

ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG GIẢM PHÁT THẢI KHÍ MÊ-TAN CỦA MỘT SỐ GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Mai Trọng Hoàng, Lê Ngọc Cầu, Nguyễn Thu Minh, Nguyễn Thị Thanh Hoài, Trần Việt Tùng
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 18/10/2022; ngày chuyển phản biện: 19/10/2022; ngày chấp nhận đăng: 17/11/2022

Tóm tắt: Cam kết giảm phát thải khí mê-tan toàn cầu là sáng kiến được đề xuất tại COP26 với mục đích giảm 30% phát thải khí mê-tan toàn cầu vào năm 2030 so với năm 2020. Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan của một số giải pháp công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp vào năm 2030 so với năm 2020. Bằng cách sử dụng Hướng dẫn kiểm kê khí nhà kính cấp quốc gia năm 2006 (IPCC 2006), nghiên cứu đã đánh giá được tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan của các giải pháp xử lý nước thải được đề xuất vào năm 2030 so với năm 2020 là khoảng 4,9 triệu tấn CO_{2td} tương ứng với mức giảm 41,155%, trong đó xử lý nước thải sinh hoạt có tiềm năng giảm 42,1% và xử lý nước thải công nghiệp có tiềm năng giảm 37,4%. Đối với từng giải pháp công nghệ, tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan của giải pháp GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan là 2.815,08 nghìn tấn CO_{2td} giải pháp GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt là 960,51 nghìn tấn CO_{2td} giải pháp GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát thải khí mê-tan là 253,84 nghìn tấn CO_{2td} và giải pháp GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao là 868,13 nghìn tấn CO_{2td} .

Từ khóa: Cam kết giảm phát thải khí mê-tan toàn cầu, phát thải khí mê-tan, xử lý nước thải.

1. Mở đầu

Khí mê-tan có thời gian tồn tại trong khí quyển ngắn nhưng lại có tác động làm nóng lên toàn cầu (GWP) gấp 28 lần khí CO_2 [12]. Theo IPCC, mức tăng nồng độ của khí mê-tan trong khí quyển là tác nhân thứ hai sau CO_2 và trong mức tăng nhiệt độ toàn cầu $1,1^\circ C$ thời gian qua thì có $0,3^\circ C$ đóng góp từ khí mê-tan [13].

Do đó, Liên minh Châu Âu và Hoa Kỳ đã khởi xướng và đưa ra sáng kiến “Cam kết về khí mê-tan toàn cầu” tại COP26 tại Glasgow, Scotland, Vương quốc Anh năm 2021. Mục tiêu của Cam kết là góp phần đạt được mục tiêu của Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu thông qua kêu gọi các quốc gia thực hiện các hoạt động giảm phát thải mê-tan mạnh mẽ hơn [1].

Việt Nam là một trong những quốc gia tham gia Cam kết và có nghĩa vụ xây dựng kế hoạch giảm phát thải khí mê-tan quốc gia [1]. Theo kết quả kiểm kê khí mê-tan quốc gia năm 2020

của Việt Nam, tổng lượng khí mê-tan thải ra năm 2020 là 111.281,88 nghìn tấn CO_{2td} , trong đó lĩnh vực chất thải chiếm 23,75% [3]. Về hiện trạng xử lý nước thải của Việt Nam, theo Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2020, hiện chỉ có khoảng 15% nước thải sinh hoạt đô thị được thu gom và xử lý tập trung (chủ yếu ở các đô thị lớn như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, Quảng Ninh, Đà Nẵng...). Đối với nước thải công nghiệp, tuy hiện nay 90,69% khu công nghiệp có công trình xử lý nước thải tập trung, nhưng chỉ có 17,2% cụm công nghiệp và 16,1% làng nghề có hệ thống xử lý nước thải tập trung [2].

Thực trạng này cho thấy, lĩnh vực xử lý nước thải ở Việt Nam có nhiều tiềm năng trong việc tăng tỷ lệ nước thải được xử lý cũng như áp dụng các công nghệ xử lý nước thải có khả năng giảm phát thải khí mê-tan cao.

Hiện nay, các nghiên cứu đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong lĩnh vực xử lý nước thải chỉ tập trung vào phân tích tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan của một biện pháp

Liên hệ tác giả: Mai Trọng Hoàng
Email: tronghoangmhh@gmail.com

giảm phát thải hoặc chỉ đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí nhà kính nói chung [4, 5, 9].

Từ những vấn đề nêu trên, nghiên cứu này đã tiến hành đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan đối với xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp vào năm 2030 so với năm 2020 sau khi áp dụng một số giải pháp công nghệ xử lý nước thải có khả năng giảm phát thải khí mê-tan được đề xuất.

2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng các công thức, bảng tính

$$\text{Tỷ lệ giảm phát thải vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020} = \frac{\text{Mức phát thải năm 2020} - \text{Mức phát thải năm 2030}}{\text{Mức phát thải năm 2020}} \times 100 \quad (1)$$

Số liệu đầu vào để tính toán phát thải khí mê-tan năm 2020 là các số liệu được thu thập từ các báo cáo hiện trạng năm 2020. Số liệu đầu vào để dự báo phát thải khí mê-tan vào năm 2030 được tính dựa trên kịch bản giả định về tỷ lệ nước thải được xử lý theo các phương pháp khác nhau khi áp dụng các biện pháp công nghệ được đề xuất vào năm 2030. Các số liệu này được trình bày tại mục 2.2 và 2.3 dưới đây.

Các công thức tính cụ thể như sau:

Phát thải mê-tan (CH_4) từ nước thải sinh hoạt

Dựa vào cây quyết định tại Hình 6.2, trang 6.10, chương 6, phần 5, IPCC 2006, phương pháp bậc 1 được áp dụng để tính toán lượng khí CH_4 phát thải từ nước thải sinh hoạt. Công thức tính phát thải CH_4 từ nước thải sinh hoạt được đưa ra tại trang 6.11, chương 6, phần 6, IPCC 2006 như sau:

$$CH_4 \text{ Emissions} = [\sum_{i,j} (U_i \times T_{i,j} \times EF_j)] \times (TOW-S) - R \quad (2)$$

Trong đó:

CH_4 Emissions: Phát thải CH_4 trong năm kiểm kê (2020, 2025 và 2030), ngàn tấn CH_4 ;

TOW: Tổng lượng chất thải hữu cơ trong nước thải sinh hoạt năm kiểm kê, kg BOD/năm;

S: Thành phần hữu cơ được loại bỏ dưới dạng bùn trong năm kiểm kê, kg BOD/năm;

U_i : Tỷ lệ dân số trong nhóm thu nhập i trong năm kiểm kê (ở đây chia thành nhóm dân số thành thị và nông thôn);

theo Hướng dẫn về kiểm kê quốc gia khí nhà kính phiên bản năm 2006 (IPCC 2006) [13] để tính toán phát thải khí mê-tan năm 2020 và dự báo phát thải khí mê-tan vào năm 2030 đối với lĩnh vực xử lý nước thải. Theo IPCC 2006, các hướng dẫn tính toán phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải chỉ tính riêng cho 2 loại hình nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp. Vì vậy, nghiên cứu này tập trung tính phát thải mê-tan cho 2 loại hình nước thải nói trên. Từ đó, nghiên cứu tính được tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020 theo công thức:

$T_{i,j}$: Tỷ lệ nước thải được xử lý/xả thải theo loại hình j , cho mỗi nhóm dân số i trong năm kiểm kê

i : Nhóm dân số thành thị, nông thôn

j : Loại hình xả thải/xử lý nước thải

EF_j : Hệ số phát thải, kg CH_4 /kg BOD

R : Lượng CH_4 thu hồi được trong năm kiểm kê, kg CH_4 /năm

Hệ số phát thải CH_4 (EF_j) cho mỗi hệ thống xả thải/xử lý nước thải được tính theo công thức:

$$EF_j = B_o \times MCF_j \quad (3)$$

Trong đó:

B_o : Công suất tối đa phát thải CH_4 , kg CH_4 /kg BOD;

MCF_j : Hệ số hiệu chỉnh mê-tan theo từng phương pháp xử lý nước thải.

Tổng lượng chất hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải sinh hoạt (TOW) được tính theo công thức:

$$TOW = P \times BOD \times 0,001 \times I \times 365 \quad (4)$$

Trong đó:

P : Tổng dân số quốc gia trong năm kiểm kê (2020, 2025 và 2030), người;

BOD : Hệ số quốc gia tính theo đầu người trong năm kiểm kê, g/người/ngày;

0,001: Chuyển đổi từ g BOD sang kg BOD;

I : Hệ số điều chỉnh BOD từ nước thải công

nghiệp thải chung vào hệ thống nước thải sinh hoạt (mặc định là 1,25, đối với việc xả thải không bị chặn, mặc định là 1,00).

Phát thải CH₄ từ nước thải công nghiệp

Dựa vào cây quyết định tại Hình 6.3 trang 6.19, chương 6, phần 5, IPCC 2006, phương pháp bậc 1 được lựa chọn để tính toán phát thải CH₄ từ nước thải công nghiệp như sau:

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i [(TOW_i - S_i) \times EF_i - R_i] \quad (5)$$

Trong đó:

CH₄ Emissions: Lượng phát thải CH₄ trong năm kiểm kê (2020, 2025 và 2030), ngàn tấn CH₄

TOW_i: Tổng lượng chất hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải công nghiệp *i* trong năm kiểm kê, kg COD/năm;

i: Ngành công nghiệp (14 ngành công nghiệp theo Tổng cục thống kê năm 2020);

S_i: Tỷ lệ chất hữu cơ được loại bỏ dưới dạng bùn trong năm kiểm kê, kg COD/năm;

EF_i: Hệ số phát thải cho ngành công nghiệp *i*, kg CH₄/kg COD, cho loại hình xử lý/xả thải nước thải công nghiệp (được tính theo công thức (2))

R_i: Lượng CH₄ thu hồi được trong năm kiểm kê, kg CH₄/năm;

Tổng lượng chất hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải công nghiệp (TOW) được tính theo công thức:

$$TOW_i = P_i \times W_i \times COD_i \quad (6)$$

Trong đó:

P_i: Tổng sản phẩm của ngành công nghiệp *i*, tấn/năm;

W_i: Lượng nước thải đơn vị phát sinh của ngành công nghiệp *i*, m³/tấn sản phẩm;

COD_i: Nhu cầu oxy hóa học (cho lượng chất thải hữu cơ có thể phân hủy trong nước thải ngành công nghiệp *i*), kg COD/m³.

2.2. Dữ liệu và nguồn dữ liệu sử dụng

- Số liệu về dân số, tỷ lệ dân số thành thị và nông thôn năm 2020 và dự báo đến năm 2025, 2030 được thu thập từ Tổng cục thống kê (2021) [8] và báo cáo NDC của Việt Nam (2020) [3].

- Tổng sản phẩm, lượng nước thải đơn vị phát sinh và giá trị COD trong nước thải của 14 ngành công nghiệp được thu thập từ các nguồn: Tổng cục thống kê (2021) [8], Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn - Trung tâm sản xuất sạch Việt Nam (2008) [10], Tài liệu kỹ thuật đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý nước thải một số ngành công nghiệp - Tổng cục Môi trường (2011) [7] và IPCC (2006) [13].

- Tỷ lệ nước thải sinh hoạt và công nghiệp năm 2020 được xử lý theo các phương pháp hiếu khí, kỵ khí, tự hoại, kỵ khí kết hợp hiếu khí và tỷ lệ nước thải không được xử lý, được thu thập từ báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2020 [2].

2.3. Các giả định

- Khả năng phát sinh khí mê-tan tối đa: B₀ = 0,6 kgCH₄/kgBOD đối với nước thải sinh hoạt và B₀ = 0,25 kgCH₄/kgCOD đối với nước thải công nghiệp (giá trị mặc định tại bảng 6.2 trang 6.12, chương 6, phần 6, IPCC 2006).

- Hệ số BOD là 14,6 kg BOD/1000/năm (giá trị mặc định tại bảng 6.4, trang 6.14, IPCC 2006).

- Tỷ lệ nước thải sinh hoạt và công nghiệp được xử lý theo các phương pháp vào năm 2025, 2030: Hiện tại, nước ta chưa có số liệu quy hoạch về tỷ lệ nước thải sinh hoạt và công nghiệp được xử lý theo các phương pháp khác nhau đến năm 2025, 2030. Vì vậy, căn cứ hiện trạng áp dụng năm 2020 và hệ số hiệu chỉnh mê-tan (MCF) của từng phương pháp xử lý nước thải, nghiên cứu này giả định tỷ lệ nước thải được xử lý theo các phương pháp đến năm 2025, 2030 như sau:

Bảng 1. Tỷ lệ nước thải sinh hoạt được xử lý theo các phương pháp khác nhau [2]

Khu vực	Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2020*			Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2025			Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2030		
	Hiếu khí	Tự hoại	Không xử lý	Hiếu khí	Tự hoại	Không xử lý	Hiếu khí	Tự hoại	Không xử lý
Thành thị	5,63	47,2	47,2	25	40	35	50	20	30
Nông thôn	0	50	50	10	45	45	25	35	40

Bảng 2. Tỷ lệ nước thải công nghiệp được xử lý theo các phương pháp khác nhau [2]

Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2020*				Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2025				Tỷ lệ % nước thải được xử lý năm 2030			
Hiếu khí	Kỵ khí kết hợp hiếu khí	Kỵ khí	Không xử lý	Hiếu khí	Kỵ khí kết hợp hiếu khí	Kỵ khí + Thu hồi mê-tan	Không xử lý	Hiếu khí	Kỵ khí kết hợp hiếu khí	Kỵ khí + Thu hồi mê-tan	Không xử lý
27	52,4	0,6	20	30	40	20	10	40	20	40	0

- Hệ số điều chỉnh BOD từ nước thải công nghiệp thải chung vào hệ thống nước thải sinh hoạt ($I = 1,0$).

- Hệ số hiệu chỉnh mê-tan theo từng phương pháp xử lý nước thải (MCF): Sử dụng hệ số được đưa ra tại bảng 6.3 trang 6.13 và bảng 6.8, trang 6.21 chương 6, phần 6, IPCC 2006 như sau:

+ Xử lý hiếu khí: MCF= 0,3 (2020) và MCF= 0,05 (2025, 2030) khi áp dụng giải pháp tối ưu hóa điều kiện xử lý theo công suất thiết kế của nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt (hoặc công nghiệp) được trình bày tại mục 3.1.

+ Xử lý kỵ khí kết hợp hiếu khí: MCF = 0,2.

+ Xử lý tự hoại: MCF= 0,5.

+ Xử lý kỵ khí (Bioreactor): MCF = 0,9 (2020) và MCF = 0,045 (2025, 2030) khi áp dụng giải pháp thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao với hiệu suất 95% được trình bày tại mục 3.1.

+ Không được xử lý, xả ra sông, hồ, biển: MCF= 0,1.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Các giải pháp và kịch bản áp dụng giải pháp giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030

Theo Kế hoạch hành động giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030 của Việt Nam được ban hành tại Quyết định số 942/QĐ-TTg ngày 05/8/2022 của Thủ tướng Chính phủ, mục tiêu của Kế hoạch đến năm 2030 là bảo đảm tổng lượng phát thải khí mê-tan không vượt quá 77,9 triệu tấn CO_{2td} , giảm ít nhất 30% so với mức phát thải năm 2020, trong đó phát thải khí mê-tan trong quản lý chất thải rắn và xử lý nước thải không vượt quá 17,5 triệu tấn CO_{2td} [6]. Với mục tiêu đó, từ kết quả tổng quan và đánh giá hiện trạng một số công nghệ xử lý nước thải trên

thế giới và tại Việt Nam, chúng tôi đề xuất lựa chọn 4 giải pháp công nghệ xử lý nước thải có khả năng giảm phát thải khí mê-tan để đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan tại Việt Nam. Trong 4 giải pháp này, có 2 giải pháp (GP1 và GP2) áp dụng cho xử lý nước thải sinh hoạt và 2 giải pháp (GP3 và GP4) áp dụng cho xử lý nước thải công nghiệp. Cụ thể 4 giải pháp công nghệ được lựa chọn là:

- *Giải pháp GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan:* Thông qua vận hành tối ưu hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt trong điều kiện thiết kế của nhà máy về nhu cầu oxy hóa học (COD) và tốc độ dòng nước thải. Khi nhà máy được vận hành trong điều kiện thiết kế, phát thải khí mê-tan từ các quá trình xử lý nước thải (phát thải trực tiếp) và phát thải do tiêu thụ năng lượng cho các quá trình xử lý (phát thải gián tiếp) đều giảm xuống [15, 16].

- *Giải pháp GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt:* Trong xử lý nước thải sinh hoạt, một số quá trình sinh học có khả năng oxy hóa CH_4 thành CO_2 (1 mol CH_4 thành 1 mol CO_2) cho phép giảm tổng lượng phát thải khí nhà kính về lượng CO_2 tương đương vì hệ số nóng lên của CO_2 thấp hơn hệ số của CH_4 . Giải pháp này sử dụng vi khuẩn dị dưỡng để oxy hóa CH_4 khi có oxy trong điều kiện hiếu khí hoặc dựa vào việc áp dụng các điều kiện yếm khí và khai thác hoạt động của vi khuẩn để oxy hóa CH_4 bằng cách sử dụng SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , Mn^{4+} hoặc Fe^{3+} làm chất nhận điện tử [14].

- *Giải pháp GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát mê-tan:* Thông qua vận hành tối ưu hệ thống xử lý nước

thải công nghiệp trong điều kiện thiết kế của nhà máy về nhu cầu oxy hóa học (COD) và tốc độ dòng nước thải. Khi nhà máy được vận hành trong các điều kiện thiết kế, phát thải khí mê-tan từ các quá trình xử lý nước thải (phát thải trực tiếp) và phát thải do tiêu thụ năng lượng cho các quá trình xử lý (phát thải gián tiếp) đều giảm xuống [15, 16].

- *Giải pháp GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao:* Được áp dụng trong các hệ thống xử lý nước thải kỵ khí đối với nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao, như nước thải từ các nhà máy chế biến thực phẩm, sản xuất đồ uống, thủy sản, giấy và bột giấy.

