

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN NGUY CƠ LŨ QUÉT TRÊN LƯU VỰC TRẠM TẤU - TỈNH YÊN BÁI

Lê Văn Thìn, Đào Anh Tuấn, Nguyễn Đăng Giáp

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển

Tóm tắt: Tính toán khả năng xảy ra lũ quét sẽ giúp chính quyền địa phương và người dân nhận biết được mức độ nguy cơ và đưa ra biện pháp phòng tránh thích hợp. Bài viết này trình bày phương pháp và kết quả tính toán nguy cơ lũ quét trên lưu vực sông suối nhỏ dựa trên lượng mưa và điều kiện tự nhiên của lưu vực Trạm Tấu, tỉnh Yên Bái.

Từ khóa: Giải pháp dự báo lũ, lũ quét, quan hệ mưa - mực nước, mưa tích lũy.

Summary: The calculating of possibility of flash flood for rainfall even helps the local authority and people to be aware of flooding situation and propose preventive measures. This paper presents the method and results of the calculation of flash flood hazard in small rivers and stream based on rainfall even in Tram Tau basin, Yen Bai province.

Key words: The solution for forecasting floods, flash flood, relation of precipitation - water level, cumulative rainfall.

1. GIỚI THIỆU

Lũ quét là một trong các loại hình thiên tai phổ biến đối với các lưu vực sông suối nhỏ ở miền núi, địa hình có độ dốc lớn, dòng chảy tập trung nhanh. Nghiên cứu này tập trung vào lũ quét sông nhỏ thuộc lưu vực Trạm Tấu, tỉnh Yên Bái.

Trạm Tấu là huyện vùng cao, thường xuyên xuất hiện lũ quét khi có mưa lớn, đã làm ảnh hưởng không nhỏ đến cuộc sống của người dân khu vực Trạm Tấu. Năm 2019 có một xe ô tô và 1 máy xúc bị cuốn trên sông, năm 2017 đã làm khoảng 13 người chết và mất tích, 7 người bị thương [1].

Lưu vực lựa chọn nghiên cứu có diện tích nhỏ, độ dốc lớn, đây là nguyên nhân chủ yếu hình thành lũ quét khi mưa lớn xảy ra. Thời gian tập trung lũ từ khi có mưa đến trung tâm thị trấn Trạm Tấu chỉ khoảng hơn 2 giờ. Phía sau thị trấn Trạm Tấu, khu vực chịu thiệt hại nhiều nhất bởi lũ quét do những hoạt động đánh bắt cá

trong lòng hồ thủy điện Trạm Tấu của người dân.



Hình 1: Phạm vi nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu chưa có hệ thống cảnh báo

Ngày nhận bài: 20/5/2021

Ngày thông qua phản biện: 19/6/2021

Ngày duyệt đăng: 02/7/2021

sớm lũ quét, đồng thời cũng chưa có phương pháp tính toán nguy cơ lũ quét được áp dụng dựa trên cường độ mưa quan trắc ở khu vực lân cận, nghiên cứu này được đưa ra nhằm thiết lập một hệ thống cảnh báo trên nền Web-GIS, có tích hợp tính toán trực tuyến nguy cơ lũ quét cho khu vực Trạm Tàu dựa trên lượng mưa giờ quan trắc và các yếu tố tự nhiên của lưu vực.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguy cơ xảy ra lũ quét tại một vị trí phụ thuộc vào các đặc trưng lưu vực của vị trí đó và phía thượng lưu. Vì vậy, cần xem xét mỗi vị trí tính toán như là cửa ra của một lưu vực (gọi là lưu vực ô lưới). Các yếu tố như độ dốc, thảm phủ, lượng mưa ... đều được tính toán là các yếu tố bình quân của lưu vực ô lưới.

