

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA HỒ CHỨA VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TỚI BÙN CÁT SÔNG NẬM MU

Lê Văn Thịnh

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Các hồ chứa trên sông Nậm Mu có dung tích phòng lũ trên 2 tỷ m³, đóng vai trò quan trọng trong việc phòng chống thiên tai, giảm lũ lụt, giảm nguy cơ vỡ đê và cung cấp nước tưới về mùa kiệt cho vùng đồng bằng rộng lớn ở Bắc Bộ. Xây dựng đập ở khu vực thượng nguồn làm thay đổi các yếu tố tự nhiên, dẫn đến những tác động tổng hợp tiêu cực cho khu vực hạ lưu cùng với các vấn đề thường gặp như bồi lắng hồ chứa, xói lở nghiêm trọng lòng sông và bờ sông ở hạ lưu. Bài báo này ứng dụng mô hình xói mòn, vận chuyển bùn cát và bồi lắng hồ chứa để mô phỏng ảnh hưởng của việc xây dựng hồ chứa và biến đổi khí hậu đến vận chuyển bùn cát sông Nậm Mu. Kết quả cho thấy nếu chỉ xét riêng biến đổi khí hậu thì lượng bùn cát tăng lên, khi xét kết hợp giữa ảnh hưởng của hồ chứa và biến đổi khí hậu thì kết quả lượng bùn cát vận chuyển giảm đáng kể. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho việc xây dựng các công trình tháo xả bùn cát về hạ lưu cho các hồ chứa mới và đã xây dựng.

Từ khóa: Hồ chứa, biến đổi khí hậu, vận chuyển bùn cát, sông Nậm Mu.

Summary: Reservoirs in Nam Mu river has a flood prevention capacity of over 2 billion m³, playing an important role in natural disaster prevention, flood reduction, dike breaking risk and provide irrigation water in the dry season for the large plains in the North. Dam construction in the upstream area is the cause of changes in natural factors, leading to negative aggregate impacts for the downstream area along with common problems such as reservoir sedimentation, serious erosion of river bed and riverbank in downstream. This paper applies erosion, sediment transport and reservoir sedimentation models to simulate the effects of reservoirs construction and climate change on sediment transport in Nam Mu river. The results show that if only considering climate change, the amount of sediment increases, when considering the combination of the influence of the reservoir and climate change, the result is a significant decrease in the amount of sediment transportation. The research results are the basis for the construction of works to remove sediment and discharge to the downstream for new and built reservoirs.

Keywords: Reservoirs, climate change, sediment transport, Nam Mu river.

1. GIỚI THIỆU

Việc xây dựng các hồ chứa trên lưu vực sông phục vụ nhu cầu điện, nông nghiệp và sinh hoạt cũng ảnh hưởng đến dòng chảy và lượng phù sa. Nó làm gián đoạn tính liên tục của hệ thống sông trong dòng chảy và vận chuyển phù sa đến các vùng hạ lưu và ven biển (Kondolf, 1997). Việc xây dựng hồ chứa là nguyên nhân gây ra tình trạng cạn kiệt phù sa trên toàn cầu, người ta dự đoán rằng 30% lượng trầm tích toàn cầu sẽ được giữ lại trong các hồ chứa lớn (Walling và

Fang, 2003), và khoảng 0,5% đến 1% tổng lượng hồ chứa trên thế giới bị mất đi mỗi năm do quá trình bồi lắng (WDC, 2000). Sau đó, lượng phù sa toàn cầu từ sông ra biển đã giảm đáng kể (Syvitski và mnk, 2005). Việc xây dựng và vận hành hồ chứa là nguyên nhân dẫn đến nhiều thay đổi ở hạ lưu sông, điều tiết dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên sông, bằng cách thay đổi chế độ dòng chảy và sức chứa của trầm tích và hồ, có thể điều chỉnh trữ lượng trầm tích lòng sông (Brandt, 2000).