Theo hiện trạng phát thải khí mê-tan của Việt Nam năm 2020, tổng lượng CH₄ phát thải từ xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp là 12.027,23 nghìn tấn CO_{2td}. Dự báo đến năm 2030 với kịch bản phát thải thông thường (BAU), tổng lượng CH₄ phát thải là 17.990,00 nghìn tấn CO_{2td}, tương đương tăng 49,6% so với

năm 2020 [3]. Mặt khác, hiện tại nước ta chưa có số liệu thống kê cụ thể về hiện trạng áp dụng các giải pháp công nghệ xử lý nước thải có khả năng giảm phát thải khí mê-tan. Vì vậy, căn cứ tỷ lệ nước thải sinh hoạt và công nghiệp được xử lý theo các phương pháp khác nhau vào năm 2025, 2030 (Bảng 1, Bảng 2) và khả năng giảm phát thải khí mê-tan của 4 giải pháp công nghệ được đề xuất (thông qua hệ số hiệu chỉnh mê-tan (MCF) trình bày tại mục 2.3), chúng tôi tiến hành xây dựng các kịch bản áp dụng khác nhau của 4 giải pháp công nghệ và áp dụng công thức tính toán phát thải khí mê-tan (mục 2.1) để tính tổng mức phát thải khí mê-tan từ xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp vào năm 2030 theo các kịch bản này.

Từ đó, chúng tôi lựa chọn được kịch bản áp dụng các giải pháp công nghệ vào năm 2025, 2030 để thực hiện mục tiêu giảm phát thải khí mê-tan từ lĩnh vực xử lý nước thải ít nhất 30% vào năm 2030 so với năm 2020 tại Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Kịch bản áp dụng các giải pháp công nghệ giảm phát thải mê-tan được đề xuất trong xử lý nước thải

Các giải pháp công nghệ được đề xuất	2025	2030
GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan	15%	35%
GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt	10%	20%
GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát thải khí mê-tan	30%	40%
GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao	20%	40%

Ghi chú: Tỷ lệ % trong kịch bản này là tỷ lệ % tổng lượng nước thải sinh hoạt hoặc công nghiệp phát sinh được xử lý bằng các giải pháp tương ứng.

3.2. Kết quả ước tính tiềm năng giảm phát thải CH₄ từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt

Kết quả tính toán tiềm năng giảm phát thải CH₄ vào năm 2025 và 2030 so với mức phát thải năm 2020 bằng các giải pháp được áp dụng trong xử lý nước thải sinh hoạt (GP1 và GP2) được tổng hợp trong Bảng 4.

Kết quả tại Bảng 4 cho thấy, tổng tiềm năng giảm phát thải mê-tan đến năm 2025, 2030 so với năm 2020 từ quá trình xử lý nước thải

sinh hoạt lần lượt là 1.537,06 nghìn tấn CO_{2td} và 3.775,59 nghìn tấn CO_{2td}, tương ứng với tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải 2020 là 17,1% và 42,1%. Cụ thể đối với từng giải pháp công nghệ được áp dụng, tiềm năng giảm phát thải mê-tan của giải pháp GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với mức phát thải 2020 là 2.815,08 nghìn tấn CO_{2td} (chiếm 74,6% tổng tiềm năng giảm phát thải) và giải

pháp GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh

hoạt là 960,51 nghìn tấn CO_{2td} (chiếm 25,4% tổng tiềm năng giảm phát thải).

Bảng 4. Kết quả tính tiềm năng giảm phát thải CH₄ bằng các giải pháp được áp dụng trong xử lý nước thải sinh hoạt [2]

Năm	Lượng phát thải CH ₄ (nghìn tấn)	Lượng phát thải CO _{2td} (nghìn tấn)	Tổng tiềm năng giảm phát thải so với mức phát thải 2020 (nghìn tấn CO _{2td})	Tiềm năng giảm phát thải CH ₄ của giải pháp GP1 (nghìn tấn CO _{2td})	Tiềm năng giảm phát thải CH ₄ của giải pháp GP2 (nghìn tấn CO _{2td})	Tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải 2020
2020*	320,58	8.975,66				
2025	265,69	7.439,18	1.537,06	1.002,20	534,86	17,1%
2030	185,74	5.200,73	3.775,59	2.815,08	960,51	42,1%

Ghi chú: Quy đổi 1 tấn CH₄ bằng 28 tấn CO₂.

3.3. Kết quả ước tính tiềm năng giảm phát thải CH₄ từ quá trình xử lý nước thải công nghiệp

Kết quả tính toán tiềm năng giảm phát thải

CH₄ vào năm 2025 và 2030 so với mức phát thải năm 2020 bằng các giải pháp được áp dụng trong xử lý nước thải công nghiệp (GP3 và GP4) được tổng hợp trong Bảng 5 dưới đây.

Bảng 5. Kết quả tính tiềm năng giảm phát thải CH₄ bằng các giải pháp được áp dụng trong xử lý nước thải công nghiệp [3]

Năm	Lượng phát thải CH ₄ (nghìn tấn)	Lượng phát thải CO _{2td} (nghìn tấn)	Tổng tiềm năng giảm phát thải so với mức phát thải 2020 (nghìn tấn CO _{2td})	Tiềm năng giảm phát thải CH ₄ của giải pháp GP3 (nghìn tấn CO _{2td})	Tiềm năng giảm phát thải CH ₄ của giải pháp GP4 (nghìn tấn CO _{2td})	Tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải 2020
2020*	107,12	3.051,57				
2025	74,59	2.088,64	910,72	277,66	633,06	30,4%
2030	67,05	1.877,44	1.121,97	253,84	868,13	37,4%

Kết quả tại Bảng 5 cho thấy, tổng tiềm năng giảm phát thải mê-tan đến năm 2025, 2030 so với năm 2020 từ quá trình xử lý nước thải công nghiệp lần lượt là 910,72 nghìn tấn CO_{2td} và 1.121,97 nghìn tấn CO_{2td}, tương ứng với tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải 2020 là 30,4% và 37,4%. Cụ thể đối với từng giải pháp công nghệ được áp dụng, tiềm năng giảm phát thải mê-tan của giải pháp GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với mức phát thải 2020 là 253,84 nghìn tấn CO_{2td} (chiếm 22,6% tổng tiềm năng giảm phát thải) và giải

pháp GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao là 868,13 nghìn tấn CO_{2td} (chiếm 77,4% tổng tiềm năng giảm phát thải).

3.4. Tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030 trong xử lý nước thải

Kết quả tổng hợp tính toán tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp của các giải pháp công nghệ lựa chọn theo kịch bản đề xuất vào năm 2030 so với năm 2020 được thể hiện tại Bảng 6 dưới đây.

Bảng 6. Tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030 so với mức phát thải năm 2020 trong xử lý nước thải [3]

STT	Giải pháp	Mức phát thải năm cơ sở 2020 (nghìn tấn CO ₂ tđ)	Mức phát thải dự báo theo kịch bản BAU năm 2030* (nghìn tấn CO ₂ tđ)	Tiềm năng giảm phát thải so với năm cơ sở 2020 (nghìn tấn CO ₂ tđ)	Mức phát thải dự báo 2030 sau khi áp dụng các giải pháp giảm phát thải (nghìn tấn CO ₂ tđ)
1	GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-tan			2.815,08	
2	GP2- Ứng dụng công nghệ sinh học để loại bỏ khí mê-tan từ quá trình xử lý nước thải sinh hoạt	8.975,66	10.960,00	960,51	5.200,73
3	GP3- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải công nghiệp nhằm giảm phát thải mê-tan			253,84	
4	GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao	3.051,57	7.030,00	868,13	1.877,44
	Tổng cộng	12.027,23	17.990,00	4.897,56	7.078,17

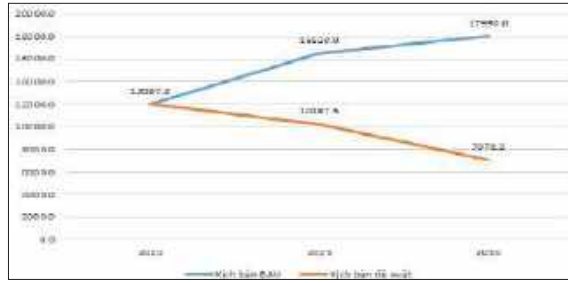
Từ đó, nghiên cứu tính được tỷ lệ giảm phát thải CH₄ vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020 như sau:

$$\begin{aligned} \text{Tỷ lệ giảm phát thải so với mức phát thải năm 2020} &= \frac{\text{Mức phát thải năm 2020} - \text{Mức phát thải năm 2030}}{\text{Mức phát thải năm 2020}} \times 100 \\ &= \frac{(12.027,23 - 7.078,17)}{12.027,23} \times 100 = 41,15 (\%) \end{aligned}$$

Như vậy, tổng tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan từ xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp năm 2030 so với năm 2020 theo kịch bản áp dụng các giải pháp công nghệ nêu trên đạt 41,15%. Trong đó, xử lý nước thải sinh hoạt có tiềm năng giảm 42,1% và xử lý nước thải công nghiệp có tiềm năng giảm 37,4% phát thải khí mê-tan so với năm 2020. Trong các giải pháp công nghệ được đề xuất, giải pháp GP1- Tối ưu hóa điều kiện xử lý nước thải sinh hoạt nhằm giảm phát thải khí mê-

tan và giải pháp GP4- Thu hồi khí mê-tan từ xử lý nước thải công nghiệp chứa hàm lượng chất hữu cơ cao được đánh giá là 2 công nghệ có tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan lớn nhất.

So với kịch bản phát thải thông thường (BAU) đến năm 2030 [3], tổng tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải gồm nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp khi áp dụng các giải pháp công nghệ nêu trên được trình bày ở Hình 1 dưới đây.



Hình 1. Tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải đến năm 2030 theo kịch bản đề xuất so với kịch bản BAU (nghìn tấn CO_{2e})

Như vậy, khi áp dụng các giải pháp công nghệ có tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan trong xử lý nước thải, lượng phát thải khí mê-tan vào năm 2030 có thể giảm 10.911,83 nghìn tấn CO_{2e}, tương đương khoảng 61% so với kịch bản phát thải thông thường (BAU).

4. Kết luận

Với mục tiêu giảm lượng phát thải khí mê-tan đến năm 2030 tối thiểu 30% so với năm 2020 trong lĩnh vực xử lý nước thải ở nước ta, nghiên cứu đã đề xuất lựa chọn 4 giải pháp công nghệ xử lý nước thải để đánh giá tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan. Theo kịch bản áp dụng các giải pháp công nghệ giảm phát thải khí mê-tan, tổng tiềm năng giảm phát thải của các biện pháp được đề xuất vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020 ước tính gần 4,9 triệu tấn CO_{2e}, tương ứng với mức giảm là 41,155%. Trong đó,

tiềm năng giảm phát thải của các giải pháp xử lý nước thải sinh hoạt là 42,1% và xử lý nước thải công nghiệp là 37,4%.

Cụ thể đối với từng giải pháp công nghệ khi được áp dụng theo kịch bản như đã trình bày (Bảng 3), tiềm năng giảm phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với năm 2020 của giải pháp GP1 là 2.815,08 nghìn tấn CO_{2e} (chiếm 57,5% tổng tiềm năng giảm phát thải), giải pháp GP2 là 960,51 nghìn tấn CO_{2e} (chiếm 19,6% tổng tiềm năng giảm phát thải), giải pháp GP3 là 253,84 nghìn tấn CO_{2e} (chiếm 5,2% tổng tiềm năng giảm phát thải) và giải pháp GP4 là 868,13 nghìn tấn CO_{2e} (chiếm 17,7% tổng tiềm năng giảm phát thải). Việc áp dụng các giải pháp công nghệ vào điều kiện của nước ta hiện nay cần xem xét về khía cạnh kỹ thuật, đồng thời chú trọng vào các giải pháp có tiềm năng giảm phát thải cao cũng như chi phí thấp.

Lời cảm ơn: Các tác giả bài báo chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Nhiệm vụ “Xây dựng Kế hoạch hành động giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030” do Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì, đã cung cấp nguồn số liệu cho chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022), Báo cáo kỹ thuật xây dựng kế hoạch hành động giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia, giai đoạn 2016-2020.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), Báo cáo kỹ thuật đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) của Việt Nam.
4. Trần Sỹ Nam và cộng sự (2021), "Xây dựng mô hình biogas xử lý chất thải chăn nuôi heo và cung cấp năng lượng tái tạo khí sinh học cho cộng đồng", Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp, Tập 10, Số 3, 2021, tr. 64-76.
5. Trần Sỹ Nam và cộng sự (2022), "Sản xuất khí sinh học từ các nguồn chất thải khác nhau ở Đồng bằng sông Cửu Long", Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ, tập 58 Số Chuyên đề SDMD (2022), tr. 239-251.

6. Thủ tướng Chính phủ (2022), *Quyết định số 942/QĐ-TTg ngày 05/8/2022 phê duyệt Kế hoạch hành động giảm phát thải khí mê-tan đến năm 2030*.
7. Tổng cục Môi trường (2011), *Tài liệu kỹ thuật đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý nước thải một số ngành công nghiệp*.
8. Tổng cục Thống kê (2021), *Niên giám thống kê năm 2020*, Nhà xuất bản Thống kê.
9. Bùi Thị Phương Trinh (2020), "*Nghiên cứu hành động giảm phát thải khí nhà kính phù hợp với điều kiện quốc gia cho nước thải ở các lò giết mổ gia súc tập trung*", *Luận văn thạc sĩ*, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam.
10. Trung tâm sản xuất sạch Việt Nam (2008), *Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn*.

Tài liệu tiếng Anh

11. Intergovernmental Panel on Climate Change (2014), *IPCC Fifth Assessment Report (AR5)*.
12. Intergovernmental Panel on Climate Change (2021), *IPCC Sixth Assessment Report (AR6)*.
13. Intergovernmental Panel on Climate Change (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5*.
14. José Luis Campos et al. (2016), "*Greenhouse Gases Emissions from Wastewater Treatment Plants: Minimization, Treatment, and Prevention*", *Journal of Chemistry*, volume 2016, pp. 1-12.
15. Özlem Demir, Pelin Yapıcıoğlu (2019), "*Investigation of GHG emission sources and reducing GHG emissions in a municipal wastewater treatment plant*", *Greenhouse Gas Science Technology*, vol. 9, pp. 948-964.
16. Pelin Yapıcıoğlu, Özlem Demir (2021), "*Minimizing greenhouse gas emissions of an industrial wastewater treatment plant in terms of water–energy nexus*", *Applied Water Science*, vol. 11, pp. 180-193.

ASSESSMENT OF THE METHANE EMISSIONS REDUCTION POTENTIAL OF SEVERAL WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES

Mai Trong Hoang, Le Ngoc Cau, Nguyen Thu Minh, Nguyen Thi Thanh Hoai, Tran Viet Tung
Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 18/10/2022; Accepted: 17/11/2022

Abstract: *The Global Methane Pledge is an initiative initiated at COP26 with the aim of reducing global methane emissions by 30 percent below 2020 levels by 2030. The purpose of this study is to assess the methane reduction potential of several domestic and industrial wastewater treatment technologies in 2030 compared to 2020. Using the 2006 National Greenhouse Gas Inventory Guidelines (IPCC 2006), the study assessed the methane reduction potential of the proposed wastewater treatment measures to be about 4.9 million tons of CO_{2eq} in 2030 compared to 2020, corresponding to a reduction of 41.155%, of which domestic wastewater treatment has the potential to reduce 42.1% and industrial wastewater treatment has the potential to reduce 37, 4% methane emission. Regarding each technological measure, methane reduction potential of measure GP1- Optimizing domestic wastewater treatment conditions to reduce methane emissions is 2,815.08 thousand tons of CO_{2eq}, measure GP2- Using biotechnology to remove methane from domestic wastewater treatment process is 960.51 thousand tons of CO_{2eq}, measure GP3- Optimizing industrial wastewater treatment conditions to reduce methane emission is 253.84 thousand tons CO_{2eq} and measure GP4- Methane recovery from the treatment of industrial wastewater with high organic matter content is 868.13 thousand tons of CO_{2eq}.*

Keywords: *Global Methane Pledge, Methane emission, Wastewater treatment*

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỮ LIỆU MƯA LƯỚI MỘT SỐ TRẬN MƯA LỚN TRÊN KHU VỰC THÀNH PHỐ HÀ TĨNH

Nguyễn Thị Liên, Nguyễn Quang Hưng, Trịnh Minh Ngọc
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài: 3/11/2022; ngày chuyển phản biện: 4/11/2022; ngày chấp nhận đăng: 28/11/2022

Tóm tắt: Số liệu mưa lưới, sản phẩm ước tính mưa từ vệ tinh kết hợp với giá trị mưa từ mô hình số trị và số liệu mưa thực đo mặt đất đang ngày càng phát triển do khắc phục được nhiều yếu điểm của mưa mặt đất. Mưa lưới có phân giải không gian, thời gian cao, bao phủ nhiều vùng rộng lớn, tần suất lên đến 30 phút một số liệu và phần nhiều cung cấp miễn phí, do đó có tính ứng dụng rất cao. Các sản phẩm mưa lưới dù sử dụng cùng một loại cảm biến, nhưng áp dụng thuật toán khác nhau để xử lý số liệu và hiệu chỉnh với các số liệu đo mưa khác nên có sự khác biệt khá lớn. Nghiên cứu này xem xét dữ liệu mưa giờ từ 04 nguồn gồm mưa GPM, GSMaP, PERSIANN-CCS và ERA5-Land cung cấp cho khu vực thành phố Hà Tĩnh để đánh giá chất lượng và khả năng ứng dụng thực tế. Bốn trận mưa được sử dụng để đánh giá với mưa giờ thực đo tại trạm khí tượng Hà Tĩnh. Các chỉ số thống kê RMSE, R^2 , PBIAs, POD, FAR và CSI được sử dụng để đánh giá so sánh. Kết quả cho thấy nhìn chung cả 4 dữ liệu mưa đều có chất lượng tốt, PERSIANN-CCS có tương quan cao nhất với mưa quan trắc mặt đất, chỉ số sai số quân phương trung bình tốt nhất, trong khi đó các chỉ số khác đều chỉ ra dữ liệu GSMaP kém chất lượng nhất trong 4 nguồn dữ liệu.