Để làm được điều này, cần thiết sử dụng mô hình phân bố không gian và thời gian cho việc tính toán. Định dạng phân bố không gian đối với các yếu tố đặc trưng của lưu vực được xét đến là một raster 2D, với đặc trưng là các ô lưới tính toán dựa trên độ phân giải của dữ liệu. Định dạng phân bố không gian – thời gian đặc trưng các yếu tố về lượng mưa (raster 3D), lượng mưa được phân bố theo không gian trên từng ô lưới và theo chuỗi thời gian.

Sự phối hợp giữa các nhân tố ảnh hưởng sẽ hình thành nguy cơ lũ quét. Các yếu tố được xét đến trong phạm vi nghiên cứu bao gồm:

Độ dốc: đặc trưng cho tốc độ tập trung dòng chảy, độ dốc đặc trưng càng lớn thì tốc độ tập trung dòng chảy lớn, nguy cơ sinh lũ quét cao và ngược lại.

Loại đất: đặc trưng cho khả năng thấm nước, đất có khả năng thấm hút tốt sẽ làm giảm thời gian tập trung dòng chảy. Trong khu vực nghiên cứu, do bản đồ đất được sử dụng có tỷ lệ lớn nên toàn bộ vùng nghiên cứu nằm trong vùng “**đất xám trên phù sa cổ**” (Orthic Acrisols) – Nhóm C



Hình 2: Bản đồ độ dốc lưu vực ô lưới



Hình 3: Bản đồ thảm phủ khu vực

Thảm phủ: sử dụng đất có tác động rất lớn đến dòng chảy. Các khu vực có yếu tố thảm phủ tốt sẽ làm suy giảm dòng chảy bề mặt nhanh chóng.

Lượng mưa: bao gồm lượng mưa tích lũy và lượng mưa dự báo. Lượng mưa càng lớn thì nguy cơ lũ quét càng cao. Lượng mưa tích lũy được sử dụng để xác định khả năng trữ nước còn lại của đất và trạng thái đất, trong khi đó, lượng mưa dự báo (hoặc lượng mưa tính toán) được xác định như là yếu tố chính hình thành nên dòng chảy tại

thời điểm tính toán. Công cụ sử dụng trong nghiên cứu là công cụ GIS, sử dụng các thư viện GIS có sẵn trong ngôn ngữ lập trình Python để

tự động hoá và giải quyết khối lượng tính toán lớn theo phương pháp mưa ô lưới.

Bảng 1: Tổng hợp các dữ liệu đầu vào

TT	Loại dữ liệu	Mục đích tính toán	Định dạng dữ liệu
1	Bản đồ địa hình	Độ dốc, tập trung dòng chảy, hướng dòng chảy.	.tif
2	Loại đất	Khả năng thấm	.shp
3	Thảm phủ	Khả năng suy giảm dòng chảy lũ	.tif với các band
4	Lượng mưa thực đo	Tính điều kiện ẩm của đất	Chuỗi dữ liệu 5 ngày
5	Lượng mưa dự báo	Tính khả năng sinh dòng chảy lũ	Giá trị mưa thực đo



Hình 4: Phương pháp nghiên cứu

Nguy cơ lũ quét được xác định theo thời gian thực bằng việc sử dụng lượng mưa quan trắc và kết quả tính toán mực nước, vận tốc tại vị trí tính toán. Phương pháp nghiên cứu được thể hiện trong hình 4.

a) Xác định lưu lượng đỉnh lũ sinh ra bởi trận mưa tại các ô lưới trên toàn lưu vực.

Lưu lượng đỉnh lũ sinh ra bởi trận mưa tại mỗi ô lưới được xác định theo công thức [2]:

$$q_p = \frac{KxAX_{hq}}{T_p} \quad (1)$$

Trong đó: q_p là lưu lượng đỉnh lũ (m^3/s); K là hệ số; A là diện tích lưu vực ô lưới (m^2); X_{hq} là lượng mưa hiệu quả (m); T_p là thời gian lũ đạt đỉnh kể từ khi bắt đầu mưa (giây).

Hệ số K được xác định bằng công thức:

$$K = \frac{2}{1 + \frac{T_r}{T_p}} \quad (2)$$

Với T_r là thời gian tập trung dòng chảy. Tỷ số T_r/T_p được xác định bằng 1,67 và $K = 0,75$.