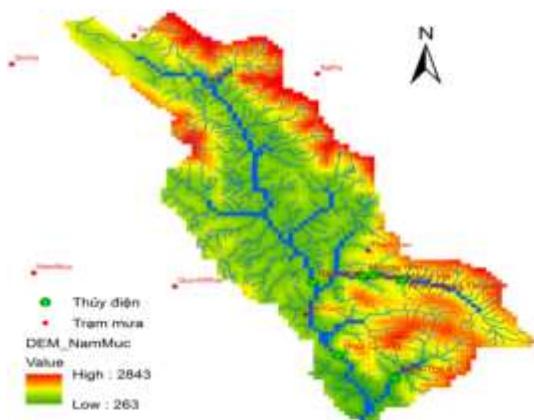
Ngày nhận bài: 23/8/2022

Ngày thông qua phản biện: 17/10/2022

Ngày duyệt đăng: 25/11/2022

Biến đổi khí hậu là một trong những thách thức lớn nhất đối với nhân loại trong thế kỷ XXI. Báo cáo đánh giá lần thứ năm của Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) (AR5) nhấn mạnh rằng sự nóng lên toàn cầu và biến đổi khí hậu là một hiện tượng khó tránh khỏi (IPCC, 2013). Việt Nam đã trải qua những thay đổi về khí hậu bao gồm nhiệt độ không khí tăng và lượng mưa thay đổi nhiều hơn. Giai đoạn 1958–2014, tốc độ tăng trưởng nhiệt độ bình quân khoảng $0,10^{\circ}\text{C}$ /thập kỷ. Lượng mưa hàng năm giảm ở miền Bắc, tăng ở miền Nam. Giai đoạn 1958–2014, lượng mưa bình quân hàng năm cho khu vực Bắc Bộ giảm 5-12,5% /57 năm, khu vực Nam Bộ tăng 6,9-19,8% / 57 năm, khu vực Nam Trung Bộ tăng 19,8% (Bộ TNMT, 2016). Những thay đổi này đã ảnh hưởng đến sự sẵn có của tài nguyên nước ở Việt Nam. Một số nghiên cứu đã được thực hiện để điều tra tác động của biến đổi khí hậu đến thủy văn ở Việt Nam. Hầu hết các nghiên cứu này chủ yếu dựa trên các kịch bản biến đổi khí hậu đối với Việt Nam (Bộ TNMT, 2009) hoặc dựa trên kết quả đầu ra từ các mô hình biến đổi khí hậu (GCM) riêng lẻ. Trong nghiên cứu này, tập trung chủ yếu đánh giá ảnh hưởng của hồ chứa và biến đổi khí hậu đến vận chuyển bùn cát trong sông Nậm Mu.

Khu vực nghiên cứu sông Nậm Mu là nhánh cấp 1 của sông Đà, bắt nguồn tại tọa độ $103^{\circ}28'30''$ - $22^{\circ}22'$ từ vùng núi cao Phu Ta Leng (3.096m) và Phan Xi Phăng (3.143m) ở sườn phía Tây dãy Hoàng Liên Sơn; chảy theo hướng Tây Bắc



Hình 1: Bản đồ lưu vực sông Nậm Mu

– Đông Nam. Lưu vực sông Nậm Mu diện tích 3400 km^2 , chiều dài 165 km, chiếm khoảng 6,4% lưu vực sông Đà. Địa hình của lưu vực sông Nậm Mu rất đa dạng cao về phía Đông và Đông Bắc, thấp dần về phía Đông Nam, phổ biến là dạng đồi và đồi núi thấp (Hình 1). Thảm phủ thực vật rừng trên lưu vực sông Nậm Mu chủ yếu là rừng rậm, lá rộng thân gỗ, xen kẽ với rừng tre nứa, gai bụi. Thổ nhưỡng có hai nhóm đất chính là đất đồi núi và đất ruộng. Nhóm đất ruộng tập trung ở thung lũng sông, một số cánh đồng như cánh đồng Than Uyên. Nhóm đất đồi núi chiếm phần lớn diện tích lưu vực, bao gồm hai loại đất Feralit mùn ở trên núi phát triển trên sa thạch cuội kết, phần sa và đất mùn Alit phân bố ở các dãy núi cao trên 1800m.

Trên sông Nậm Mu, công trình Thủy điện Bản Chát đã được xây dựng hoàn thành năm 2013, với công suất lắp máy 220 MW, dung tích hồ chứa 2,1 triệu m^3 (Hình 2). Lượng mưa trung bình toàn lưu vực 1700-2800 mm/năm, nhiệt độ trung bình $18-21^{\circ}\text{C}$, độ ẩm khoảng 80%, lượng bốc hơi bình quân lưu vực 842 mm/năm. Chế độ dòng chảy trong năm có hai mùa rõ rệt, mùa lũ thường từ tháng V đến tháng IX, mùa kiệt từ tháng X và kết thúc vào tháng IV năm sau. Lượng dòng chảy mùa lũ chiếm trung bình khoảng 80%, mùa kiệt chiếm 20% tổng lượng nước cả năm. Dòng chảy bình quân năm $150 \text{ m}^3/\text{s}$, mô đun dòng chảy năm $57,3 \text{ l/s/km}^2$, lớp dòng chảy năm 1909 mm, tổng lượng dòng chảy năm khoảng 5 tỷ m^3 .