Từ khóa: Mưa lưới, mưa vệ tinh, thành phố Hà Tĩnh.

1. Giới thiệu chung

Mưa là quá trình quan trọng trong chu trình thủy văn, đóng vai trò cầu nối trong tương tác khí quyển và mặt đất [20]. Mặc dù các số liệu mưa thu thập được bằng các trạm quan trắc mặt đất vẫn được công nhận là có tính chính xác cao, tuy nhiên vẫn còn nhiều vấn đề xảy ra như trang thiết bị hỏng hóc dẫn đến gián đoạn thu thập số liệu, sai số do chính trang thiết bị, sai số do gió, vị trí đặt trạm, và nhất là đang bị giới hạn về mặt không gian [15]. Có thể nói, các vấn đề về số liệu mưa đo đạc trên mặt đất là một trong những rào cản lớn trong các ứng dụng thực tế của Thủy văn và Tài nguyên nước [7]. Thời gian gần đây, các sản phẩm quan trắc của vệ tinh cũng như mưa tái phân tích (gọi chung là sản phẩm mưa lưới - GPP_s - Gridded Precipitation Products) đang được quan tâm và triển khai trong các ứng dụng mô hình thủy văn. Các đặc tính của mưa vệ tinh và mưa tái phân

tích về không gian, độ bao phủ, tính liên tục, tính kịp thời, độ chính xác đã chứng tỏ hướng tiếp cận sử dụng mưa vệ tinh là hướng đi đúng đắn, hỗ trợ mạnh mẽ cho các ứng dụng tính toán và mô hình hóa [6].

Chính vì vậy, nghiên cứu này hướng tới việc đánh giá các sản phẩm mưa vệ tinh và mưa tái phân tích (mưa lưới) với mưa thực đo của trạm đo mưa mặt đất. Kết quả đánh giá sẽ là cơ sở khoa học để tiến hành tiếp các nghiên cứu về tính ứng dụng của sản phẩm mưa lưới khi liên kết trực tiếp làm đầu vào cho các mô hình toán thủy văn. Nghiên cứu này sẽ tập trung vào việc phân tích số liệu mưa lưới ở các đặc điểm: Sự xuất hiện mưa, và độ chính xác so với mưa thực đo trên mặt đất.

Trong nghiên cứu đánh giá lựa chọn mưa vệ tinh cho nghiên cứu dòng chảy trên lưu vực sông Cả, tác giả Bùi Tuấn Hải và Nguyễn Văn Tuấn [2] đã phân tích và so sánh giữa các dữ liệu GPM, TRMM, CHIRPS, CMORPH với dữ liệu mưa tại 12 trạm đo mưa trên lưu vực sông Cả. Nhóm nghiên cứu đã sử dụng bộ số liệu trong ba năm từ 2015 đến 2017 để so sánh lượng mưa ngày

Liên hệ tác giả: Nguyễn Thị Liên
Email: liennt1@hus.edu.vn

(khả năng nhận diện mưa, tương quan lượng mưa), tổng lượng và phân bố lượng mưa năm, đánh giá lượng mưa tháng (tương quan tổng lượng mưa và tính toán các hệ số tương quan R , R^2 , sai số RMSE, MAE). Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra khả năng nhận diện mưa ngày ở các dữ liệu mưa vệ tinh là khá tốt, tuy nhiên tương quan lượng mưa ngày lại không cao; tương quan lượng mưa tháng cho thấy dữ liệu CHIRPS cho kết quả ổn định nhất. Tuy nhiên nghiên cứu này mới dừng ở giới hạn mưa ngày, do đó cần có các nghiên cứu sâu hơn, phân tích mưa giờ để có thể lựa chọn nguồn dữ liệu cho các mục đích với yêu cầu mưa giờ.

Năm 2013, Ngô Đức Thành và các đồng nghiệp đã sử dụng trí tuệ nhân tạo để hiệu chỉnh mưa trung bình tháng cho các nguồn dữ liệu mưa lưới trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn với số liệu đo mưa từ 8 trạm đo mưa mặt đất. mưa lưới GSMaP_NOW, APHRODITE được thu thập và đánh giá chất lượng trên lưu vực nghiên cứu. Kết quả cho thấy số liệu mưa lưới thu thập trong thời gian 2001 - 2007 cho kết quả thấp đặc biệt trong thời gian gió mùa Đông Bắc. Kết quả phân tích cho thấy cao độ cũng có ảnh hưởng đến độ chính xác của mưa lưới. Do đó nhóm tác giả đã ứng dụng mô hình trí tuệ nhân tạo để hiệu chỉnh mưa lưới và kết quả đã cải thiện chất lượng mưa lưới khá tốt [21].

Trước đó, nhóm nghiên cứu của tác giả Bùi Chí Nam đã triển khai đánh giá, dữ liệu mưa quan trắc vệ tinh từ GPM và PERSIANN phục vụ cảnh báo mưa thành phố Hồ Chí Minh thông qua các thông số thống kê [5]. Kết quả tính toán cho thấy độ chính xác của 3 loại dữ liệu này đều cao, phân bố trung bình của PC (độ chính xác - Percentage Correct) lần lượt của các loại dữ liệu TMPA, IMERG và PERSIANN-CCS là 76,44%; 71,51% và 73,70%. Sai số lượng mưa TMPA, PERSIANN-CCS có xu thế cao hơn lượng mưa mặt đất có sai số tuyệt đối lần lượt là trong khoảng 13,14 mm và 12,94 mm. Trong khi đó IMERG có xu thế thấp hơn so với trạm, sai số tuyệt đối là 10,86 mm. Về không gian vùng mưa từ dữ liệu PERSIANN-CCS là rộng nhất, kể đến là IMERG và cuối cùng là TMPA có phân bố phù hợp nhất so với các trạm. Sau khi phân tích đánh giá kết quả, nghiên cứu khuyến nghị sử

dụng PERSIANN-CCS, do có sự phân hạng theo các tiêu chí đánh giá ở mức cân bằng so với hai loại dữ liệu còn lại.

Trong nghiên cứu gần đây, năm 2021, Phạm Thành Hưng và cộng sự đã công bố kết quả đánh giá khả năng sử dụng các sản phẩm mưa vệ tinh MSWEP, TMPA 3B42, TMPA 3B42RT, PERSIANN CDR, PERSIANN RT thông qua việc so sánh với giá trị mưa đo tại 06 trạm mưa trên lưu vực Nông Sơn - Quảng Nam. Kết quả cho thấy sai số của các sản phẩm mưa vệ tinh so với mưa trạm đo là khá lớn, theo đó gây ra sai số trong kết quả mô phỏng dòng chảy. Các sản phẩm mưa vệ tinh dựa vào thông tin sóng siêu cao tần (MW) như TMPA cho kết quả mô phỏng dòng chảy và thời gian xuất hiện đỉnh lũ tốt hơn các sản phẩm mưa vệ tinh dựa vào thông tin sóng hồng ngoại (IR) như PERSIANN [3].

Một nghiên cứu mang tính cập nhật hơn đã được Mai Khánh Hưng và các đồng nghiệp công bố năm 2020 so sánh đánh giá các sản phẩm mưa vệ tinh thời đoạn 6 tiếng với 184 trạm đo mưa trên lãnh thổ Việt Nam, cụ thể là các sản phẩm mưa lưới Himawari-8, GSMaP_NOW and GSMaP_MVK. Dữ liệu mưa được thu thập từ tháng 10 năm 2019 đến tháng 1 năm 2020 và được đánh giá thông qua các chỉ số thống kê, chỉ số dự báo. Kết quả cho thấy GSMaP_MVK đạt các giá trị thống kê tốt nhất trong số các nguồn mưa lưới, nhưng lại thấp nhất với năng lực phát hiện mưa. Dữ liệu Himawari-8 thường cho kết quả thiên cao, đặc biệt trong trường hợp nhiệt độ đỉnh mây thấp. Nhìn chung dữ liệu mưa lưới Himawari và GSMaP_NOW có thể sử dụng kết hợp đồng thời với nhau để cung cấp thông tin thời gian thực cho dự báo cảnh báo mưa lớn, lũ quét và sạt lở đất [11].

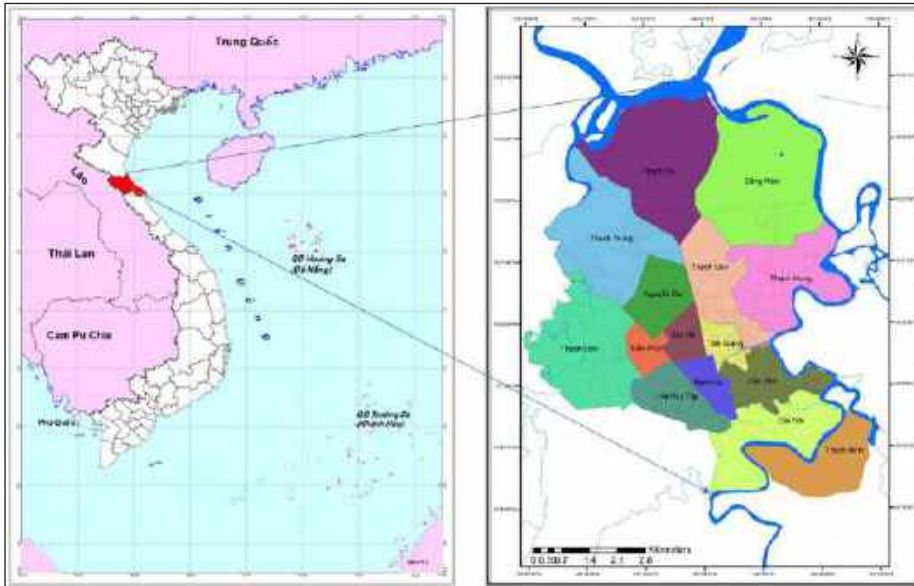
Mưa thay đổi theo không gian, phụ thuộc nhiều vào điều kiện địa hình và khí hậu của từng khu vực. Các vùng lãnh thổ khác nhau thì khả năng ứng dụng và chất lượng mưa lưới từ các nguồn quốc tế cũng có chất lượng dao động. Chất lượng sản phẩm mưa lưới còn phụ thuộc vào các dữ liệu phát báo tại địa phương tới mô hình số trị toàn cầu và hiệu chỉnh kết quả tính toán mưa lưới từ các dữ liệu ảnh vệ tinh... Các nghiên cứu trước đây nhìn chung đang giới hạn xem xét đánh giá mưa trung bình tháng, 7 ngày,

hoặc gần đây nhất là mưa thời đoạn 6 tiếng, và hoàn toàn chưa có nghiên cứu nào về mưa giờ. Vì thế, việc nghiên cứu đánh giá chất lượng sản phẩm mưa lưới và khả năng ứng dụng thực tế của nó trong bài toán thủy văn và tài nguyên nước là hoàn toàn cần thiết và cần triển khai độc lập trên từng khu vực, nhất là với mưa thời đoạn 1 giờ.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Thành phố Hà Tĩnh trải dài từ 18°18' đến 18°24' vĩ Bắc và từ 105°53' đến 105°56' kinh Đông, nằm trên trục đường Quốc lộ 1A, cách thủ đô Hà Nội 340 km, cách thành phố Vinh 50 km về phía Bắc; cách thành phố Huế 314 km về phía Nam và cách biển Đông 12,5 km (Hình 1).



Hình 1. Khu vực nghiên cứu - thành phố Hà Tĩnh, tỉnh Hà Tĩnh

Thành phố Hà Tĩnh nằm trong vùng đồng bằng ven biển miền Trung, địa hình dốc nghiêng từ Tây sang Đông (độ dốc trung bình 1,2% có nơi 1,8%) và bị chia cắt mạnh bởi hệ thống sông suối của dãy Trường Sơn. Tỉnh Hà Tĩnh có 2 mùa rõ rệt: Mùa nắng: kéo dài từ tháng 4 đến tháng 10, khí hậu khô nóng, nhiệt độ trung bình tháng từ 24,7°C (tháng 4) đến 32,9° (tháng 6). Nhiệt độ cao nhất có thể lên đến 38,5 - 40°C. Mùa mưa kéo dài từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau, nhiệt độ trung bình tháng từ 18,3°C (tháng 1) đến 21,8°C (tháng 11) với nhiều ngày ở một số khu vực có nhiệt độ 7°C (tháng 11, 12). Hà Tĩnh có lượng mưa khá lớn, trung bình trên 2.000 mm/năm, cá biệt có vùng lên đến 3.500 mm/năm. Lượng mưa phân bố không đồng đều trong năm, mùa Đông - Xuân lượng mưa thấp, chiếm 25% lượng mưa hàng năm, chủ yếu là mưa phùn kết hợp gió mùa Đông Bắc. Mưa lớn tập trung vào mùa Hạ và mùa Thu, chiếm 75%

lượng mưa cả năm, đặc biệt cuối thu thường mưa rất to.

2.2. Nguồn dữ liệu mưa được sử dụng trong nghiên cứu

Sự ra đời và phát triển của sản phẩm mưa lưới (GPP_s) đã mở ra một kỷ nguyên mới trong giám sát, tính toán và dự báo tài nguyên nước, đặc biệt là những vùng không có hoặc thiếu số liệu. Tuy nhiên, có khá nhiều sản phẩm mưa lưới khác nhau, giữa các sản phẩm có độ chính xác và độ phân giải khác nhau cả về không gian và thời gian trên quy mô toàn cầu do thiết bị sử dụng, thuật toán xử lý khác nhau hoặc do thuộc tính vật lý của mây ở vùng nghiên cứu [2, 3]. Các sản phẩm mưa lưới có thể được chia ra theo dữ liệu đầu vào gồm: (1) Dữ liệu quan trắc tại trạm mặt đất; (2) Dữ liệu mưa tái phân tích; (3) Dữ liệu mưa từ tín hiệu vệ tinh/radar.

(1) GPP_s dựa trên dữ liệu quan trắc tại trạm mặt đất được xây dựng qua các thuật toán nội

suy (Bảng 1).

(2) Dữ liệu mưa tái phân tích là sản phẩm từ mô hình số trị dự báo thời tiết (NWP), mô hình khí quyển. Những sản phẩm này được đồng bộ với dữ liệu vệ tinh và trạm quan trắc mặt đất nhằm tăng độ chính xác [9] (Bảng 2).

(3) Dữ liệu mưa vệ tinh/radar bắt đầu xuất hiện từ những năm 1960, khi vệ tinh TIROS (Television and IR Observation Satellite) chụp ảnh đám mây từ trên cao. Sản phẩm mưa vệ tinh thường từ 2 loại cảm biến: cảm biến hồng ngoại (IR) từ vệ tinh địa tĩnh GEO và cảm biến vi sóng (PMW) từ vệ tinh quỹ đạo Trái đất tầng thấp LEO. Dữ liệu IR có tính ưu việt về độ phủ không gian và thời gian (1 - 4 km, 10 - 30 phút). Các ảnh này sẽ cho bức tranh về trường mây và bề mặt mây được hiển thị bằng tông độ ánh sáng của ảnh, mây càng dày thì ảnh càng sáng, mây càng

mỏng thì ảnh càng tối. Vì thế sản phẩm IR không có khả năng phát hiện các tín hiệu từ cấu trúc đám mây, điều này ảnh hưởng đến khả năng xác định lượng mưa. Cảm biến PMW có thể xác định lượng mưa tương đối chính xác theo nguyên lý tán xạ (trên đất liền) và phát xạ (trên đại dương). Tuy nhiên, các vệ tinh LEO chỉ cung cấp 1 - 2 ảnh trong 1 ngày và có khoảng trống lớn về không gian. Do đó, để tận dụng ưu điểm của mỗi loại dữ liệu, nhiều kỹ thuật kết hợp IR và PMW hoặc mưa trạm hoặc mưa tái phân tích đã được phát triển. Kỹ thuật này dẫn đến sự ra đời của một loạt các sản phẩm mưa có độ phân giải cao và chính xác hơn. Bảng 3 thể hiện các sản phẩm mưa được phân tích từ vệ tinh, tuy nhiên còn nhiều sản phẩm lượng mưa khác ở các độ phân giải không gian khác nhau rất đa dạng và phong phú.