T_p là thời gian đạt đỉnh lũ kể từ khi bắt đầu mưa và được xác định theo công thức:

$$T_p = \frac{l^{0,8}(S+1)^{0,7}}{1.900Y^{0,5}} \quad (3)$$

Với T_p được đo bằng giờ; l là chiều dài dòng chảy được xác định bằng việc phân tích GIS được đo bằng ft (cần quy đổi đơn vị từ m sang ft); Y là độ dốc trung bình của lưu vực ô lưới (%); và S là khả năng trữ nước tối đa của lưu vực ô lưới. S được xác định bằng công thức:

$$S = \frac{1.000}{CN} - 10 \quad (4)$$

Với CN là hệ số suy giảm dòng chảy lũ phụ thuộc vào loại đất và sử dụng đất. Hệ số CN_{ii} được tra theo bảng 2. Sau đó, trạng thái ẩm của đất dựa trên lượng mưa kỳ trước sẽ được đưa vào để tính toán lại chỉ số CN phục vụ tính toán dựa trên điều kiện nêu tại bảng 3. Như vậy, thời gian tập trung dòng chảy T_p biến thiên phụ thuộc vào “trạng thái của lưu vực”.

Bảng 2: Chỉ số CN sử dụng trong nghiên cứu

Loại hình sử dụng đất	Chỉ số CN theo nhóm đất			
	A	B	C	D
Lúa, hoa màu	72	81	88	91
Đất nông nghiệp	62	71	78	81
Rừng lá rộng, thường xanh	25	55	70	77
Rừng lá rộng, rụng lá	45	66	77	83
Rừng lá kim, thường xanh	25	55	70	77
Rừng lá kim, rụng lá	45	66	77	83
Rừng hỗn hợp	35	61	74	80
Vùng cây bụi	68	79	86	89
Khu vực xây dựng	61	75	83	87
Đất trống	81	89	93	95
Nước	100	100	100	100

Lưu ý: Khu vực nghiên cứu nằm trong khu vực có nhóm đất C

X_{hq} là lượng mưa hiệu quả được xác định theo công thức [3]:

$$X_{hq} = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \quad (5)$$

Trong đó: P là lượng mưa thực đo (mm/h). Trong nghiên cứu này, lượng mưa thực đo được lấy từ kết quả đo mưa tại các trạm của vrain theo giờ và được nội suy thành raster để phục vụ tính toán.

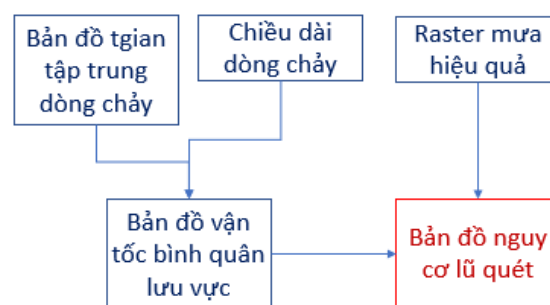
b) Phân loại nguy cơ lũ quét.

Nguy cơ lũ quét được xác định là nguy cơ lũ quét trên sông. Bằng việc sử dụng tích của vận tốc bình quân lưu vực ô lưới và lượng mưa hiệu quả của lưu vực ô lưới, nghiên cứu đối chiếu, so

sánh với các trận lũ quét đã xảy ra trong quá khứ nhằm đề xuất các cấp độ phân loại nguy cơ lũ quét cho các ô lưới nằm trên dòng chính của lưu vực nghiên cứu.