Hình 2: Thủy điện Bản Chát trên sông Nậm Mu

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình tính toán

a) Mô hình tính toán xói mòn (RUSLE): được đề xuất bởi Renard và nnk (2007) dùng để dự đoán lượng xói mòn trung bình trên lưu vực sông. Mô hình RUSLE được mô phỏng như sau:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (1)$$

trong đó: A - xói mòn đất trung bình của một diện tích trong một khoảng thời gian (tấn/ha/năm); R- chỉ số xói mòn do mưa (MJ/ha)(mm/h); K- chỉ số xói mòn đất phụ thuộc vào tính chất của đất (tấn/MJ)(h/mm); L- chỉ số chiều dài sườn dốc (km); S- chỉ số độ dốc của sườn dốc (%).

Chỉ số xói mòn do mưa (R): sử dụng công thức của Ranzi và nnk (2012); LS sử dụng công thức của Moore & Burch (1986); Hệ số K được tính theo mô hình phân bố tùy thuộc vào loại đất, cấu tạo đất, tính thấm của đất, tỷ lệ thành phần hạt của đất và hàm lượng chất hữu cơ trong đất của từng vùng trong khu vực nghiên cứu, sử dụng phương pháp của Rulli và nnk (2012); Chỉ số ảnh hưởng bởi thảm phủ (C): tham khảo chỉ số C theo phân loại của Châu Âu và một số tác giả đã tính toán cho Việt Nam và Trung Quốc. Chỉ số ảnh hưởng bởi biện pháp canh tác (P): dựa trên nghiên cứu của Tổ chức bảo vệ môi trường và đất Hoa Kỳ, chọn hệ số P phù hợp với địa hình và các biện pháp canh tác trên lưu vực sông Nậm Mu.

b) Vận chuyển bùn cát trong sông: Dựa trên nghiên cứu của Ranzi và nnk (2012):

$$q_{s,i,k} = q_{s,i-1,k} e^{-T/\theta_k} + S_{k,i} (1 - e^{-T/\theta_k}) \quad (\text{tấn/ngày}) \quad (2)$$

trong đó: $q_{s,i,k}$ (tấn/ngày) – lưu lượng bùn cát lơ lửng tại mỗi trạm đo; T- thời gian đo; θ_k – thời gian vận chuyển của lưu vực; $S_{k,i}$ – xói mòn lưu vực từng tháng. Thể tích đất xói mòn sau khi vận chuyển trong 1 tháng:

$$V_{s,i,k} = q_{s,i-1,k} \theta_k (1 - e^{-T/\theta_k}) + S_{k,i} T + S_{k,i} \theta_k (e^{-T/\theta_k} - 1) \quad (\text{tấn}) \quad (3)$$

c) Bồi lắng hồ chứa và trạm đo tính theo phương pháp của Kummur (2010) và Vorosmarty và nnk (2003)

$$\Delta \tau_{regj} = \sum_{i=1}^n V_i / W_{regj} \quad (4)$$

$\Delta \tau_{regj}$ = thời gian lưu trú địa phương của lưu vực nhánh j; V_i = dung tích vận hành hồ chứa thứ i (m^3); W_{regj} = tổng lượng tại cửa ra của lưu vực thứ j ($m^3/năm$);

$$TE_{regj} = 1 - \frac{0.05\alpha}{\sqrt{\Delta \tau_{regj}}} \quad (5)$$

TE_{regj} = hệ số bồi lắng cho phân hoạt động của lưu vực thứ j; α là hệ số hiệu chỉnh do điều kiện tự nhiên của lưu vực.

Khi tính bồi lắng cho trạm đo theo cách tính của Vorosmarty và nnk (2003)

$$TE_{bas} = \frac{\sum_1^m TE_{reg,j} W_j}{W_m} \quad (6)$$

$TE_{reg,j}$ = hệ số bồi lắng xấp xỉ của phần điều chỉnh j của lưu vực; TE_{bas} = hệ số bồi lắng tỷ trọng lưu lượng bùn cát của toàn lưu vực; m = số lưu vực nhỏ điều chỉnh.

d) Mô hình mô phỏng biến đổi khí hậu

Chúng tôi đưa ra các kịch bản lượng mưa bằng cách sử dụng phương pháp giảm tỷ lệ dựa trên lý thuyết về không gian ngẫu nhiên SSRC (Groppelli và nnk, 2010). SSRC được điều chỉnh bằng cách sử dụng dữ liệu mưa ngày của 20 năm (1986-2005) tại 7 trạm mưa tự động. Việc hiệu chỉnh mô hình được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp Ước lượng đệ quy (SRE), kết hợp với khả năng ước lượng tối đa (MLE), bằng thuật toán Tối đa hoá kỳ vọng (EM) (Gupta và nnk, 2006). Đầu tiên tính toán lượng mưa trung bình trên lưu vực R_{GAO} , cho giai đoạn nền. Sau đó, hiệu chỉnh lượng mưa trung bình của khu vực R_{GCM} từ GCM bằng một quy trình đa ngẫu nhiên, $Bias_{GAO}$ hiện không liên tục (như các đợt khô hạn):