Bảng 1. Thông tin các sản phẩm mưa lưới nội suy từ dữ liệu quan trắc mặt đất

Dữ liệu mưa	Thời kỳ	Độ phân giải không gian	Độ phân giải thời gian	Vùng có số liệu	Nguồn
VnGP	1980 - 2010	0,1° và 0,25°	Ngày	Việt Nam	[17]
APHRODITE	1951 - 2015	0,25° và 0,5°	Ngày	50°N - 50°S	[23]
GPCC	1900 - 2019	0,5° và 1°	Tháng	50°N - 50°S	[19]
CRU	1901 - 2013	0,5°	Tháng	50°N - 50°S	[10]
CPC	1979 - 2019	0,5°	Ngày	60°N - 60°S	[8]

Bảng 2. Thông tin một số sản phẩm mưa tái phân tích

Dữ liệu mưa	Thời kỳ	Độ phân giải không gian	Độ phân giải thời gian	Vùng có số liệu	Nguồn
NCEP1	1948 - nay	2,5°	Tháng/ngày/6 giờ	Toàn cầu	NCEP/NCAR
NCEP2	1979 - nay	1,875°	Tháng/6 giờ	Toàn cầu	NCEP/NCAR
ERA 40	1957 - 2002	2,5° và 1,125°	Tháng/6 giờ	Toàn cầu	ECMWF
ERA Interim	1979 - 2019	1,5° và 0,75°	Tháng/6 giờ	Toàn cầu	ECMWF
ERA-20C	1900 - 2014	125 km	Tháng/3 giờ	Toàn cầu	ECMWF
ERA5 - Land	1950 - nay	0,1°	Tháng/ngày/1 giờ	Toàn cầu	ECMWF

Bảng 3. Thông tin một số sản phẩm mưa vệ tinh

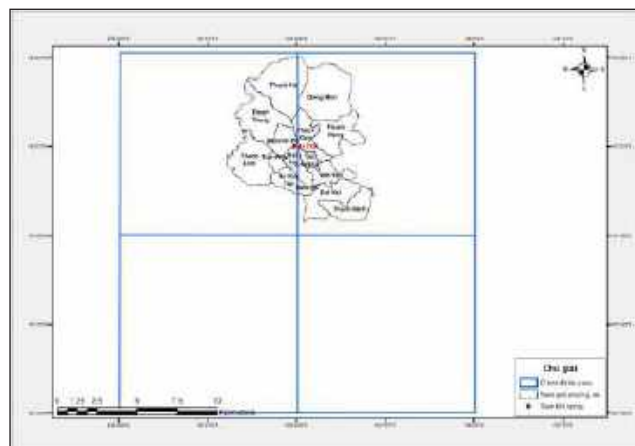
Dữ liệu mưa	Vệ tinh liên quan	Thời kỳ	Độ phân giải không gian	Độ phân giải thời gian	Vùng có số liệu	Nguồn	Độ trễ
PGF	EUMETSAT GEOS, MTSAT NOAA-19	1948 - 2010	0,25°	3 giờ	90°N - 90°S	Princeton Univ	

Dữ liệu mưa	Vệ tinh liên quan	Thời kỳ	Độ phân giải không gian	Độ phân giải thời gian	Vùng có số liệu	Nguồn	Độ trễ
TRMM	TRMM Hệ radar chủ động và thụ động	1998 - nay	0,25°	12 giờ	50°N - 50°S	NASA JAXA	
CMORPH QMORPH	DMSP F-13,14,15 NOAA15,16,17,18 AQUA, TRMM	2002 - nay	0,08° và 0,25°	30 phút	50°N - 50°S	NOAA	
CHIRPS	NOAA, RFE2, TARCAT, TRMM	1981 - nay	0,05°	Ngày, tháng, năm	50°N - 50°S	FEWS NET	
GSMaP	TRMM, GPM, hệ radar	2000 - nay	0,1°	1 giờ	60°N - 60°S	NASA JAXA	3 - 4 giờ
PERSIANN - CCS PDIR - NOW	GEOS-8,10, GMS, Metsat, TRMM, NOAA-15,16,17	2003 - nay	0,04°	1 giờ, 3 giờ, 6 giờ, ngày, tháng, năm	60°N - 60°S	CHRS	15-60 phút
GPM	GPM Hệ radar chủ động và thụ động	2000 - nay	0,1°	30 phút, ngày, tháng	90°N - 90°S	NASA JAXA	4 giờ

Các sản phẩm mưa mặc dù từ cùng một loại cảm biến, nhưng thuật toán sử dụng để hiệu chỉnh, nội suy và kết hợp khác nhau nên có sự khác biệt rất lớn giữa các sản phẩm. Độ chính xác của các sản phẩm mưa đã được đánh giá ở nhiều vùng nghiên cứu, trên nhiều quy mô. Các nghiên cứu đều khẳng định độ chính xác của các sản phẩm mưa cũng biến đổi theo mức độ phức tạp của từng vùng, từng mùa, chế độ mưa và địa hình.

Trong phạm vi nghiên cứu này, 4 dữ liệu mưa

lưới phổ biến với độ phân giải cao bao gồm GPM, GSMaP, PERSIANN-CCS và ERA5-Land sẽ được thu thập, phân tích và đánh giá với dữ liệu tại trạm Hà Tĩnh có tọa độ 18°21' Bắc và 105°54' Đông. Hình 2 cho thấy lưới mưa vệ tinh bao phủ lên khu vực thành phố Hà Tĩnh gần như là chia đều trong 2 ô lưới (2 giá trị mưa). Nghiên cứu đã lựa chọn các trận mưa sau để thu thập, phân tích và đánh giá: Trận mưa 13 - 16/10/2016; trận mưa 17 - 19/9/2020; trận mưa 16 - 19/10/2020; trận mưa 29 - 31/10/2020.



Hình 2. Trạm đo mưa Hà Tĩnh và ô lưới mưa trên khu vực thành phố Hà Tĩnh

Phương pháp nghiên cứu

Số liệu mưa quan trắc trực tiếp tại trạm là dữ liệu điểm, mưa lưới là dữ liệu lưới, do đó để so sánh 2 loại dữ liệu này thường có 2 phương pháp bao gồm: (1) Nội suy mưa điểm tại trạm về mưa lưới có cùng độ phân giải với sản phẩm mưa lưới; (2) Nội suy mưa lưới về điểm quan trắc. Tuy nhiên, với cách tiếp cận (1) chỉ nên sử dụng ở những khu vực có mạng lưới quan trắc dày và các sản phẩm nội suy cần được đánh giá kiểm định về phương pháp sử dụng và lượng mưa tại mỗi ô lưới để đảm bảo số liệu mưa tại mỗi ô lưới sẽ đại diện cho số liệu mưa tại đó.

Với cách tiếp cận (2) nội suy mưa lưới về điểm quan trắc thường được sử dụng trong nhiều nghiên cứu, cách tiếp cận này có ưu điểm có thể áp dụng được tại những nơi có mật độ trạm thưa và khi so sánh các sản phẩm mưa lưới trực tiếp với các giá trị mưa quan trắc tại trạm sẽ đảm bảo không mất đi đặc điểm mang tính cực trị của dữ liệu quan trắc. Cụ thể, xét xem trạm quan trắc nằm trong ô lưới nào, sau đó lấy giá trị mưa của ô lưới đó so sánh với giá trị quan trắc của trạm. Kết quả so sánh được đánh giá dựa trên các chỉ số thống kê. Ngoài so sánh trực tiếp hai giá trị tại một ô lưới, một số các tác giả khác còn so sánh giá trị mưa mặt đất với giá trị trung bình của mưa trên 9 ô lưới đối với mưa vệ tinh.

Các chỉ số thống kê đánh giá bao gồm: Độ lệch quân phương trung bình (RMSE), hệ số tương quan (R^2), chỉ số sai số độ lệch (PBIAS). Ngoài ra nghiên cứu còn sử dụng chỉ số thống kê định tính: Xác suất phát hiện đúng (POD), phát hiện

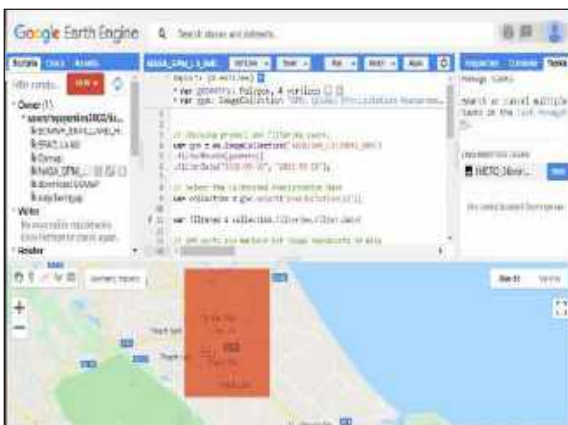
khống (FAR) và chỉ số thành công (CSI). Trong đó, CSI là tỷ số giữa số lần cảnh báo đúng có xảy ra hiện tượng và tổng số lần cảnh báo, FAR để đánh giá khả năng phát hiện khống (không mưa nhưng cảnh báo là mưa) các hiện tượng mưa. Chỉ số POD là tỷ số giữa số lần phát hiện đúng (hiện tượng có mưa và không có mưa) trên tổng số lần cảnh báo hiện tượng [1, 16].

3. Phân tích đánh giá dữ liệu mưa

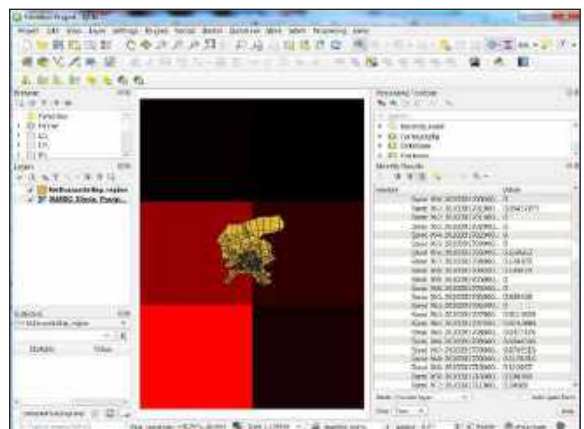
3.1. Thu thập và xử lý dữ liệu mưa lưới

Dữ liệu mưa GPM được tải trên trang chủ <https://gpm.nasa.gov/data/imerg>, với tần suất 30 phút một bộ số liệu. Nhóm nghiên cứu sử dụng code trong công cụ Google Earth Engine (GEE) để tải nhanh dữ liệu mưa vệ tinh với chuỗi thời gian dài (Hình 3). Dữ liệu mưa tải về chủ yếu ở định dạng tif, sau đó được tiến hành xử lý bằng các công cụ trong phần mềm QGIS (Hình 4). Nhìn chung công việc xử lý dữ liệu mưa phải làm thủ công và tốn nhiều thời gian để đảm bảo chất lượng của bộ dữ liệu.

Tương tự như thế, các dữ liệu mưa khác đều được tải về máy tự động bằng các đoạn mã nhóm nghiên cứu tự phát triển trong môi trường GEE và được xử lý thủ công trong phần mềm QGIS. Dữ liệu mưa GSMaP được tải trên trang <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>. Dữ liệu mưa PERSIANN-CCS có thể truy cập tại địa chỉ <https://chrsdata.eng.uci.edu/>. Dữ liệu mưa ERA5-Land có tại trang web: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land?tab=form>.



Hình 3. Tải dữ liệu mưa GPM bằng Google Earth Engine (GEE)



Hình 4. Xử lý dữ liệu mưa GPM bằng QGIS

3.2. Phân tích, đánh giá các dữ liệu mưa

a. Đánh giá khả năng phát hiện mưa

Các chỉ số POD và CSI được sử dụng để phân tích khả năng phát hiện lượng mưa của tất cả các sản phẩm mưa lưới được chọn và 0,1 mm/giờ được xác định là ngưỡng phát hiện mưa/không mưa. Nhìn chung, POD của tất cả các dữ liệu mưa lưới cho thấy giá trị khá tốt, lớn hơn 0,7 (Bảng 4), chỉ có POD của CCS ở trận mưa

cuối tháng 10/2020 là cho giá trị tương đối thấp, khoảng 0,47. Chỉ số POD của GSMaP và ERA5-Land có giá trị cao nhất, hầu hết đều trên 0,9, kết quả này cho thấy dữ liệu mưa GSMaP và ERA5-Land thường có nhiều giờ mưa hơn so với thực tế. Mặc dù mưa GSMaP và ERA5-Land có chỉ số POD cao hơn các loại mưa khác, nhưng cũng có chỉ số FAR đều cao hơn so với mưa CCS, điều đó có nghĩa là mưa GSMaP và ERA5-Land có xu hướng xác không trường hợp mưa.

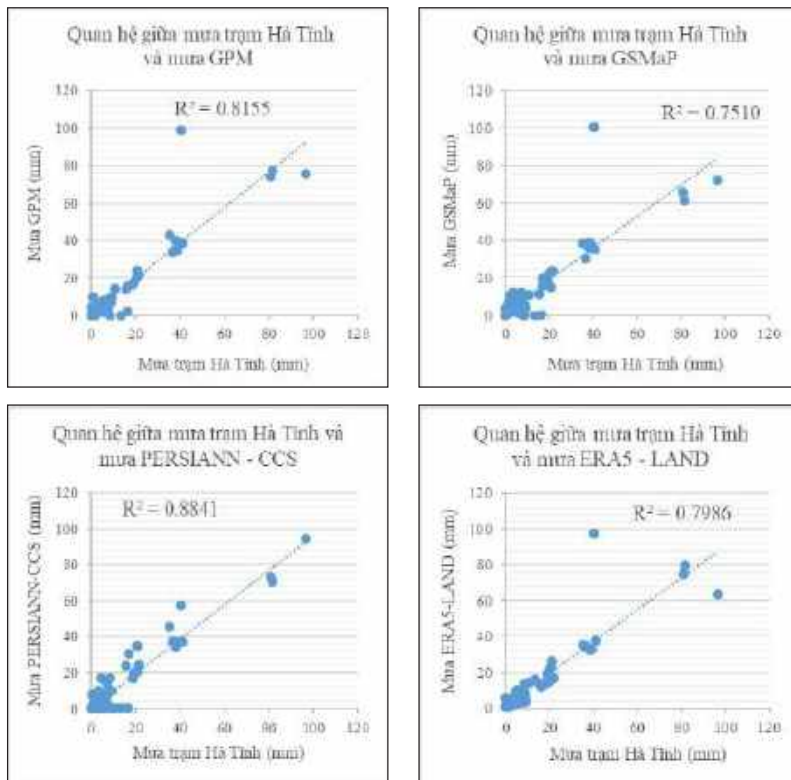
Bảng 4. Các chỉ số thống kê giữa dữ liệu mưa quan trắc tại trạm Hà Tĩnh và các sản phẩm mưa lưới

Thời gian	Sản phẩm mưa	R ²	RMSE (mm)	MAE (mm)	PBIAS (%)	POD	FAR	CSI
13 - 16/10/2016	GPM	0,816	8,060	3,163	-0,78	0,94	0,12	0,84
	GSMaP	0,751	9,091	4,263	-1,29	0,96	0,20	0,78
	CCS	0,884	6,188	4,030	0,71	0,74	0,00	0,74
	ERA5-Land	0,799	8,173	3,295	-1,25	1,00	0,26	0,74
17 - 19/09/2020	GPM	0,742	4,981	2,319	-16,84	0,93	0,48	0,50
	GSMaP	0,639	6,340	1,214	-17,66	0,93	0,29	0,68
	CCS	0,843	3,879	1,351	-2,74	0,76	0,33	0,55
	ERA5-Land	0,816	4,199	1,098	-1,88	0,97	0,53	0,46
16 - 19/10/2020	GPM	0,881	5,205	3,654	0,61	0,81	0,15	0,71
	GSMaP	0,872	5,294	3,626	-1,34	0,95	0,09	0,87
	CCS	0,888	5,010	3,453	-0,90	0,86	0,07	0,81
	ERA5-Land	0,876	5,207	3,451	-1,87	0,99	0,13	0,86
29 - 31/10/2020	GPM	0,815	7,618	4,554	-1,78	0,70	0,06	0,67
	GSMaP	0,831	7,018	3,595	-4,97	0,98	0,08	0,90
	CCS	0,849	7,128	4,158	1,66	0,47	0,00	0,47
	ERA5-Land	0,841	6,825	3,432	-2,20	1,00	0,15	0,85

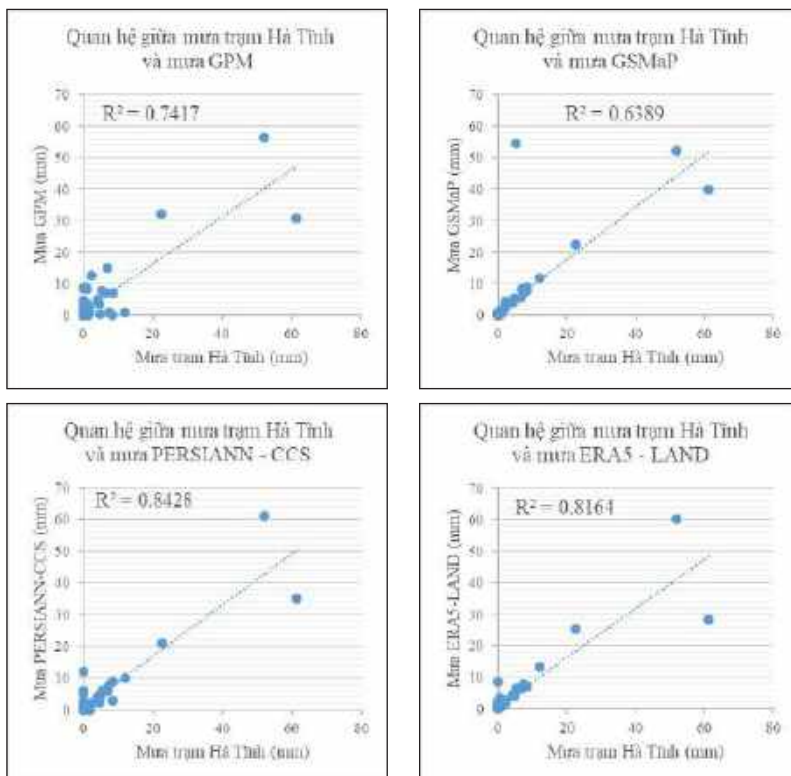
b. Đánh giá sai số lượng mưa

Hệ số tương quan giữa lượng mưa giờ tại trạm quan trắc Hà Tĩnh và các sản phẩm mưa lưới khá cao khoảng 0,64 đến 0,88; trong đó mưa PERSIANN-CCS có tương quan cao nhất với

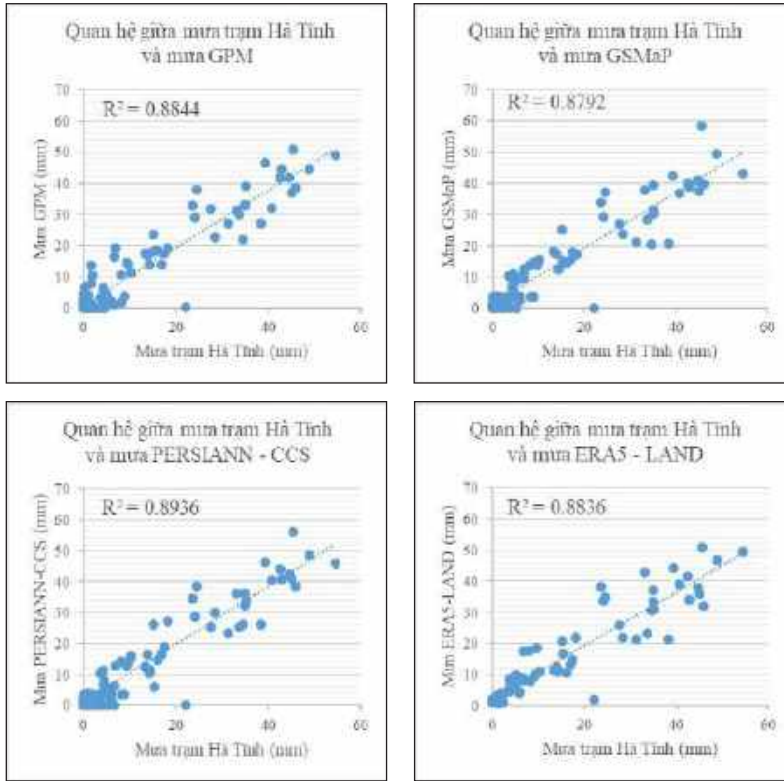
mưa quan trắc mặt đất với hệ số trên 0,8 ở tất cả 4 trận mưa, mưa GSMaP có hệ số tương quan thấp nhất với hệ số của trận mưa 17 - 19/9/2020 chỉ đạt 0,64 so với mưa quan trắc mặt đất (Bảng 4 và các Hình 5, Hình 6, Hình 7, Hình 8).