Bảng 3: Hiệu chỉnh CN theo trạng thái ẩm của đất

Trạng thái	Lượng mưa tích lũy 5 ngày (mm)	
	Mùa khô	Mùa mưa
Khô	< 13	< 36
Bình thường	13 ÷ 28	36 ÷ 53
Ướt	> 28	> 53

**Hình 5: Phương pháp tính bản đồ nguy cơ lũ quét**

Các trận lũ quét trong quá khứ được thu thập, phân tích nhằm đánh giá, phân loại cho bản đồ nguy cơ, tuy nhiên, các sự kiện lũ quét xảy ra không có đo đạc với lượng mưa giờ trước năm 2020 tại khu vực Trạm Tấu. Từ năm 2020 trở lại đây có các trạm của VRain được lắp đặt với thời đoạn quan trắc mưa giờ. Trước năm 2020 chỉ có dữ liệu đo ngày và dữ liệu này ít có độ tin cậy trong việc tính toán nguy cơ lũ quét. Vì vậy, các trận mưa trước năm 2020 được sử dụng kết quả thu phóng mưa giờ từ trạm Nghĩa Lộ để làm căn cứ tính toán.

Cơ sở phân cấp nguy cơ lũ quét trên sông dựa vào các dữ liệu lịch sử trong thời gian trở lại đây. Cụ thể là 05 trận lũ lớn trên khu vực nghiên cứu đã xảy ra từ năm 2014 đến 2020.

Bảng 4: Các trận lũ quét đã xảy ra phục vụ phân loại

Thời gian	Mưa ngày (mm)	Mưa giờ max (mm)	Đánh giá
14/10/2020	178.6	36.6	Lũ lớn, cuốn 1 người (nguy hiểm)
15/10/2020	149	31.6	Lũ lớn (nguy hiểm)
29/10/2020	195.6	15.2	Lũ nhanh trên sông (bình thường)
11/10/2017	213.3	39.2	Lũ lớn, chết 13 người (rất nguy hiểm)
20/07/2014	166	18.4	Cảnh báo (bình thường)

Bảng 5: Đề xuất phân loại nguy cơ lũ quét trên sông, suối khu vực nghiên cứu

TT	$X_{hq} \times V$	Phân cấp
0	$< 0,02$	Không có lũ
1	$0,02 \div 0,04$	Lũ bình thường
2	$0,04 \div 0,08$	Lũ nhanh trên sông
3	$0,08 \div 0,12$	Lũ quét, nguy hiểm
4	$> 0,12$	Lũ quét, rất nguy hiểm

Trong đó: X_{hq} là lượng mưa hiệu quả bình quân của lưu vực ô lưới (mm); V là vận tốc bình quân dòng chảy lưu vực ô lưới (m/s) được tính bằng chiều dài dòng chảy (m) chia cho thời gian tập trung dòng chảy (giây).

c) Xác định mực nước, vận tốc tại vị trí tính toán nguy cơ lũ quét

Sau khi xác định được lưu lượng tại mỗi ô lưới trên lưu vực dựa vào lượng mưa tích lũy, đặc trưng lưu vực và lượng mưa tính toán (hoặc dự báo). Tại vị trí tính toán cần xác định mặt cắt lòng dẫn bằng việc khảo sát địa hình thực tế lòng sông và áp dụng phương trình Manning vào tính toán theo công thức:

$$q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad (6)$$

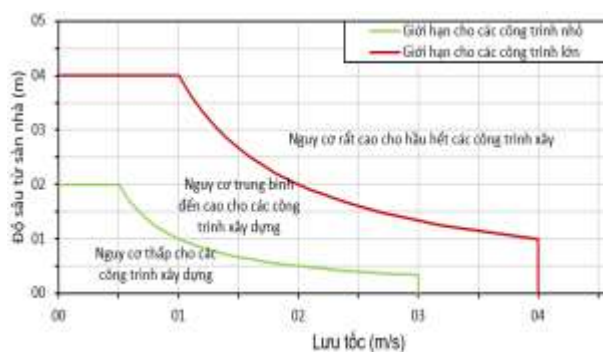
Trong đó, q là lưu lượng tại vị trí tính toán đã được xác định tại công thức (1); n là hệ số nhám Manning lòng dẫn tại vị trí tính toán; A là diện tích mặt cắt ướt; R là bán kính thủy lực và S là độ dốc của lòng dẫn. A và R được xác định thông qua hình dáng mặt cắt bằng tham số mực nước H (m) và S được xác định thông qua phân tích GIS.