$$Bias_{GAO} = \frac{R_{GAO}}{R_{GCM}} = B_{GAO} B_0 W_0$$

$$\left. \begin{aligned} P(B_0 = p_0^{-1}) &= p_0 \\ P(B_0 = 0) &= 1 - p_0 \end{aligned} \right\} E[B_0] = p_0^{-1} p_0 + 0(1 - p_0) = 1 \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} W_0 &= e^{(\omega_0 - \sigma_{\omega_0}^2/2)} \\ \omega_0 &= N(0, \sigma_{\omega_0}^2) \end{aligned} \right\} E[W_0] = 1$$

trong đó: B_{GAO} , p_0 và $\sigma_{\omega_0}^2$ là các tham số được ước tính từ dữ liệu; B_{GAO} là hằng số để giá trị trung bình ngày R_{GAO} phải bằng với giá trị mẫu của nó, bởi vì GCM thường mô phỏng mưa quá cao hoặc quá thấp trong mùa mưa; B_0 là số hạng tạo ra từ mô hình β (Over và Gupta, 1994), là xác suất mà cường độ mưa R_{GAO} cho một ngày nhất định khác không, với điều kiện R_{GCM} là dương và được mô hình hoá ở đây bằng phân phối nhị phân; W_0 là phần tử phát sinh dương, được sử dụng để thêm một lượng mưa phù hợp vào quá trình biến đổi lượng mưa trong mùa mưa; p_0 là giá trị ước tính trực tiếp sử dụng xác suất số ngày mưa ở trạm đo, với điều kiện cùng số ngày mưa của GCM; $\sigma_{\omega_0}^2$ là phương sai của W_0 , được ước lượng sử dụng cách tiếp cận phương pháp khả năng lớn nhất (MLE).

Cách thức hiệu chỉnh mô hình từ số liệu toàn cầu (GCM) theo ô lưới, tiến hành hiệu chỉnh sai số về từng trạm đo trên lưu vực bằng phương pháp thống kê. Thời đoạn tính toán chi tiết hoá theo ngày. Việc ước lượng các thông số của mô hình được giải thích chi tiết trong Groppelli và nnk (2010). Chúng tôi tiến hành tính nhiệt độ trung bình tháng (1986-2005) cho từng trạm $T_{GCM,i}$ và so sánh sự khác nhau với số liệu quan sát. Sau đó hiệu chỉnh lại nhiệt độ ngày của GCM bằng hệ số hiệu chỉnh sai số:

$$T_{corr_{GCM,d}} = T_{GCM,d} - (T_{GCM,i} - T_{obs,i}) \quad (8)$$

trong đó, $T_{GCM,d}$ là nhiệt độ ngày thứ d được cung cấp bởi GCM; $T_{GCM,i}$ và $T_{obs,i}$ nhiệt độ trung bình tháng từ mô hình và từ số liệu quan sát.

Để đánh giá sự khác nhau giữa GCM và giá trị quan sát, và để hiệu chỉnh các thông số của SSRC được sử dụng cho quy trình giảm tỷ lệ, chúng tôi ước lượng hai thông số về tổng lượng

mưa và số ngày mưa. Đặc biệt:

$$Bias P = P_{GCM}/P_{obs}$$

$$Bias RD = RD_{GCM}/RD_{obs} \quad (9)$$

trong đó, P_{GCM} và P_{obs} tương ứng với lượng mưa từ GCM và từ số liệu quan sát; RD_{GCM} và RD_{obs} tương ứng là số ngày mưa từ GCM và từ số liệu quan sát.

2.2. Thu thập và phân tích tài liệu

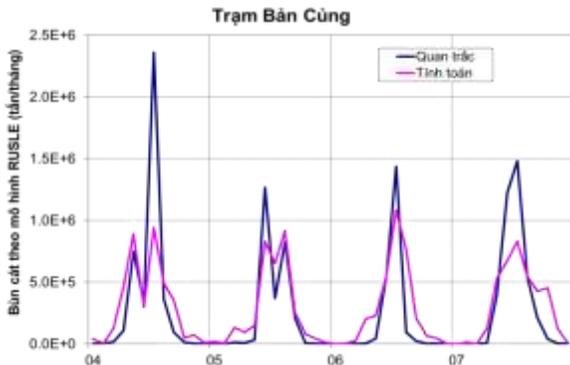
Tài liệu khí tượng, thủy văn: thu thập từ Trung tâm khí tượng thủy văn. Các trạm khí tượng, thủy văn bao gồm 6 trạm mưa (Quỳnh Nhai, Than Uyên, Bình Lu, Mù Cang Chải, Tam Đường, Bản Củng) và một trạm thủy văn là Bản Củng. Tài liệu địa hình, sử dụng đất và bản đồ đất: bản đồ DEM được tải từ Global DEM GTOPI, độ phân giải 90m năm 2009 trích xuất từ tài liệu của GeoNetwork của FAO. Bản đồ về các loại đất được trích từ Atlas Vietnam (1999). Tài liệu về hồ chứa: được trích xuất từ tài liệu của Công ty tư vấn điện 1. Tài liệu về bùn cát: trạm bản Củng từ năm 2004 đến năm 2020.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