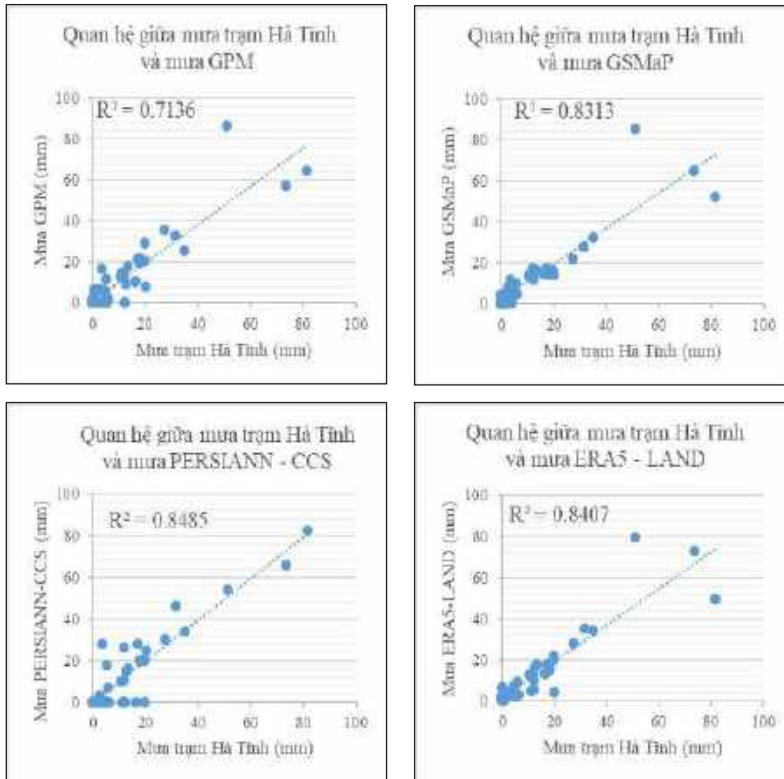
Hình 5. Tương quan giữa mưa trạm Hà Tĩnh và mưa lưới trận mưa 13 - 16/10/2016



Hình 6. Tương quan giữa mưa trạm Hà Tĩnh và các mưa lưới trận mưa 17 - 19/9/2020



Hình 7. Tương quan giữa mưa trạm Hà Tĩnh và mưa lưới trận mưa 16 - 19/10/2020



Hình 8. Tương quan giữa mưa trạm Hà Tĩnh và mưa lưới trận mưa 29 - 31/10/2020

Chỉ số sai số quân phương trung bình (RMSE) của dữ liệu mưa CCS là thấp nhất, dao động từ 3,87 - 7,13 mm; sản phẩm mưa GSMaP có RMSE cao nhất (nghĩa là độ chính xác kém nhất), dao động từ 5,29 - 9,09 mm (Bảng 4). Còn đối với chỉ số MAE thì dữ liệu mưa GPM thường có chỉ số cao nhất, sau đó đến dữ liệu mưa GSMaP và cuối cùng là dữ liệu mưa ERA5-Land. Với 2 chỉ số này có thể thấy rằng: Chỉ số MAE của mưa GSMaP chỉ xếp sau mưa GPM và có trệch cao hơn cả GPM. Còn RMSE của mưa GSMaP lại cao nhất. Vì vậy xét theo 2 chỉ số này thì dữ liệu mưa PERSIANN-CCS cho kết quả ở mức cân bằng, còn dữ liệu mưa GSMaP cho độ chính xác kém nhất trong 4 loại mưa.

Phân bố sai số độ lệch (PBIAs) cho thấy hầu hết các sản phẩm mưa đều có sai số nhỏ, hầu hết đều dao động trong khoảng 10% (nằm ở mức tốt). Chỉ có trệch mưa 17 - 19/9/2020 là có PBIAs trên 15% (nằm ở mức đạt) đối với dữ liệu mưa GPM và GSMaP (Bảng 4).

Kết quả phân tích chỉ số thống kê của các dữ liệu mưa lưới cho thấy, nhìn chung dữ liệu mưa PERSIANN-CCS có sai lệch nhỏ hay có thể coi nó là sản phẩm ước tính tốt nhất trong số 4 dữ liệu so với số liệu quan trắc.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã sử dụng các chỉ số đánh giá để đánh giá lượng mưa giờ của các dữ liệu mưa lưới GPM, GSMaP, PERSIANN-CCS, ERA5-Land tương ứng với dữ liệu tại trạm Hà Tĩnh. Dựa trên kết quả tính toán các chỉ số, nghiên cứu đã phân tích và đánh giá cho thấy: Các dữ liệu mưa lưới đều cung cấp đầu vào khá tốt, hệ số tương quan so với trạm đo mặt đất khá cao (đều trên 0,7), đặc biệt là dữ liệu mưa PERSIANN-CCS cho kết quả tốt nhất (hệ số tương quan trên 0,8). Khả năng phát hiện mưa của mưa lưới là khá tốt, chỉ số POD của tất cả các dữ liệu mưa lưới đều lớn hơn 0,7, chỉ có riêng trệch mưa cuối tháng

10/2020 thì dữ liệu mưa CCS cho chỉ số tương đối thấp (đạt 0,47). Chỉ số POD của GSMaP và ERA5-Land có giá trị cao nhất, hầu hết đều trên 0,9; kết quả này cho thấy dữ liệu mưa GSMaP và ERA5-Land thường có nhiều giờ mưa hơn so với thực tế. Tuy nhiên, mưa GSMaP và ERA5-Land lại có chỉ số FAR cao hơn so với các dữ liệu mưa khác, có nghĩa là 2 loại mưa này có xu hướng xác định không trường hợp mưa lớn hơn. Chỉ số sai số quân phương trung bình (RMSE) của dữ liệu mưa CCS là thấp nhất, dao động từ 3,87 - 7,13 mm; sản phẩm mưa GSMaP có RMSE cao nhất, dao động từ 5,29 - 9,09 mm.

Kết quả cho thấy đánh giá mưa giờ cho các nguồn mưa lưới tại khu vực Hà Tĩnh có nhiều điểm khác biệt so với những kết quả nghiên cứu đi trước về đánh giá chất lượng mưa lưới trung bình tháng, trung bình năm. Điều này khẳng định thêm nhận định ban đầu, tuy cùng một nguồn dữ liệu gốc, nhưng với các cách tiếp cận xử lý số liệu, tùy theo từng vùng mà chất lượng của mỗi loại mưa lưới sẽ khác nhau và luôn cần có đánh giá cụ thể trước khi sử dụng chúng trong các ứng dụng tính toán, mô hình. Qua các kết quả tính toán, đánh giá, nghiên cứu kiến nghị có thể sử dụng dữ liệu mưa PERSIANN-CCS để phục vụ công tác dự báo, cảnh báo ngập lụt đô thị cho thành phố Hà Tĩnh, do kết quả tính toán đánh giá có sự phân hạng theo các chỉ tiêu đánh giá ở mức cân bằng.

Hướng nghiên cứu tiếp theo sẽ đánh giá chất lượng thực tế của các nguồn mưa lưới khi đưa vào trong mô hình thủy văn đô thị, xem xét sự phân bố về không gian của mưa đầu vào có ảnh hưởng như thế nào đến kết quả mô phỏng dòng chảy trong hệ thống thoát nước và ngập lụt trên bề mặt đô thị. Với đặc điểm vượt trội là mưa giờ, dữ liệu mưa lưới PERSIANN-CCS sẽ hỗ trợ được việc thiết lập mô hình dự báo cảnh báo ngập lụt đô thị, đảm bảo được cho yêu cầu của ứng dụng thủy văn đô thị.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017), *Thông tư số 41/2017/TT-BTNMT: Quy định kỹ thuật đánh giá chất lượng dự báo, cảnh báo khí tượng*, TT số 41/2017/TT-BTNMT. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Việt Nam.

2. Bùi Tuấn Hải, Nguyễn Văn Tuấn (2018), "Nghiên cứu đánh giá và so sánh các dữ liệu mưa vệ tinh độ phân giải cao lưu vực sông Cả", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* số tháng 11 - 2018.
3. Phạm Thành Hưng, Nguyễn Quang Bình, Võ Nguyễn Đức Phước (2021), "Đánh giá khả năng sử dụng các sản phẩm mưa vệ tinh để mô phỏng dòng chảy bằng mô hình thủy văn", *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, số 74 (6/2021).
4. Nguyễn Tiến Kiên (2020), "Nghiên cứu ứng dụng số liệu mưa vệ tinh mô phỏng lũ khu vực trung lưu sông Mã", *Tạp chí khí tượng thủy văn*, số tháng 1-2020.
5. Bùi Chí Nam (2017), "Nghiên cứu đánh giá dữ liệu mưa quan trắc vệ tinh từ GPM và PERSIANN phục vụ cảnh báo mưa thành phố Hồ Chí Minh", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* số tháng 7-2017.

Tài liệu tiếng Anh

6. Amorim, J. et al (2020), "Evaluation of satellite precipitation products for hydrological modeling in the Brazilian Cerrado Biome", *Water* 12, 2571. <https://doi.org/10.3390/w12092571>.
7. Behrangi, A., et al (2011), "Hydrologic evaluation of satellite precipitation products over a mid-size basin", *J. Hydrol.* 397, 225-237. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.11.043>.
8. Chen M. and Xie P, (2007), *CPC Unified Gauge-based Analysis of Global Daily Precipitation* [Internet].
9. Ebert E.E., et al (2007), "Comparison of Near-Real-Time Precipitation Estimates from Satellite Observations and Numerical Models", *Bulletin of the American Meteorological Society*, Volume 88: Issue 1, pp. 47–64. <https://doi.org/10.1175/BAMS-88-1-47>.
10. Harris I., et al (2014), "Updated high-resolution grids of monthly climatic observations - the CRU TS3.10 Dataset", *International Journal of Climatology*, 34, pp. 623–42. <https://doi.org/10.1002/joc.3711>
11. Hung, M.K. et al (2020), "Application of GSMaP Satellite data in precipitation estimation and nowcasting: evaluations for October 2019 to January 2020 period for Vietnam", *VN J. Hydrometeorol.* 5, 80-94.
12. <https://chrsdata.eng.uci.edu/>.
13. <https://gpm.nasa.gov/data/directory>
14. Kaptue, A.T. et al (2015), "Spatial and temporal characteristics of rainfall in africa: Summary statistics for temporal downscaling", *Water Resour. Res.* 51, 2668–2679.
15. Maggioni, V. et al (2016), "A review of merged high-resolution satellite precipitation product accuracy during the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) era", *J. Hydrometeorol.* 17, 1101–1117. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0190.1>
16. Mohamed Salem Nashwan et al (2019), "Assessment of Satellite-Based Precipitation Measurement Products over the Hot Desert Climate of Egypt", *Remote Sens.* 11 (5), 555; doi:10.3390/rs11050555, www.mdpi.com/journal/remotesensing
17. Nguyen-Xuan T. et al. (2016), "The Vietnam Gridded Precipitation (VnGP) Dataset: Construction and Validation", *Sola*, 12, pp. 291-6. <https://doi.org/10.2151/sola.2016-057>
18. Saimy Davis et al (2022), "A Flood Forecasting Framework Coupling a High Resolution WRF Ensemble With an Urban Hydrologic Model", *Frontiers in Earth Science*, doi:10.3389/feart.2022.883842.
19. Schneider U., et al (2014), "GPCC's new land surface precipitation climatology based on quality-controlled in situ data and its role in quantifying the global water cycle", *Theoretical and Applied Climatology*, 115, pp. 15–40. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0860-x>
20. Talchabhadel et al (2021), "Evaluation of precipitation elasticity using precipitation data from ground and satellite-based estimates and watershed modeling in Western Nepal", *J. Hydrol. Reg. Stud.* 33, 100768 <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100768>
21. Thanh, N.D. et al (2013), "Monthly adjustment of Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) data over the Vu Gia – Thu Bon River Basin in Central Vietnam using an artificial neural network", *Hydrol. Res. Lett.* 2013, 7, 85–90.

22. Tze Huey Tam et al (2019), "Application of Satellite Rainfall Products for Flood Inundation Modelling in Kelantan River Basin, Malaysia", *Hydrology*, 6, 95; doi:10.3390/hydrology6040095.
23. Yatagai A. et al (2012), "APHRODITE: Constructing a Long-Term Daily Gridded Precipitation Dataset for Asia Based on a Dense Network of Rain Gauges", *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, pp. 1401–15. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00122.1>

EVALUATION OF THE QUALITY OF GRIDDED HEAVY RAINFALL OVER THE HA TINH CITY

Nguyen Thi Lien, Nguyen Quang Hung, Trinh Minh Ngoc
University of Science, Vietnam National University, Hanoi

Received: 3/11/2022; Accepted: 28/11/2022

Abstract: Gridded rainfall products which is the production generated by satellite together with weather numerical models combined with ground rain are increasingly developed based on its advantages outstanding ground rainfall measurement. Gridded rainfall products provide spatial information and its interval time is up to 30 minutes, and freely available, that makes it became very high applicability. Although the products are from the same sensors, still the algorithms used for correction, interpolation and matching are different, so there is a huge difference between the products. This study considers rain data from 04 sources including GPM, GSMaP, PERSIANN-CCS and ERA5-Land over Ha Tinh city area to assess their quality and practical applicability. Four rainfall events are used to assess the hourly rainfall compare to the data at rain gauge station in Ha Tinh city. Statistical indicators RMSE, R^2 , PBIAs, POD, FAR and CSI were used for the evaluation. The results show that in general, all four rain data have good quality, PERSIANN-CCS has the highest correlation with ground-observed rain, the best mean square error index, and other indicators show that GSMaP data is generally the worst quality

Từ khóa: Gridded rainfall products, satellite rainfall, Hà Tĩnh city.

ỨNG DỤNG NỀN TẢNG GOOGLE EARTH ENGINE XÂY DỰNG BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG HẠN HÁN CHO TỈNH BÌNH THUẬN

Trịnh Minh Ngọc, Nguyễn Quang Hưng

Trường Đại học khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài: 27/10/2022; ngày chuyển phản biện: 28/10/2022; ngày chấp nhận đăng: 21/11/2022

Tóm tắt: Nghiên cứu sử dụng nền tảng xử lý dựa trên đám mây Google Earth Engine (GEE) để xây dựng bản đồ phân vùng mức độ hạn hán tỉnh Bình Thuận từ 2014 đến 2020, dựa trên tính toán chỉ số khác biệt hạn hán (NDDI - Normalized Difference Drought Index). Kết quả tính toán cho thấy, khô hạn thiếu nước trong mùa khô diễn ra ở nhiều nơi trong tỉnh; thường xuyên xảy ra tại các huyện Tuy Phong, Bắc Bình, TP. Phan Thiết, Hàm Thuận Nam, Hàm Tân và Thị xã La Gi nơi có chỉ số NDDI cao 4 - 6, mức độ hạn có xu hướng tăng đặc biệt nghiêm trọng vào năm 2016. Ứng dụng nền tảng Google Earth Engine được xây dựng nhằm theo dõi hạn hán trên cơ sở phân loại chỉ số NDDI tỉnh Bình Thuận năm 2021.

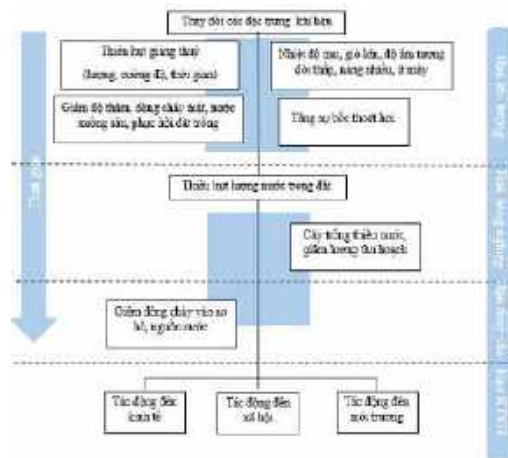
Từ khóa: Hạn hán, NDDI, GEE, Bình Thuận.

1. Giới thiệu chung

Hạn hán là hiện tượng lượng mưa thiếu hụt nghiêm trọng kéo dài, làm giảm lượng ẩm trong không khí và hàm lượng nước trong đất, làm suy kiệt dòng chảy sông suối, hạ thấp mực nước ao hồ, mực nước trong các tầng chứa nước dưới đất gây ảnh hưởng xấu đến sinh trưởng của cây trồng, làm môi trường suy thoái, gây tác động xấu đến sinh hoạt và sản xuất [2]. Dự báo và cảnh báo sớm hạn hán là một thành tố quan

trọng rất lớn góp phần giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai (hạn hán nói riêng) gây ra.

Cho đến nay, có hơn 150 định nghĩa về hạn hán [10]. Có nhiều tác giả đưa ra định nghĩa về hạn hán như Krammer P.J (1984) [11] hay Sliverkumar (2005) [12]. Nhìn chung, các định nghĩa đều chỉ ra nhân tố ảnh hưởng chính đến hạn hán là lượng mưa, nó liên quan đến thời điểm mưa, hiệu quả mưa, và các nhân tố khí hậu khác như nhiệt độ cao, gió mạnh, và độ ẩm tương đối thấp.