Từ phương trình (6) có thể xác định được H (m) và V (m/s) cho mặt cắt tính toán. Tích số mực nước và vận tốc tại mặt cắt là tham số nhằm phân loại tác động của dòng chảy đến sự hình thành lũ quét tại vị trí tính toán dựa trên sự phân loại tác động được nêu trong hình 5.

Vị trí tính toán là vị trí tập trung dân cư thị trấn Trạm Tấu, cuối của suối Bản Công giao với suối Xà Hồ. Mặt cắt được khảo sát nhằm tính toán các quan hệ giữa chiều sâu ngập và bán kính thủy lực tại mặt cắt tính toán. Chi tiết thể hiện như sau:

H (m)	Diện tích (m ²)	Bán kính thủy lực (m)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.047	0.064	0.03
0.20	0.187	0.128	0.19
0.30	0.422	0.192	0.57
0.40	0.750	0.256	1.23
0.50	1.171	0.320	2.24
0.60	1.687	0.384	3.64
0.70	2.296	0.448	5.49
0.80	2.998	0.512	7.83
0.90	3.795	0.576	10.73
1.00	4.685	0.640	14.20
1.10	6.956	0.550	19.06
1.20	9.415	0.567	26.33
1.30	12.063	0.613	35.54
1.40	14.901	0.672	46.67
1.50	17.927	0.736	59.66
1.60	21.143	0.804	74.63
1.70	24.547	0.873	91.54
1.80	28.141	0.944	110.56

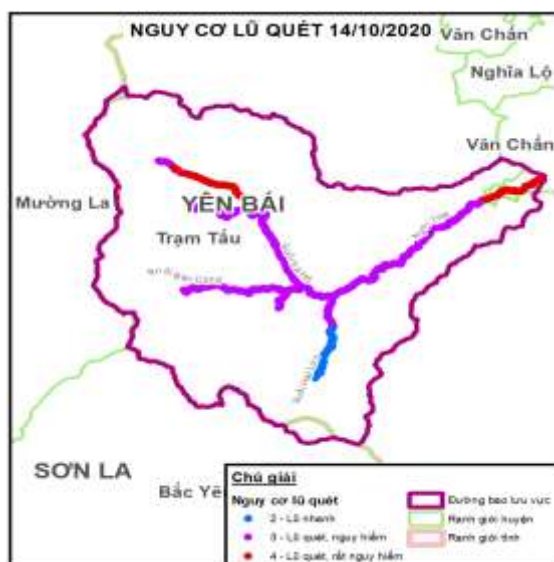
H (m)	Diện tích (m ²)	Bán kính thủy lực (m)	Q (m ³ /s)
1.90	31.924	1.015	131.63
2.00	35.895	1.086	154.83



Hình 6: Phân loại tác động của dòng chảy lũ đến các đối tượng [4]

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

a. Bản đồ nguy cơ lũ quét





b. Kết quả tính toán mực nước, vận tốc tại vị trí mặt cắt qua thị trấn Trạm Tấu



Khu vực tập trung dân cư nằm tại trung tâm thị trấn Trạm Tấu, là nơi giao giữa suối Bản Công và suối Xà Hồ. Kết quả tính toán lưu lượng, mực nước, vận tốc trên sông tại mặt cắt qua thị trấn được thể hiện như sau:

Trận lũ	Q (m ³ /s)	H (m)	V (m/s)
29/10/20	8.83	0.84	2.69
20/07/14	16.46	1.05	2.80
11/10/2017	96.66	1.73	3.79
14/10/20	84.67	1.66	3.65
15/10/20	62.85	1.52	3.37

Đánh giá tác động của dòng chảy lũ đến công trình được thể hiện như sau (dựa trên phân loại tại hình 5):