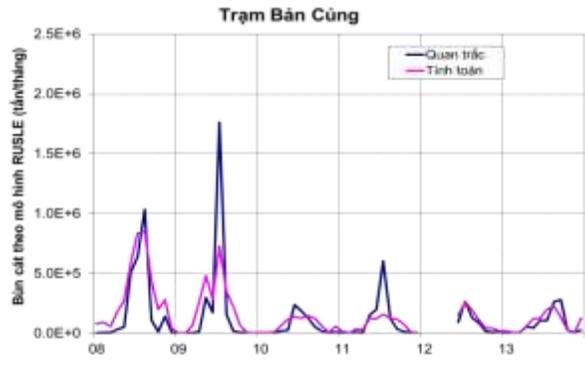
3.1. Kết quả mô phỏng mô hình RUSLE

Chỉ số (R): dựa trên số liệu mưa của 6 trạm mưa trên lưu vực sông Nậm Mu, với số liệu thu thập từ 2004-2020; Chỉ số (K): dựa trên số liệu đất trong Atlas Việt Nam (1999); Chỉ số (LS): dựa trên bản đồ DEM; Chỉ số (C): dựa trên bản đồ sử dụng đất năm 2009; Chỉ số (P): dựa trên số liệu thực tế canh tác các loại cây trồng và địa hình trong vùng nghiên cứu; Kết quả tính toán với số liệu quan sát các giai đoạn 2004-2007 (hiệu chỉnh mô hình, Hình 3), 2008-2013 (kiểm định mô hình, Hình 4), 2014-2020 mô phỏng bùn cát sau khi có hồ chứa (Hình 5); Lượng đất

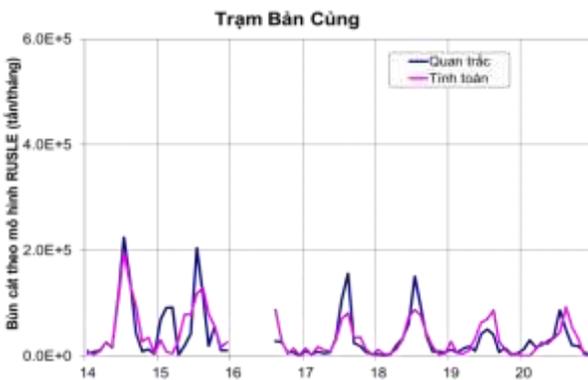
xói mòn trung bình năm được thể hiện tổng hợp trong Hình 6.



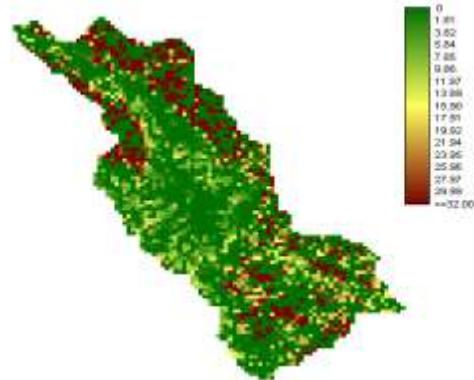
Hình 3: Mô phỏng lượng phù sa hàng tháng tại Bản Củng giai đoạn 2004-2007



Hình 4: Mô phỏng lượng phù sa hàng tháng tại Bản Củng giai đoạn 2008-2013



Hình 5: Mô phỏng lượng phù sa hàng tháng tại Bản Củng giai đoạn 2014-2020



Hình 6: Lượng mất đất trung bình lưu vực sông Nậm Mu (tấn/ha/năm)