Hình 1. Mối quan hệ giữa các loại hạn hán [7]

Liên hệ tác giả: Trịnh Minh Ngọc
Email: trinhminhngoc@hus.edu.vn

Hạn hán được phân loại dựa trên ảnh hưởng của nó, bao gồm: Hạn khí tượng, hạn nông nghiệp, hạn thủy văn, hạn kinh tế - xã hội [8]. Quá trình phát sinh và diễn biến của hạn hán được mô tả cụ thể như Hình 1, theo đó hạn khí tượng xảy ra trước tiên do không mưa, hoặc mưa không đáng kể trong thời gian đủ dài, đồng thời những yếu tố khí tượng đi kèm với sự thiếu hụt mưa gây bốc thoát hơi nước gia tăng, sự thiếu hụt mưa và gia tăng bốc hơi sẽ dẫn đến sự suy giảm/suy kiệt độ ẩm đất - hạn đất và hạn nông nghiệp ở vùng không không được tưới xảy ra. Sự suy kiệt độ ẩm đất cũng đồng thời dẫn đến sự suy giảm bổ cập nước ngầm làm giảm lưu lượng và hạ thấp mực nước ngầm. Sự suy giảm đồng thời cả dòng mặt và dòng ngầm dẫn đến hạn thủy văn. Khi hạn khí tượng và hạn thủy văn xảy ra, tùy theo khả năng điều tiết nhân tạo và yêu cầu dùng nước trong lưu vực, hạn nông nghiệp ở cả những diện tích tưới và hạn dân sinh kinh tế (thiếu nước sinh hoạt, thiếu nước cho các ngành sản xuất dịch vụ... dẫn đến giảm thu nhập và phát sinh các vấn đề xã hội khác nhau) có thể xảy ra với mức độ nặng, nhẹ khác nhau) (Hình 1) [9].

Cùng với sự phân loại đa dạng về hình thức hạn như vậy, các nghiên cứu cũng thông qua các chỉ số hạn khác nhau để phân tích và đánh giá hạn hán. Các chỉ số hạn được áp dụng nhằm truyền tải các thông tin dị thường khí hậu đến người sử dụng được dễ dàng, đồng thời giúp các nhà khoa học định lượng được các dị thường

này dưới các cường độ (mức độ khắc nghiệt), thời gian, tính lặp lại và sự lan rộng trong không gian. Theo Tổ chức khí tượng thế giới (WMO), các chỉ số hạn hán được phân loại bao gồm: Các chỉ số hạn hán khí tượng, các chỉ số độ ẩm đất, các chỉ số hỗn hợp, mô hình hóa [19]. Việc xác định các chỉ số hạn được tính toán thông qua các nguồn số liệu quan trắc mặt đất, số liệu khảo sát, mô hình khí hậu khu vực, mô hình khí hậu toàn cầu và các số liệu vệ tinh.

Theo thống kê, Bình Thuận có hơn 80 ngàn ha đất cát và núi đá khô cằn (chiếm hơn 22% tổng diện tích tự nhiên) lượng mưa thấp nhất cả nước, mùa khô kéo dài 5 - 7 tháng/năm nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, tổng lượng mưa hàng năm mức trung bình, phân hóa mạnh theo không gian, lượng bốc hơi lớn; số giờ nắng lại cao. Do đó, hạn hán thường xảy ra trên địa bàn tần suất 2 - 3 năm/lần; hạn vừa và hạn nặng 4 - 5 năm/lần, chủ yếu vào vụ đông xuân từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau [13]. Mức độ hạn nghiêm trọng thường diễn ra ở các huyện phía Bắc tỉnh như Tuy Phong, Bắc Bình, Hàm Thuận Bắc.... Hiện nay, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) nên tỉnh Bình Thuận thường xuyên phải đối mặt với tình trạng thiếu nước, khô hạn kéo dài... Cụ thể là dòng chảy năm và dòng chảy mùa lũ trên lưu vực sông thuộc tỉnh Bình Thuận có xu thế tăng nhẹ, dòng chảy mùa cạn có xu thế giảm, điều này dẫn đến tình trạng thiếu nước trên lưu vực ngày càng gia tăng.



Hình 2. Hồ thủy lợi Tà Mon, huyện Hàm Thuận Nam cạn trơ đáy

Việc theo dõi và giám sát hạn hán thường dựa vào những quan sát thực tế từ trạm khí tượng mặt đất. Tuy nhiên, sự phân bố, mật độ của các trạm khí tượng không đủ để phát hiện thông tin không gian cần thiết. Do đó, để có thể giám sát cũng như đo đạc được những tác động của hạn hán, thì việc sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh đem lại kết quả tốt hơn khi chúng cung cấp thông tin cập nhật trong phạm vi không gian với độ phân giải cao và quy mô thời gian khác nhau. Số lượng vệ tinh quan sát Trái đất và các sản phẩm dữ liệu ngày càng tăng cung cấp lượng dữ liệu lớn và phát triển các khả năng giám sát hạn hán tiên tiến bằng nhiều nguồn dữ liệu khác nhau. Tuy nhiên, theo truyền thống, việc thu thập, lưu trữ, định dạng tệp và xử lý dữ liệu vệ tinh là những trở ngại đáng kể để tận dụng tối đa các ảnh này, đặc biệt là các ứng dụng quy mô lớn và đa thời gian. Gần đây, Công nghệ điện toán đám mây đang là một xu hướng ứng dụng công nghệ thông tin mới và dần trở thành nền tảng để giải quyết các bài toán dữ liệu lớn. Xuất phát từ những vấn đề trên, nghiên cứu này tập trung vào việc ứng dụng Google Earth Engine (GEE) thành lập ứng dụng theo dõi hạn hán cho khu vực tỉnh Bình Thuận nhằm xác định mức độ hạn hán từ đó, giúp các nhà quản lý đưa ra các biện pháp phòng chống hoặc giảm thiểu tác động của hạn hán.

1.1. Tổng quan về nghiên cứu hạn hán và các chỉ số khô hạn

Trên thế giới, các nghiên cứu về hạn hán đã được thực hiện khá chi tiết từ quy mô toàn cầu, khu vực, đến quy mô địa phương. Các nghiên cứu điển hình về phân bố theo không gian và thời gian, các tác giả đã kết hợp các chỉ số hạn với nhau để phân tích những biến động của hạn hán theo mùa, tháng năm: Loukas A. và cs (2004) sử dụng số liệu mưa tháng 28 trạm thời tiết Hy Lạp nhằm phát hiện hạn nông nghiệp, Zang và cộng sự (2009) xem xét xu thế biến động của những tháng khô hạn của lưu vực sông Peral qua phương pháp Mann-Kendal, Bair A và cs (2011) sử dụng chỉ số SPI để xác định điều kiện khô hạn trong các khoảng thời gian khác nhau (3, 6, 8... tháng) cho khu vực Iran; công trình nghiên cứu của Heim R (2002) sử dụng chỉ

số Palmer trong đánh giá hạn hán nông nghiệp ở các khu vực của Mỹ; chỉ số PDSI được sử dụng nhiều nhất để đánh giá các điều kiện hạn hán trong bối cảnh biến đổi khí hậu (Burke và cs (2006), Kenneth Strzepek và cs (2010), Do Wo Kim và cs). Nhìn chung mỗi chỉ số đều có những ưu điểm và nhược điểm khác nhau nên có nhiều công trình đã kết hợp nhiều chỉ số hạn với nhau để cùng xác định hạn hán (Kolve E và Alexandrov V. (2008), Matone và Ped, Potop V và Soukop J (2008), Jadal B (2013) [11].

Tại Việt Nam, các công trình nghiên cứu, đánh giá mức độ và khả năng xảy ra hạn hán được tiến hành trong nhiều năm ở nước ta. Nguyễn Đức Ngữ và cs [8] đánh giá đặc điểm hạn và phân vùng hạn Việt Nam, cho thấy nước ta hạn hán chủ yếu xuất hiện vào mùa đông và mùa xuân, khu vực Bình Thuận hạn hán xảy ra vào mùa xuân và mùa hè. Dưới góc độ tác động của biến đổi khí hậu và các hiện tượng cực đoan ở Việt Nam, Phan Văn Tân và các cs đã sử dụng phương pháp thống kê để đánh giá sự biến đổi của hạn hán cho 7 vùng khí hậu của Việt Nam [18]. Nghiên cứu của Nguyễn Trọng Hiệu (2000) về nguyên nhân và các giải pháp phòng chống hoang mạc hóa ở khu vực miền Trung nhằm giảm thiểu hạn hán kết hợp với các phương pháp sản xuất nông nghiệp [5]. Nghiên cứu xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, Trần Thực và cs (2008) lựa chọn các chỉ số khô hạn K, chỉ số thiếu hụt lượng mưa D, chỉ số chuẩn hóa lượng mưa SPI và PDSI [11]. Nghiên cứu của Nguyễn Lập Dân và cs (2020) về cơ sở khoa học quản lý hạn hán và hoang mạc hóa để xây dựng hệ thống quản lý và các giải pháp chiến lược sử dụng các chỉ số K và H để dự tính độ dài mùa hạn [3]. Kết quả cho thấy, tại khu vực Bình Thuận có mức độ hạn nặng tăng lên trong thế kỷ 21. Trương Đức Trí và cộng sự (2011) sử dụng các chỉ số J, K, SPI, và Ped để đánh giá xu thế, mức độ biến đổi của hạn hán trên cơ sở số liệu lượng mưa, nhiệt độ, bốc hơi. Dự tính sự biến đổi của hạn hán ở miền Trung thời kỳ 2011 - 2050, Vũ Thanh Hằng và cs (2011) đã sử dụng kết quả của mô hình khí hậu khu vực RegCM3 và các chỉ số hạn J, Ped....[4]. Tóm lại, các công trình nghiên cứu đã sử dụng các chỉ số hạn hạn

khí tượng, kết hợp với kết quả từ các mô hình, cho các kết quả đánh giá hạn hán tốt.

Dưới góc độ Viễn thám, các chỉ số được trích xuất từ ảnh vệ tinh đều cho giám sát tốt tình trạng hạn hán như: NDVI, TDVI, LST, TCI, VCI,... [1], [6], [14], [15], [17], [21]. Có thể thấy rằng, trong thời gian hạn hán, lá cây bị ảnh hưởng bởi hàm lượng nước có thể gây ra mất mùa hoặc giảm sản lượng cây trồng. Đối với việc theo dõi và cảnh báo sớm hạn hán bằng dữ liệu ảnh viễn thám, có rất nhiều các chỉ số vật lý đã được phát hiện để giám sát sức khỏe và sự tăng trưởng của thực vật. Trong đó, giải phổ nhìn thấy (VIS) và hồng ngoại (IR) được sử dụng rộng rãi để theo dõi sự thay đổi của cây trồng và căng thẳng về nước. Chỉ số chuẩn hóa khác biệt thực vật NDVI- kết hợp của kênh cận hồng ngoại NIR và kênh đỏ, là chỉ số đo đặc sự thay đổi hàm lượng Chlorophyll thực vật và độ xốp tán cây. Đây là chỉ số được sử dụng phổ biến trong giám sát hệ sinh thái. Chỉ số chuẩn hóa đặc biệt mặt nước NDWI có độ nhạy tốt với sự thay đổi về hàm lượng nước và độ xốp tán cây. Chỉ số này được tính toán từ kênh cận hồng ngoại NIR và hồng ngoại sóng ngắn SWIR và được sử dụng để ước tính hàm lượng nước của tán cây trong các nghiên cứu về giám sát và cảnh báo sớm hạn hán. Sự kết hợp thông tin cả về thảm thực vật và nước được thể hiện qua chỉ số chuẩn hóa khác biệt hạn hán NDDI này đã được chứng minh rằng có độ nhạy cao hơn về hạn hán trong mùa hè so với chỉ số NDWI và chỉ số NDVI [3].

$$NDDI = \frac{NDVI - NDWI}{NDVI + NDWI}$$

Trong đó, $NDVI = ([NIR - \text{kênh đỏ}] / [NIR + \text{kênh đỏ}])$ và $NDWI = ([NIR - SWIR] / [NIR + SWIR])$; NIR = kênh cận hồng ngoại and SWIR = kênh hồng ngoại sóng ngắn.

1.2. Tổng quan về nền tảng Google Earth Engine

Với một kho dữ liệu viễn thám khổng lồ, Google đã tạo ra một nền tảng với tên gọi Google Earth Engine (hoặc Earth Engine - GEE), cho phép các nhà khoa học và nghiên cứu viên truy cập vào đám mây dữ liệu của tập đoàn,

đồng thời ứng dụng các hàm phân tích có sẵn để tạo ra kết quả mong muốn. Điều này giải quyết được một vấn đề cực lớn cho các nhà khoa học, đó là làm thế nào để truy cập dễ dàng kho dữ liệu vệ tinh ngày càng nhiều cũng như cho phép họ dễ dàng tìm kiếm những bộ dữ liệu liên quan (Hình 4). Hệ thống sử dụng công nghệ điện toán mây cho phép đọc nhiều loại định dạng dữ liệu khác nhau, chia sẻ và tích hợp chúng lại. Nhờ đó, GEE không chỉ tạo ra một cơ sở hạ tầng với quy mô Petabyte, mà cả các hàm API, ngôn ngữ lập trình JavaScript và Python, giúp xử lý khá nhiều dữ liệu khác nhau, đồng thời có khả năng mở rộng ứng dụng với bộ mã lệnh API, giúp họ có thể tùy biến công cụ phục vụ nhiều mục đích khác nhau như tạo các apps ứng dụng chuyên ngành có chức năng như một webgis cơ bản để người sử dụng có thể dễ dàng tiếp cận thông tin hơn [21].

Sức mạnh của Earth Engine nằm ở khả năng tích hợp nhiều bộ dữ liệu khác nhau ở nhiều tỷ lệ và mốc thời gian khác nhau. Ví dụ, một dự án nghiên cứu đang đối mặt với khó khăn trong đánh giá biến động khu vực đất ngập nước khi sử dụng dữ liệu Landsat có độ phân giải không gian tương đối thấp. Với việc tích hợp cơ sở dữ liệu LiDAR cùng ảnh máy bay, Earth Engine đã giúp đánh giá các thay đổi về hiện trạng đất ngập nước và vùng nước ngập trên bộ dữ liệu có sẵn. Lợi ích mà Earth Engine mang đến không chỉ gói trong khả năng tích hợp, xử lý hàng loạt tập dữ liệu có độ phân giải khác nhau, trong trường hợp này là Sentinel-1, Sentinel-2, và Landsat-8, mà còn tính toán theo chuỗi thời gian nhằm tăng dày mật độ dữ liệu và khả năng nhận dạng các đối tượng dựa trên đặc điểm thay đổi của chúng theo thời gian. Những kết quả đó giúp các nhà khoa học giảm đi nỗi lo và giải quyết sự cố khi ảnh chụp bị mây một cách dễ dàng mà không cần phải tải tất cả các ảnh về như trước kia.

GEE được ứng dụng nhiều trong các nghiên cứu theo dõi hạn hán thông qua các chỉ số hạn hán hay các biến liên quan đến hạn hán như mưa nhiệt, ẩm và các chỉ số thực vật do có khả năng tiếp cận phân tích đa thời gian mà không phải sử dụng các phần mềm phức tạp hay chuẩn bị trước nhiều kiến thức chuyên môn sâu về viễn thám [20].

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

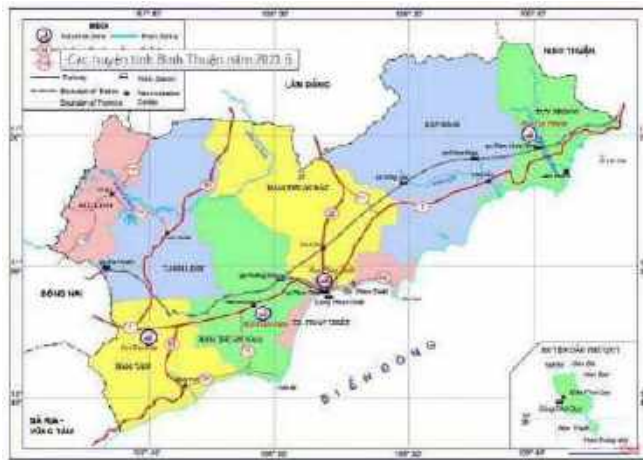
2.1. Khu vực nghiên cứu

Bình Thuận là tỉnh duyên hải cực Nam Trung Bộ Việt Nam, nằm trong khu vực chịu ảnh hưởng của địa bàn kinh tế trọng điểm phía Nam.

Bình Thuận là tỉnh có dãy đất bắt đầu chuyển hướng từ Nam sang Tây của phần còn lại của Việt Nam trên bản đồ hình chữ S, có tọa độ địa lý từ 10°33'42" đến 11°33'18" vĩ độ Bắc, từ 107°23'41" đến 108°52'18" kinh độ Đông. Phía Bắc của tỉnh Bình Thuận giáp với tỉnh Lâm Đồng,

phía Đông Bắc giáp tỉnh Ninh Thuận, phía Tây giáp tỉnh Đồng Nai, và phía Tây Nam giáp Bà Rịa-Vũng Tàu, ở phía Đông và Nam giáp Biển Đông với đường bờ biển dài 192 km.

Địa hình Bình Thuận chủ yếu là đồi núi thấp, đồng bằng ven biển nhỏ hẹp, địa hình hẹp ngang kéo theo hướng Đông Bắc - Tây Nam, phân hoá thành 4 dạng địa hình chính gồm đất cát và cồn cát ven biển chiếm 18,22%, đồng bằng phù sa chiếm 9,43%, vùng đồi gò chiếm 31,65% và vùng núi thấp chiếm 40,7% diện tích đất tự nhiên.



