La Nga river basin

Nguyen Thi Thuy Trang^{1,2,3,*}, Ngo Ngoc Hoang Giang^{2,3}, Nguyen Thi Thuy Hang^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Department of Environmental Management and Informatics, Faculty of Environment, University of Science

²Vietnam National University, Hochiminh City

³Department of Hydrology and Water Resources, Institute for Environment and Resources

Correspondence

Nguyen Thi Thuy Trang, Department of Environmental Management and Informatics, Faculty of Environment, University of Science

Vietnam National University, Hochiminh City

Department of Hydrology and Water Resources, Institute for Environment and Resources

Email: ngtttrang@hcmus.edu.vn

History

- Received: 03/8/2020
- Accepted: 11/11/2020
- Published: 20/12/2020

DOI : 10.32508/stdjns.v4i1.993



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ABSTRACT

The paper aims to assess the changes of the streamflow under the impact of irrigation constructions in La Nga river basin using the Long and Short term runoff (LST) model. The LST model was calibrated and validated for the period of 1987–1995 and 1996–1999, respectively, to simulate the natural streamflow for the post-construction phase. Statistical metrics, including R^2 coefficients, efficiency coefficients (NSE), percent error (PBIAS) and standard monitoring deviation ratio (RSR) were used to evaluate the model performance. The results showed that, LST model performed well in the flow simulation by the high values of R^2 and NSE index greater than 0.80, RSR smaller than 0.30 and PBIAS lower than 7.22%. The comparison between the simulated (natural) and observed flows illustrated that there were changes of the flow regime in the post-construction phase. The average seasonal flow decreases 24.59% and increased 12.06% in the wet and dry season, respectively at Phu Dien station. Meanwhile, at Ta Pao station, the streamflow decreased 8.35% and increased 21.11% in the wet and dry season, respectively. The results of this study could be used in planning, managing and regulating the irrigation works' operation, and water resources management in the La Nga river basin.

Key words: LST model, hydro-power, irrigation construction, La Nga river basin

Cite this article : Trang N T T, Giang N N H, Hang N T T. **Assessment of the streamflow changes in the La Nga river basin.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(SI):SI77-SI86.