3.2. Kết quả tính tác động của hồ chứa đến bùn cát trạm Bản Củng

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng phương pháp so sánh tổng lượng bùn cát trung bình ở hạ lưu trước và sau khi xây dựng hồ chứa. Trước khi hồ Bản Chát đi vào hoạt động (2004-2007) lượng bùn cát vận chuyển qua Bản Củng là $3,2 \times 10^6$ tấn/năm, theo mô phỏng là $3,4 \times 10^6$ tấn/năm, hệ số Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) là 0,66. Trong giai đoạn 2008-2009, hồ chứa Bản Chát bắt đầu chặn dòng, lượng bùn cát suy giảm lượng nhỏ với hệ số bồi lắng 28%, 2010-2013, hồ Bản Chát đi vào hoạt động, lượng bùn cát vận chuyển

qua trạm Bản Củng còn lại $0,91 \times 10^6$ tấn/năm, tương ứng với hệ số bồi lắng là 76%. Giai đoạn (2014-2016), khi hồ Bản Chát tích nước đến mực nước dâng bình thường, bồi lắng bùn cát trên lưu vực được tính theo phương pháp của Kummur (2010) và Vorosmarty (2003) có xét tới ảnh hưởng của lòng hồ bị bồi lắng các năm trước đó. Lượng bùn cát đo được tiếp tục giảm, hệ số bồi lắng tăng lên 83%. Từ năm 2017 hồ chứa thủy điện Khao Mang Thượng, Khao Mang Hạ và một số hồ chứa nhỏ đi vào hoạt động, lượng bùn cát bình quân từ năm 2017 đến 2020 là $0,34 \times 10^6$ tấn/năm (hệ số bồi lắng là 91%). Kết quả tính cho các giai đoạn trong Bảng 1.

Bảng 1: Kết quả tính toán vận chuyển bùn cát trên sông Nậm Mu

TT	Giai đoạn	Tổng lượng bùn cát theo quan trắc (10 ⁶ tấn/năm)	Tổng lượng bùn cát theo mô phỏng (10 ⁶ tấn/năm)	Hệ số NSE
1	2008-2013	1,38	1,67	0,63
2	2014-2016	0,45	0,44	0,62
3	2017-2020	0,34	0,36	0,62

Kết quả tính toán bằng mô hình tính là tương đối phù hợp với số liệu thực đo theo các giai đoạn phát triển hồ chứa. Từ mô hình tính toán vận chuyển bùn cát đến hồ, tính toán so sánh với lượng bùn cát thực đo tại Trạm Bản Củng, xác định dung tích bùn cát trữ trong hồ. Theo số liệu tính toán, lượng bùn cát lơ lửng bồi lắng trong bảy năm đầu tích nước (2014-2020) là 22,3x10⁶ tấn. Tổng lượng bùn cát đáy lấy bằng 40% lượng bùn cát lơ lửng, xác định được tổng lượng bùn cát của hồ Bản Chát là 31,3x10⁶ tấn. Lượng bồi lắng trong tính toán này lớn hơn so với lượng tính toán trong thuyết minh tính toán thủy văn hồ chứa Bản Chát.

3.3. Kết quả mô phỏng tác động của biến đổi khí hậu đến bùn cát sông Nậm Mu

Để mô phỏng biến đổi khí hậu, trong nghiên cứu này tác giả sử dụng kết quả từ mô hình toàn cầu pha 5 (IPCC,2013; 2014) là CCSM4 của trung tâm khí hậu quốc gia Mỹ với các kịch bản

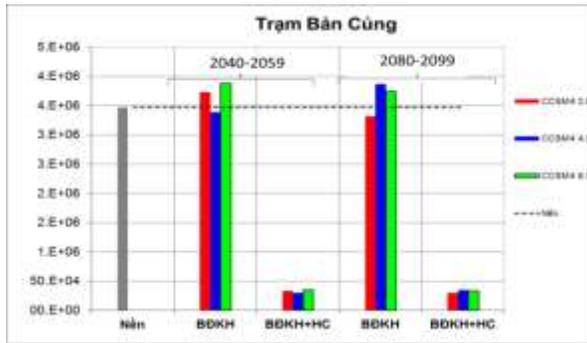
RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5 làm đầu vào cho việc chi tiết hoá. Kết quả chi tiết hoá được thể hiện trên Hình 7. Kết quả mô phỏng nhiệt độ trung bình năm so với kịch bản nền 1986-2005, giai đoạn 2040-2059 của các kịch bản tăng lần lượt là 1,03°C (RCP 2.6), 1,44°C (RCP4.5) và 1,74°C (RCP8.5); giai đoạn 2080-2099 lần lượt là 1,12°C (RCP 2.6), 1,66°C (RCP4.5) và 3,57°C (RCP8.5). Như vậy nhiệt độ trung bình tăng dần từ giữa thế kỷ đến cuối thế kỷ. Sự thay đổi lượng mưa từng giai đoạn với lượng mưa trung bình năm của sông Nậm Mu so với kịch bản nền 1986-2005 theo các kịch bản RCP 2.6 tăng 5,42%, RCP4.5 tăng 1,65% và RCP8.5 tăng 6,65% trong giai đoạn 2040-2059; giảm -3,94% với RCP 2.6, tăng 9,01% với RCP4.5 và tăng 7,52% với RCP8.5 trong giai đoạn 2080-2099. Lượng mưa tăng làm tăng xói mòn và dẫn đến tăng lượng bùn cát đến hồ, nguyên nhân do mùa mưa trong tương lai kéo dài hơn so với hiện tại.