Hình 3. Bản đồ phạm vi nghiên cứu - tỉnh Bình Thuận

Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, nhiều nắng, nhiều gió, không có mùa đông, Bình Thuận là một trong những tỉnh khô hạn nhất cả nước. Khí hậu nơi đây phân hóa thành 2 mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa thường bắt đầu từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Nhưng trên thực tế mùa mưa chỉ tập trung vào 3 tháng 8, 9 và tháng 10, vì vậy mùa khô thường kéo dài. Trong những năm gần đây, tác động của biến đổi khí hậu đã làm diễn biến thời tiết thủy văn ngày càng phức tạp, biểu hiện ở nhiệt độ có xu hướng tăng, lượng mưa và dòng chảy mùa cạn giảm nhanh càng làm nguy cơ suy thoái nguồn nước, tăng khả năng, mức độ thiếu nước và hạn hán ở khu vực Bình Thuận, điển hình như các năm 1998, 2004, 2005, 2010, 2013, 2014, 2015, 2016, 2019 - 2020 [12].

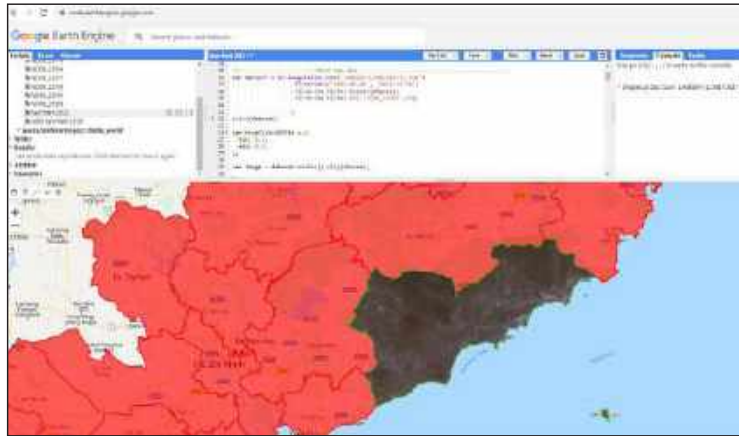
2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Các tác giả sử dụng các thuật toán lập trình ngôn ngữ JavaScript trên giao diện Code Editor để đưa dữ liệu ảnh vào nền tảng và tiến hành các bước xử lý, phân tích hiển thị và xuất kết quả.

Dữ liệu ảnh Landsat có sẵn trên công cụ GEE được thu thập, chuẩn hóa và tổ hợp theo năm (từ tháng 01 đến tháng 12) giai đoạn 2014 - 2021. Tập dữ liệu ảnh Landsat 8 Collection 2 với độ phân giải không gian 30 m đã được hiệu chỉnh khí quyển (USGS Landsat 8 Collection 2 Tier 1 TOA Reflectance) được lọc với độ che phủ mây dưới 10% trong thời gian từ 01/11 của năm trước đến 30/05 của năm sau trong giai đoạn từ 2014 đến 2021 và cắt theo ranh giới tỉnh Bình Thuận trên công cụ Code Editor của GEE. Chuỗi dữ liệu Landsat thu thập được sẽ được xử lý và là đầu vào cho việc tính toán các

chỉ số vật lý. Kết quả của tập hợp dữ liệu chỉ số vật lý được so sánh và đánh giá tương quan

với dữ liệu tính chỉ số khô hạn từ các trạm khí tượng.



Hình 4. Minh họa môi trường làm việc trong GEE với các tập ảnh

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Kết quả tính toán giá trị NDDI từ GEE cho thấy tại khu vực nghiên cứu giá trị NDDI có giá trị từ 1 - 12, giá trị trung bình của NDDI toàn khu vực nghiên cứu là 1,062. Theo phân tích của Charat t. 2009 [16], cho thấy NDDI càng

cao thì hạn hán càng nghiêm trọng hơn. Các tác giả đề xuất phân vùng hạn hán bằng giá trị NDDI, chia thành 5 cấp tương ứng với 5 mức độ hạn khác nhau và được sử dụng để thành lập các bản đồ giá trị NDDI cho các năm từ 2014 - 2020.

Bảng 1. Phân loại mức độ hạn hán dựa trên giá trị NDDI

TT	Giá trị NDDI	Phân loại	Hiện thị	Mã màu
1	<0.5	Không hạn hán		306EFF
2	0.5 - 2	Hạn hán nhẹ		82CAFF
3	2 - 4	Hạn hán trung bình		FFF380
4	4 - 6	Hạn hán nặng		F87431
5	>6	Hạn hán rất nặng		7E2217

Từ các kết quả cho thấy tình hình khô hạn thiếu nước trong mùa khô diễn ra ở nhiều nơi trong tỉnh; đặc biệt ở khu vực phía Trung và Nam bao gồm huyện Tuy Phong, Bắc Bình, TP. Phan Thiết, Hàm Thuận Nam, Hàm Tân và Thị xã La Gi nơi có NDDI cao 4 - 6. Trong các năm từ 2014 đến 2020, thì năm diễn ra hạn nặng nhất là 2016 do ảnh hưởng của El nino, đến năm 2018 hạn hán có xu hướng giảm nhưng kết quả cho năm 2019, 2020 lại tăng.

Kết quả phân loại ảnh viễn thám được so

sánh với chỉ số khô hạn K [12]. Chỉ số khô hạn K (xét theo tiêu chuẩn cán cân nước) của Nguyễn Trọng Hiệu là phù hợp nhất với tình hình khô hạn thực tế của địa phương. Chỉ số khô hạn K được tính toán theo công thức:

$$K_i = E/R_i$$

Trong đó: E_i là lượng bốc hơi Piche thời đoạn tính toán;

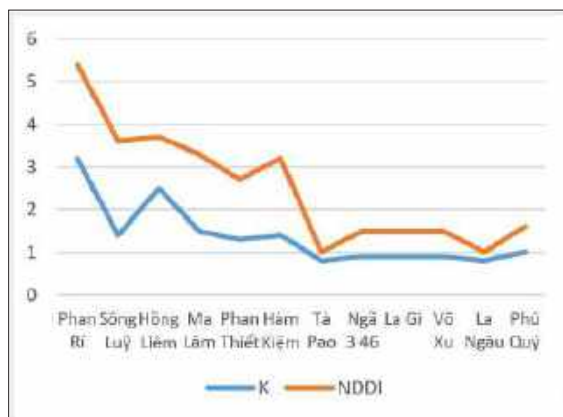
R_i là lượng mưa thời đoạn tính toán.

Bảng 2. Ngưỡng các chỉ tiêu khô hạn K [12]

Hệ số K	Khoảng giá trị
Ấm	$< 1,0$
Hơi khô	$1,0 \leq K \leq 2,0$
Khô hạn	$2,0 < K < 4,0$
Rất khô hạn	$K \geq 4$

Qua kết quả tính toán chỉ số khô hạn năm ở Bình Thuận phổ biến là 0,8 - 3,2 riêng ở Phan Rí (Tuy Phong) đạt trị số cao nhất là 3,2 (tương ứng với NDDI 5,4); Nơi có chỉ số khô hạn thấp hơn 0,9 là Ngã Ba 46, La Gi, Võ Xu,

Tà Pao và La Ngâu (tương ứng với NDDI thấp <1). Ở Bình Thuận, chỉ số khô hạn NDDI thấp dần từ Bắc vào Nam và từ vùng thấp lên vùng cao cũng tương ứng với tình hình mưa trên lưu vực.



Hình 5. Biểu đồ tương quan giữa chỉ số khô hạn K năm và chỉ số NDDI tại các trạm tỉnh Bình Thuận qua năm 2020

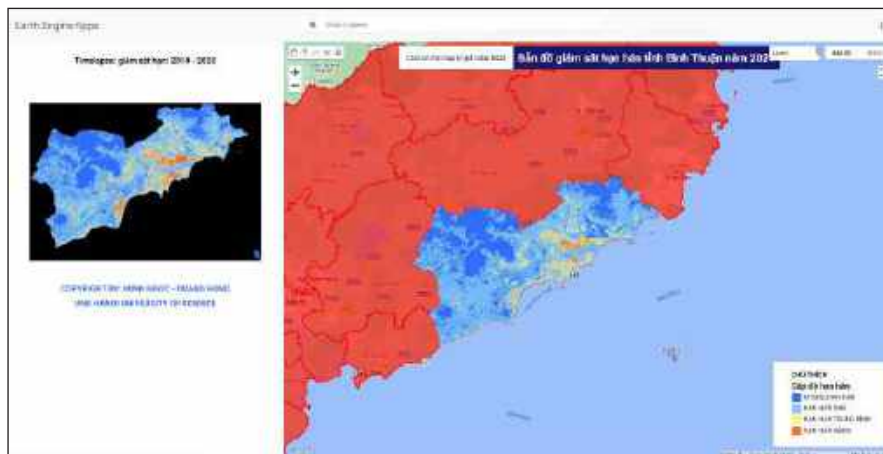
Thành lập ứng dụng theo dõi hạn hán tỉnh Bình Thuận năm 2021

Bộ tập hợp các bản đồ giá trị chỉ số khác biệt về hạn hán 2014 - 2020 được xây dựng vào trong timelapse và bố trí ở panel trái của ứng dụng. Ứng dụng được xây dựng với bản đồ nền là phân loại hạn hán tỉnh Bình Thuận năm 2021, có khả năng trích xuất chỉ số NDDI trong khu vực nghiên cứu bằng cách kích chuột vào bản đồ. Ứng dụng được truy nhập miễn phí thông qua link: <https://trinhminhngoc1.users.earthengine.app/view/hanhanbtnddi> thuận tiện cho nhiều người sử dụng với ví dụ quản lý nông nghiệp. Bản đồ phân bố khu vực hạn cho năm 2021 được thể hiện trong Hình 6. Kết quả cho thấy, khu vực có giá trị NDDI < 0,5 chủ yếu tập trung ở khu vực đồi núi phía Bắc bao gồm các huyện huyện Đức Linh, Tánh Linh, Hàm Tân, Hàm Thuận Bắc. Lượng mưa năm từ 2.000 - 2.400 mm, tổng nhiệt năm từ 9.000 - 9.800°C. Đất đai chủ yếu

là đất đỏ vàng trên đá phiến sét hoặc vàng nhạt trên đá cát. Vùng này nằm trong lưu vực sông La Ngà gồm gần như toàn bộ diện tích 2 huyện Đức Linh và Tánh Linh. Đây là vùng ảnh hưởng chủ yếu của khí hậu Đông Nam Bộ và Nam Tây Nguyên, có nền nhiệt độ thấp hơn, lượng mưa cao, đất đai khá tốt, thực vật tự nhiên với thảm rừng xanh lá nhiệt đới lạnh ẩm và các hệ thống cây trồng nông nghiệp phát triển phong phú. Khu vực có cấp độ hạn nặng (NDDI > 4) xuất hiện ở khu vực Hàm Thuận Nam, Phan Thiết và ven biển Nam Trung Bộ. Phần lớn các vùng này là khu vực sản xuất nông nghiệp, có tổng lượng nhiệt trung bình vào khoảng 8.500 - 9.800°C, tổng lượng mưa năm từ 1.000 - 1.600 mm. Do vậy, cần có hệ thống tưới và hồ chứa nước cho mùa khô. Đây cũng là vùng có chế độ mưa bắt đầu và kết thúc sớm. Khả năng trồng trọt là cây ăn quả nhiệt đới và cây công nghiệp ngắn ngày, dài ngày nhiệt đới. Cần chú ý trồng các đai rừng chắn gió

Tây khô nóng và giữ ẩm trong mùa khô. Vùng ven biển phía Đông Bắc, phạm vi bao gồm toàn bộ phần đồng bằng ven biển bao gồm huyện Bắc Bình, Tuy Phong và một phần nhỏ diện tích của huyện Hàm Thuận Bắc cũng nằm trong khu vực hạn nặng. Với tổng nhiệt năm lớn hơn 9.500°C, lượng mưa năm dưới 1.000 mm, vùng chịu ảnh hưởng chủ yếu của khí hậu ven biển Nam Trung Bộ, lượng mưa ít, thiếu ẩm và khô hạn, đất đai kém dinh dưỡng, thực vật nghèo nàn, có khoảng 50.000 ha đất cát ven biển khô hạn thiếu nước...

nhưng là vùng dồi dào năng lượng bức xạ, chứa đựng tiềm năng lớn về một vùng chuyên canh cây trồng và vật nuôi có năng suất cao khi giải quyết được nguồn nước tưới. Chỉ số ẩm ướt từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau khoảng từ 0,25 - 0,3. Theo nhóm tác giả, khu vực này thích ứng với việc trồng cây chịu hạn trên đất cát ven biển phòng chống cát bay, cát chạy phục vụ tắm biển và du lịch và nâng cao hiệu suất sử dụng đất hạn hán ven biển.



Hình 6. Giao diện ứng dụng theo dõi hạn hán năm 2021 tỉnh Bình Thuận

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã chứng minh chỉ số hạn NDDI đã thể hiện được các vùng hạn khác nhau trên địa bàn toàn tỉnh về cấp độ hạn. Kết quả tính toán, đánh giá chỉ số hạn NDDI sát với những năm hạn thực tế đã xảy ra trên địa bàn tỉnh Bình Thuận trong những năm gần đây và cho kết quả khá tương thích với chỉ số khô hạn K. Bình Thuận được xem là tỉnh khô hạn nhất cả nước chỉ sau Ninh Thuận, lượng mưa trung bình năm thấp, khả năng cung cấp nguồn nước trong mùa khô gặp rất nhiều khó khăn cho sản xuất; đặc biệt hạn thường gay gắt nhất vào những thời kỳ El- Nino mạnh; kết quả nghiên

cứu cho thấy các khu vực Tuy Phong, Bắc Bình, Hàm Thuận Bắc thường diễn biến hạn phức tạp. Việc xây dựng bản phân vùng hạn hán bằng GEE chưa thể hiện hết tác động của hạn hán ở các vùng. Để xây dựng bản đồ sát với tình hình diễn biến hạn tại các vùng, tiểu vùng cần xem xét một cách tổng hợp các loại hạn: Hạn khí tượng, hạn nông nghiệp và hạn thủy văn cùng các chỉ số khí tượng, thủy văn và thổ nhưỡng khác. Từ đó có thể sử dụng để đánh giá và giám sát hạn hán trên phạm vi toàn tỉnh. Bản đồ phân vùng hạn hán bằng GEE là cơ sở có thể áp dụng vào trong công tác dự báo, cảnh báo hạn sớm hiệu quả trên địa bàn tỉnh.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

1. Đỗ Thị Ngọc Ánh, Nguyễn Quang Phi, Nguyễn Hoàng Sơn (2017), "Nghiên cứu phương pháp cảnh báo hạn nông nghiệp hạ lưu sông Cù", Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường, số 56, tr. 24-30.
2. Lê Huy Bá (Chủ biên) (2017), *Khô hạn, xâm nhập mặn ở đồng bằng sông Cửu Long – Cơ sở lý luận*

và thực tiễn. Nhà xuất bản Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

3. Nguyễn Lập Dân, Nguyễn Đình Kỳ, Vũ Thị Thu Lan (2012), *Quản lý hạn hán, sa mạc hóa vùng Nam Trung Bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu*, Sách chuyên khảo. Nhà xuất bản Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
4. Vũ Thanh Hằng và cộng sự (2010), "*Dự tính sự biến đổi của hạn hán ở Miền Trung thời kỳ 2011-2050 sử dụng kết quả của mô hình khí hậu khu vực RegCM3*", *Tạp chí Khoa học Đại học quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 27, số 3S, tr. 21-31.
5. Nguyễn Trọng Hiệu, Nguyễn Văn Thắng, Phạm Thị Thanh Hương (2010), "*Tác động của biến đổi khí hậu đến hạn hán trên các vùng khí hậu ở Việt Nam*", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 598, tr. 21-25.
6. Huỳnh Thị Thu Hương, Võ Quang Minh và Lê Anh Tuấn (2016), "*Ứng dụng ảnh viễn thám MODIS trong phân vùng canh tác lúa có ảnh hưởng đến điều kiện khô hạn và ngập lũ khu vực đồng bằng sông Cửu Long*", *Tạp chí khoa học trường Đại học Cần Thơ*, số 45, tr. 52-65. DOI:10.22144/ctu.jvn.2016.511.
7. Nguyễn Quang Kim (2008), *Giám sát và cảnh báo sớm hạn hán*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
8. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2003), *Hạn hán và hoang mạc hóa ở Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
9. Nguyễn Tùng Phong (chủ biên) (2019), *Quản lý hạn hán tổng hợp vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
10. Trần Thực và cộng sự (2008), *Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên*, Báo cáo tổng kết đề án, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.
11. Trương Đức Trí (2016), *Nghiên cứu hạn hán ở khu vực Nam Trung Bộ trong điều kiện biến đổi khí hậu, kết quả dự tính và giải pháp ứng phó*, Luận án tiến sĩ Khoa học môi trường, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
12. Phan Văn Tân và cộng sự (2010), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*. Báo cáo Tổng kết đề tài KC08.29/06-10. Bộ Khoa học và Công Nghệ.
13. Nguyễn Hồng Trường, Trần Văn Hưng, Từ Thị Năm (2022), *Nghiên cứu ứng dụng chỉ số khô hạn K đánh giá mức độ hạn hán trên địa bàn tỉnh Bình Thuận*, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 734, tr. 39-49.
14. <https://baobinhthuan.com.vn/hoi-thao-phan-vung-kho-han-va-giam-sat-han-han-98122.html>.

Tiếng Anh

15. A. Gulácsi, F. Kovács (2018), *Drought monitoring of forest vegetation using MODIS-based normalized difference drought index in Hungary*. Published 31 March 2018. Environmental Science, Mathematics
16. Álvaro Pimpão Silva (2015), "*An analysis and comparison of SPI and VHI for drought monitoring: result for mainland Portugal*", *Conference: Satellite Applications: Drought and Crop Monitoring*. November. DOI: 10.13140/RG.2.1.2223.2402
17. Charat, M. et al (2006), "*Analyzing Spatial Pattern of Drought in the Northeast of Thailand using Multi-Temporal Standardized Precipitation Index (SPI)*", https://www.researchgate.net/publication/267771134_Analyzing_Spatial_Pattern_of_Drought_in_the_Northeast_of_Thailand_using_Multi-Temporal_Standardized_Precipitation_Index_SPI.
18. Diego Renza et al (2010), *Drought Estimation Maps by Means of Multidate Landsat Fused Images*. Remote Sensing for Science, Education, Rainer Reuter (Editor) and Natural and Cultural Heritage EARSeL.
19. Phan Van Tan et al. (2022), "*Drought over Southeast Asia and Its Association with Large-Scale Drivers*. *American Meteorological Society*", *Journal of Climate*, Volume 35: Issue 15, pp. 4959-4978
20. WMO and GWP (2010), *Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs)*. *Integrated Drought Management Programme (IDMP)*. Integrated Drought Management Tools and

Guidelines Series 2, Gêna, no.1173.