Trận lũ	HxV (m ² /s)	Đánh giá nguy cơ tác động đến các công trình ven sông (bao gồm cả xói lở bờ sông)
29/10/20	2.25	Nguy cơ trung bình
20/07/14	2.95	Nguy cơ trung bình
11/10/17	6.54	Nguy cơ cao
14/10/20	6.06	Nguy cơ cao
15/10/20	5.13	Nguy cơ cao

Như vậy, từ việc phân tích GIS các yếu tố tự nhiên của lưu vực kết hợp với lượng mưa tích lũy kỳ trước (5 ngày) và lượng mưa tính toán, nghiên cứu đã chỉ ra được nguy cơ lũ quét cho lưu vực nghiên cứu (khu vực Trạm Tấu), đồng thời bằng việc sử dụng công thức Manning, nghiên cứu cũng đã tính toán được mực nước, lưu lượng và vận tốc tại vị trí tính toán, từ đó chỉ ra tác động của lũ đến các công trình. Trong đó, trận lũ tháng 10 năm 2017 và trận lũ ngày 14-15/10/2020 là 2 trận lũ lớn, có mức độ tác động rất lớn đến khu vực tập trung dân cư tại Trạm Tấu. Công cụ tính toán được tích hợp trên nền Web-GIS và tính toán theo thời gian thực dựa trên lượng mưa thực đo.

4. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

• Kết luận

Thời gian tập trung dòng chảy và mưa hiệu quả phụ thuộc vào lượng mưa tích lũy (5 ngày) theo phương pháp Curver Number (CN). Các sự kiện mưa khác nhau mang đến sự khác biệt về trạng thái của lưu vực trong tính toán dòng chảy lũ.

Nghiên cứu đã sử dụng lưu vực ô lưới để tính toán lưu lượng tại mỗi ô lưới sau mỗi sự kiện mưa, từ đó đưa ra được các thông số cần thiết trong việc dự báo nguy cơ lũ quét. Phân loại nguy cơ dòng chảy lũ có thể giúp người dân và chính quyền nhận thức được nguy cơ xảy ra lũ quét sau mỗi sự kiện mưa.

Quá trình tính toán cho thấy thời gian tập trung dòng chảy từ khi lượng mưa sinh ra đến khu vực tập trung dân cư Trạm Tấu bình quân khoảng hơn 2 giờ (đối với các trận lũ tính toán phía trên) và đến cửa ra lưu vực là khoảng hơn 3 giờ tùy vào lượng mưa kỳ trước, khoảng thời gian này đủ để đưa ra được thông tin cảnh báo cho người dân sinh sống tại khu vực Trạm Tấu

• Kiến nghị

Do hạn chế về lượng mưa giờ quan trắc (chỉ có dữ liệu từ năm 2020 đến nay) và các sự kiện mưa lịch sử ghi nhận trong những năm gần đây với số lượng ít nên sự phân loại nguy cơ ở bảng 5 vẫn còn hạn

chế. Việc này có thể được khắc phục bằng việc tiếp tục nghiên cứu các sự kiện lũ lụt trong tương lai nhằm cải thiện độ tin cậy của dự báo nguy cơ lũ quét trên lưu vực nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Văn Thìn và Đào Anh Tuấn, "Báo cáo thu thập tài liệu - Đề tài Nghiên cứu thử nghiệm hệ thống cảnh báo lũ, lũ quét trên nền Web-GIS cho lưu vực sông Nghĩa Lộ, huyện Trạm Tấu, tỉnh Yên Bái," Ihrce, Hà Nội, 2020.
- [2] Natural Resources Conservation Service, National Engineering Handbook Part 630 Hydrology, New York: Natural Resources Conservation Service, 1997.
- [3] Robert Manning, *Phương trình Manning*, Ireland, 1889.
- [4] Nguyễn Đăng Giáp và nnk, Báo cáo Dự báo tác động do xả lũ khẩn cấp, lũ cực lớn, lũ do vỡ đập đến hạ du hệ thống sông Hồng - Thái Bình. Đề tài KC.08.13/16-20, Hà Nội: Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2020.