Hình 7: Kết quả mô phỏng nhiệt độ, mưa của lưu vực sông Nậm Mu sau khi chi tiết hoá

Với kết quả mô phỏng biến đổi khí hậu tính được lượng bùn cát trong sông Nậm Mu so với kịch bản nền 1986-2005, giai đoạn 2040-2059

và 2080-2099 ứng với các kịch bản như trong Hình 8 và Hình 9.



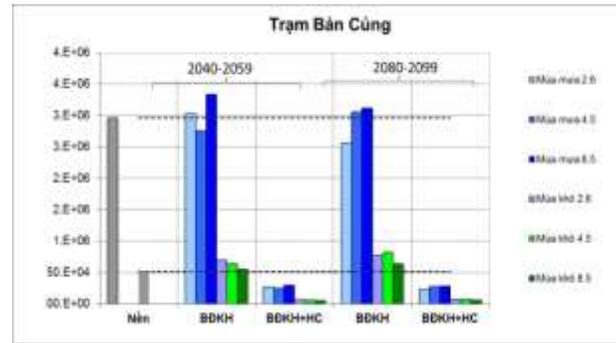
Hình 8: Lượng bùn cát thay đổi theo năm ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) và xây dựng hồ chứa (HC)

Lượng bùn cát vận chuyển ở trạm Bản Củng trung bình năm tăng nhiều những năm 50s và tăng nhẹ ở thập niên 90s. Với mỗi mô hình, tại trạm Bản Củng bùn cát tăng 7,56% với RCP2.6 (thập niên 50s), 11,63% với RCP4.5 (thập niên 90s) và 11,87%, 8,06% với RCP8.5 (thập niên 50s, 90s), giảm -4,27% với RCP2.6 (thập niên 90s) và -2,40% với RCP4.5 (thập niên 50s).

Lượng bùn cát theo mùa giảm ở một số mô hình vào mùa mưa, nhưng lại tăng ở hầu hết các mô hình vào mùa khô tại Bản Củng. Vào mùa khô tăng từ 6,65% đến hơn 49%. Vào mùa mưa, lượng phù sa lơ lửng giảm ở một số kịch bản từ -6,89% đến -13,54%, tuy nhiên nhìn chung giá trị bùn cát tăng vào giữa và cuối thế kỷ với kịch bản phát thải cao RCP8.5 từ 8,06% đến 11,87%. Kết quả cho thấy mức độ mất đất trung bình tăng lên, nhưng tùy thuộc vào các kịch bản phát thải (RCP) và sự thay đổi mô hình khí hậu trong sản lượng bùn cát được dự đoán.

3.4. Mô phỏng ảnh hưởng kết hợp giữa xây dựng hồ chứa và biến đổi khí hậu tới vận chuyển bùn cát trên sông Nậm Mu

Sau khi một số hồ chứa được xây dựng, kết quả là lượng bùn cát giảm rất lớn với giá trị thay đổi từ -89,93% (RCP8.5) tới -91,22% (RCP4.5) cho những năm 2050s (lượng thay đổi giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất là 1,29%) và từ -89,95% tới -91,38% cho những năm 2090s (sự thay đổi giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất là 1,43%) bởi



Hình 9: Lượng bùn cát thay đổi theo mùa ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) và xây dựng hồ chứa (HC)

vì lượng bùn cát bồi lắng trong toàn bộ các hồ chứa trên lưu vực (Hình 8, Hình 9).

So sánh theo mùa, trong mùa khô lượng bùn cát thay đổi lớn hơn so với mùa mưa. Trong trường hợp xét kết hợp ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và xây dựng tất cả các hồ chứa, bùn cát ở tất cả các mô hình đều giảm, lượng giảm lớn nhất mùa mưa là -92,22% (RCP2.6 những năm 90s) và nhỏ nhất là -89,85% (RCP8.5 những năm 50s), mùa khô lớn nhất là -90,40% (RCP8.5 những năm 50s) và nhỏ nhất -85,85% (RCP4.5 những năm 90s). Lượng bùn cát giảm trong giai đoạn 50s lớn hơn so với giai đoạn 90s vào mùa mưa, ngược lại lượng bùn cát giảm trong giai đoạn 90s nhỏ hơn với giai đoạn 50s vào mùa khô.

3.5. Phân tích kết quả

Kết quả tính toán tại trạm Bản Củng qua các giai đoạn phát triển của hồ chứa trên lưu vực hệ số NSE từ 0,62÷0,66, kết quả này đáp ứng về mặt kỹ thuật. Mô phỏng lượng bùn cát theo từng giai đoạn phát triển của hồ chứa kết hợp giữa ba mô hình tính, có thể xét tới bồi lắng hồ chứa theo từng năm và ảnh hưởng của dung tích bồi lắng hồ chứa hàng năm đến hệ số bồi lắng của hồ, điều đó rất thuận lợi cho việc tính tuổi thọ của hồ chứa.

Lượng bùn cát theo năm và theo mùa tăng nếu chỉ kể đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu cho giai đoạn giữa thế kỷ, nhiều hơn cho giai đoạn

cuối thế kỷ. Kết quả này chứng minh lượng xói mòn tương lai sẽ tăng, nhưng phụ thuộc vào kịch bản biến đổi khí hậu và đầu ra của mô hình biến đổi khí hậu.

Với mô hình tính có thể xét được ảnh hưởng của từng hồ chứa riêng biệt với các thời đoạn xây dựng khác nhau, sát với tình hình thực tế trong quá trình phát triển lưu vực. Đồng thời có thể xét đến ảnh hưởng riêng rẽ, cũng như ảnh hưởng kết hợp của việc xây dựng hồ chứa và biến đổi khí hậu. Có thể áp dụng phương pháp tính cho các lưu vực khác với sự phát triển các hồ chứa trong giai đoạn khác nhau.

4. KẾT LUẬN

Bài báo mô phỏng vận chuyển bùn cát trên sông Nậm Mu do ảnh hưởng của việc xây dựng các hồ chứa thượng nguồn như Bản Chát, Khao Mang Thượng, Khao Mang Hạ và các hồ chứa nhỏ khác. Kết quả cho thấy mô hình đã mô phỏng tốt với số liệu quan trắc cho kết quả hệ số NSE từ 0,62 ÷ 0,66. Khi xét đến ảnh hưởng của hồ chứa đến vận chuyển bùn cát sông Nậm Mu, lượng bùn cát giảm là đáng kể. Khi xét đến

sự thay đổi do biến đổi khí hậu, giá trị tăng lớn nhất của bùn cát tại mỗi trạm trong thập niên 50s lớn hơn so với thập niên 90s. Lượng bùn cát gia tăng khi chỉ xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Khi xét kết hợp ảnh hưởng của xây dựng hồ chứa và ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, thì ảnh hưởng của hồ chứa đóng vai trò quan trọng trong việc giảm lượng bùn cát vận chuyển trên sông Nậm Mu, tăng thời gian hoạt động cho hồ chứa phía dưới trên hệ thống hồ chứa bậc thang trên sông Đà.

Nghiên cứu này khuyến nghị các nhà quản lý, việc xây dựng các hồ chứa, thủy điện mới cần đặc biệt chú ý đến biện pháp phù hợp để tháo xả lượng bùn cát bồi lắng về hạ lưu để khôi phục môi trường sinh thái ở hạ lưu. Cần tích hợp thích ứng với biến đổi khí hậu vào quy hoạch tài nguyên nước trong tương lai cho sông Đà và các lưu vực khác. Kết quả nhấn mạnh tầm quan trọng của việc xây dựng công trình thích ứng với biến đổi khí hậu để tránh xói mòn đất và bồi lắng hồ chứa trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kondolf, 1997. Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels. Environmental Management.
- [2] Walling và Fang, 2003. Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers. Global and Planetary Change.
- [3] WDC, 2000. World Dam Congress Report.
- [4] Syvitski và nnk, 2005. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. Science.
- [5] Brandt, 2000. Prediction of Downstream Geomorphological Changes after Dam onstruction: A Stream Power Approach. International Journal of Water Resources Development.
- [6] IPCC, 2013. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [7] Bộ TNMT, 2009, 2016. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam.
- [8] Renard và nnk, 2007. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook.
- [9] Ranzi và nnk, 2012. A RUSLE approach to model suspended sediment load in the Lo river

- (Vietnam): effects of reservoirs and land use changes. J.Hydrol.
- [10] More và Burch, 1986. Physical basic of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America Journal.
 - [11] Rulli và nnk, 2012. Modeling post-fire water erosion mitigation strategies. Hydrol. Earth Syst. Sci.
 - [12] Kumm, 2010. Basin-wide sediment trapping efficiency of emerging reservoirs along the Mekong. Geomorphology.
 - [13] Vorosmaty và nnk, 2003. Anthropogenic sediment retention: major global impact from registered river impoundments. Global and Planetary Change.
 - [14] Atlas Vietnam, 1999. Soil map classification of Vietnam.
 - [15] Gropelli và nnk, 2010. Precipitation downscaling using random cascades: a case study in Italy. Adv. Geosci.
 - [16] Gupta và nnk, 2006. A methodology for merging multisensor precipitation estimates based on expectation-maximization and scale-recursive estimation. Journal of Geophysical Research.