21. <https://earthengine.google.com/>

22. <https://www.gisagmaps.com/nddi-drought-assessment/>

AN APPLICATION OF USING GOOGLE EARTH ENGINE PLATFORM TO BUILT DROUGHT ZONING MAP FOR BINH THUAN PROVINCE

Trinh Minh Ngoc, Nguyen Quang Hung
VNU Hanoi University of Science

Received: 27/10/2022; Accepted: 21/11/2022

Abstract: *The study uses the cloud-based platform Google Earth Engine (GEE) to build a map of drought severity in Binh Thuan province from 2014 to 2020, based on the calculation of the drought difference index NDDI - 2020 (Normalized Difference Drought Index). From the research showed that drought and lack of water in the dry season occurs in many places in the province; regularly out in Tuy Phong, Bac Binh and districts of Phan Thiet City, Ham Thuan Nam, Ham Tan and La Gi Town, where the NDDI index is high from 4 to 6, drought level tends to increase especially severely in 2016. Applying Google Earth Engine platform to monitor drought drought on the basis of NDDI index classification of Binh Thuan province in 2021.*

Keywords: *Drought, NDDI, Google Earth Engine, Binh Thuan province.*

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CẢNH BÁO CỦA HỆ THỐNG VNFFGS QUA CÁC TRẬN LŨ QUÉT XẢY RA TẠI YÊN BÁI VÀ SƠN LA

Lương Hữu Dũng, Hoàng Minh Tuyển, Ngô Thị Thủy, Văn Thị Hằng, Doãn Huy Phương
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 19/10/2022; ngày chuyển phản biện: 20/10/2022; ngày chấp nhận đăng: 17/11/2022

Tóm tắt: Bài báo phân tích và đánh giá những kết quả chính của hệ thống VNFFGS hiện đang được vận hành ở Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, trong cảnh báo một số trận lũ quét điển hình thời gian gần đây. Việc đánh giá được thực hiện dựa trên phân tích tổng hợp dữ liệu thực tế và sản phẩm của hệ thống VNFFGS như số liệu mưa; đặc trưng của lưu vực; khu vực bị ảnh hưởng; ngưỡng mưa định hướng sinh lũ quét; độ ẩm đất tại các tiểu lưu vực. Nguyên nhân và đặc trưng của các trận lũ quét được phân tích kỹ hơn. Khả năng ứng dụng và giải pháp nhằm cải thiện chất lượng hệ thống cũng được đề xuất trong bài báo.

Từ khóa: Lũ quét, FFG, VNFFGS.

1. Mở đầu

Hệ thống cảnh báo lũ quét dựa theo ngưỡng mưa định hướng có khả năng sinh lũ quét (The Flash Flood Guidance System- FFGS) được thiết kế và phát triển bởi Trung tâm nghiên cứu Thủy văn (HRC) ở San Diego, California, Mỹ. FFGS được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Mục đích chính của FFGS là cung cấp cho các nhà dự báo thủy văn và cơ quan quản lý thiên tai các thông tin thời gian thực ngưỡng mưa định hướng có khả năng sinh lũ quét liên quan đến mối đe dọa của lũ quét ở một khu vực nào đó. FFGS cung cấp các sản phẩm cần thiết để hỗ trợ phát triển các hệ thống cảnh báo cho lũ quét do mưa thông qua việc sử dụng lượng mưa đo từ xa (ví dụ, Radar và các ước tính lượng mưa dựa trên vệ tinh) và mô hình thủy văn.

Thông qua dự án “Điều tra, khảo sát, phân vùng và cảnh báo khả năng xuất hiện lũ quét ở miền núi Việt Nam, giai đoạn 2 - Khu vực Miền Trung và Tây Nguyên” [2], Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu đã phối hợp với HRC xây dựng Hệ thống cảnh báo lũ quét dựa trên cách tiếp cận lượng mưa định hướng có khả năng sinh lũ quét cho riêng Việt Nam (VNFFGS). Với yêu cầu hệ thống phải được mở một phần và

các tiểu lưu vực trong hệ thống phải được phân chia chi tiết hơn nữa để chủ động trong việc cảnh báo cũng như phù hợp với đặc điểm sinh lũ quét, đối với khu vực các tỉnh miền núi phía Bắc, các tiểu lưu vực sẽ có diện tích lớn nhất là 30 km², miền Trung và Tây Nguyên chi tiết hơn, khoảng 10 km². Từ năm 2017, hệ thống VNFFGS được đưa vào hoạt động, do Trung tâm nghiên cứu Thủy văn và Hải văn chịu trách nhiệm tác nghiệp và ra bản tin cảnh báo hàng ngày khi dự báo có mưa lớn. Hệ thống phục vụ khá hiệu quả trong công tác cảnh báo lũ quét của Việt Nam.

Từ đó đến nay, VNFFGS đã trải qua 5 năm tác nghiệp, cần có đánh giá công tác cảnh báo lũ quét thông qua các trận lũ quét thực tế đã xảy ra, để có cơ sở nâng cấp, hoàn thiện hệ thống. Chính vì thế, bài báo này sẽ trình bày, phân tích một số trận lũ quét điển hình trong thực tế đã xảy ra, trên cơ sở đó kết hợp với các sản phẩm cảnh báo từ hệ thống VNFFGS để đánh giá, chỉ ra các nguyên nhân dẫn đến sai số trong công tác cảnh báo nhằm tạo tiền đề cho việc nâng cấp và hoàn thiện hệ thống cảnh báo trong tương lai.

2. Số liệu và thông tin phục vụ đánh giá

2.1. Các số liệu đầu vào cho hệ thống

Nhìn chung, hệ thống VNFFGS sử dụng số liệu mưa dự báo bằng mô hình số trị WRF và số liệu mưa thực tế đo đạc tại các trạm đo mưa.

Liên hệ tác giả: Lương Hữu Dũng
Email: dungluonghuu@gmail.com

Trong mùa mưa lũ, thông tin dự báo lượng mưa trên cả nước dưới dạng ô lưới 9 x 9 km được cung cấp một ngày 2 lần/ngày lúc 00 h và 12 h UTC với lượng mưa dự báo mưa 1 h, 3 h, 6 h và 24 h. Sản phẩm của hệ thống VNFFGS gồm có: Bản đồ mưa dự báo FMAP (Forecast Mean Areal Precipitation); Bản đồ độ ẩm trung bình lưu vực (ASM) được tính từ mô hình Sacramento cho từng tiểu lưu vực; Bản đồ ngưỡng mưa định hướng có khả năng sinh lũ quét FFG, cung cấp giá trị FFG trong 1 h, 3 h và 6 h cho các tiểu lưu vực; Bản đồ cảnh báo nguy cơ lũ quét dựa trên FFFT (Forecasted Flash Flood Threat) phân thành các cấp.

2.2. Thông tin các trận lũ quét điển hình đã xảy ra

Hai trận lũ quét điển hình được lựa chọn trong bài báo này đã xảy ra ở khu vực huyện Mù Cang Chải, tỉnh Yên Bái và khu vực huyện Mường La, tỉnh Sơn La vào năm 2017. Hai trận lũ quét này đã được Trung tâm nghiên cứu Thủy văn và Hải Văn đi điều tra khảo sát thực địa ngay sau khi xảy ra. Do đó, các thông tin, số liệu về mưa, đặc điểm lưu vực, sông suối và địa hình nơi xảy ra lũ quét được thu thập khá đầy đủ để phân tích đánh giá.

Thông tin cụ thể được trình bày trong Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Thông tin trận lũ quét đã xảy ra tại Yên Bái và Sơn La

Năm	Ngày	Địa điểm xảy ra trận lũ quét			Ghi chú
		Xã	Huyện	Tỉnh	
2017	3/8	Thị trấn Mù Cang Chải	Mù Cang Chải	Yên Bái	Theo thống kê, khoảng 32 ngôi nhà của dân đã bị cuốn trôi và sập hoàn toàn, 15 nhà bị sạt lở, bị ngập. Tổng thiệt hại ước tính khoảng 150 tỷ đồng.
			Mường La	Sơn La	Gây thiệt hại lớn về người, nhà cửa, công trình, tài sản, cây cối, hoa màu của nhân dân trên địa bàn huyện, ước tính thiệt hại 461 tỷ đồng.

3. Đánh giá hiệu quả cảnh báo lũ quét trên cơ sở phân tích, so sánh và đánh giá việc sử dụng hệ thống VNFFGS với một số trận lũ quét điển hình đã xảy ra

3.1. Phân tích diễn biến các trận lũ quét ở 2 tỉnh Yên Bái và Sơn La

a) Trận lũ quét tại Mù Cang Chải

Qua khảo sát thực địa tại Mù Cang Chải cho thấy, con suối Kim Nọi xảy ra lũ quét vốn là con suối cạn, nhiều nhà dân đã sinh sống làm nhà ven và trong lòng suối cổ lâu năm. Cấu tạo địa chất ở đây chủ yếu đất xen lẫn đá, bờ rời là tàn tích của những trận lũ quét xa xưa.

Theo thông tin của dân sống ở vùng thượng lưu ngọn suối (bản Kim Nọi), cho biết từ nửa đêm về sáng ngày 3/8/2017 mưa rất lớn. Lượng mưa đo tại một số trạm phía thượng lưu từ 1 h - 7 h ngày 3/8/2017 như Khau Phạ là 116 mm, Ngã Ba Kim 100 mm đã minh chứng điều này.

Tổng lượng mưa trong tháng 7 tại trạm Mù Cang Chải khá lớn, lên tới 513,5 mm đã làm cho đất đá bão hòa nước và bờ rời.

Cách vị trí dòng suối đổ vào suối Nậm Kim về phía thượng lưu khoảng 600 m, hai bên bờ suối là vách đá dựng đứng, bề rộng chỉ khoảng 7 - 8 m. Từ đây nón phóng vật bắt đầu phát triển, lòng suối mở rộng dần. Đây chính là điểm nghẽn dòng, cây cối, đất đá trôi xuống, tạo nên đập tạm thời, hình thành nên bể chứa nước tự nhiên phía trữ nước mưa. Khi lượng nước đủ lớn phá vỡ đập tạm, đổ toàn bộ khối nước từ trên xuống đột ngột, cuốn theo nhiều đất đá bờ rời của lòng suối cổ do mưa nhiều ngày xuống hạ du, quét sạch nhà cửa, cây cối dọc đường đi. Đoạn suối bị tàn phá chỉ kéo dài khoảng 500 - 600 m.

Nhìn chung, với diện tích lưu nhỏ (< 5 km²) khó có thể tạo nên một lượng nước lớn đổ xuống hạ du trong thời gian ngắn gây ra lũ quét

mà do mưa lớn cục bộ, khe suối hẹp đã gây tắc nghẽn dòng chảy tạo nên hồ nước tự nhiên ở thượng nguồn. Chính “quả bom” nước này sau khi vỡ đã kích hoạt hiệu ứng Domino gây ra lũ quét.

b) Trận lũ quét tại Mường La

Trận lũ quét xảy ra trên suối Nậm Păm, huyện Mường La kéo dài trên 10 km dọc suối từ trung tâm xã Nậm Păm về đến Ít Ong.

So sánh với suối Kim Nọi, diện tích lưu vực suối Nậm Păm lớn gấp gần 24 lần và chiều dài lòng suối bị lũ quét tàn phá cũng gấp 20 lần, cho thấy quy mô trận lũ quét ở Mường La lớn hơn nhiều. Lượng mưa đo được tại Mường La trong 12 giờ từ 19 h ngày 2/8 đến 7 h ngày 3/8/2017 là 115 mm, tương đương với lượng mưa tại Khau Phạ 116 mm, Ngã Ba Kim 100 mm (gần lưu vực suối Kim Nọi). Như vậy, với lượng mưa, cường độ cao diện tích lưu vực khá lớn, độ dốc lưu vực và độ dốc lòng sông lớn đã tích tụ một lượng nước là động lực cho lũ quét. Đi dọc dòng suối Nậm Păm về Ít Ong, thấy có 3 vị trí có mặt cắt dòng suối diện tích mặt cắt bị co hẹp từ 25 - 80%.

- Vị trí thứ 1. Đoạn suối chảy qua bản Hốc, tại đây thung lũng sông thu hẹp, bên phải là những khối núi đá sét vôi vách dựng đứng, bên trái thoải hơn, lòng thung lũng dạng chữ V lệch. Diện tích mặt cắt ướt ước tính đến độ cao vết lũ bị co hẹp đến 25%.

- Vị trí thứ 2. Phía trên bản Nà Lốc khoảng 300 m. Tại đây thung lũng giữa núi thu hẹp đột ngột, hai bên là vách núi dựng đứng, lòng thung lũng dạng chữ V, đáy suối có chiều ngang khoảng 5 - 10 m. Diện tích mặt cắt ướt bị thu hẹp đến 80%.

- Vị trí thứ 3. Chính là cầu Nậm Păm. Đường dẫn lên cầu, mố cầu 2 bên và trụ cầu đã thu hẹp diện tích mặt cắt ướt của dòng chảy khoảng 55 - 60%. Dòng nước lũ của suối Nậm Păm trước khi qua cầu Nậm Păm lại được bổ sung một lượng nước rất lớn từ nhánh suối Nậm Toong bên tay phải. Chính tổ hợp lũ lớn hai nhánh, gặp điểm tắc nghẽn là cầu Nậm Păm, dòng nước đã phá vỡ mố cầu để xuôi về hạ du.

Nguyên nhân gây ra lũ quét suối Nậm Păm có thể tóm lược như sau:

- Lượng mưa lớn, cục bộ và tập trung cộng

với địa hình dốc, độ che phủ thảm thực vật kém, lũ tập trung nhanh, tốc độ lớn.

- Nước lũ từ các sườn dốc trên lưu vực, với độ dốc thường trên 25°, dồn xuống lòng dẫn, kéo theo đất đá bờ rời, trượt lở đất đá, cây cối cuốn trôi theo dòng nước làm tắc nghẽn dòng chảy làm dâng nước ở những nơi địa hình co hẹp tự nhiên hoặc do con người tạo nên các hồ tự nhiên tạm thời. Khi lượng nước vượt quá sức chịu đựng của các đập bồi tự nhiên này đã gây nên hiệu ứng vỡ đập từ thượng lưu phá tiếp các đập bồi ở hạ lưu gây lũ quét tàn phá suốt cả đoạn suối dài trên 10 km. Về đến Ít Ong gặp cầu Nậm Păm, với lượng nước rất lớn đổ dồn làm tắc nghẽn, gây tràn, ngập rộng và phá vỡ mố cầu để thoát nước về sông Đà.

Tóm lại, hai trận lũ quét xảy ra vào rạng sáng ngày 3/8/2017 ở Mù Cang Chải và Mường La đều có nguyên nhân từ mưa lớn cục bộ kết hợp với nghẽn dòng là loại hình lũ miền núi thường phát sinh ở các khu vực có nhiều trượt lở ven sông, suối, địa hình chia cắt [1].

3.2. Phân tích các sản phẩm cảnh báo từ hệ thống VNFFGS cho các trận lũ quét đã xảy ra tại Mù Cang Chải và Mường La trong đợt mưa lũ từ 31/7/2017 đến 3/8/2017

1) Cảnh báo lũ quét khu vực Mù Cang Chải

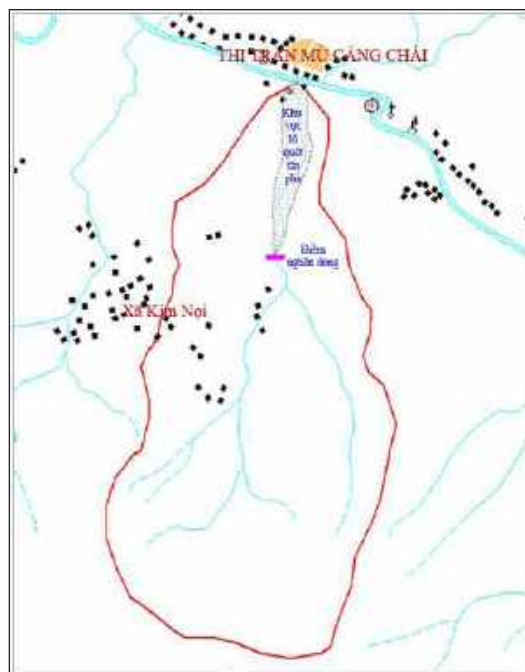
Trên cơ sở nhận định mưa của các tỉnh Bắc Bộ, theo thông tin mưa dự báo từ mô hình số trị của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Trung tâm Nghiên cứu Thủy văn và Hải văn đã thực hiện cảnh báo nguy cơ lũ quét cho các huyện có nguy cơ xảy ra lũ quét theo các mức và với hạn thời gian cảnh báo 6 h, một ngày cung cấp 4 bản tin: 1 h, 7 h, 13 h, 19 h.

Trận lũ quét xảy ra tại thị trấn Mù Cang Chải, thực chất xảy ra ở một nhánh suối nhỏ có diện tích lưu vực khoảng 5 km², đổ vào suối Nậm Kim tại thị trấn Mù Cang Chải bên bờ trái (Hình 2).

Lượng mưa đo được tại trạm gần nơi xảy ra lũ quét khá nhỏ. Tại trạm Mù Cang Chải, tổng lượng mưa 3 ngày trước thời điểm xảy ra lũ quét khoảng 70 mm, và lượng mưa trong 6 h từ 1 h - 7 h ngày 3/8 là thời gian xảy ra lũ quét là 36 mm (xem Hình 1).



Hình 1. Diễn biến lượng mưa quan trắc được ở trạm Mù Cang Chải



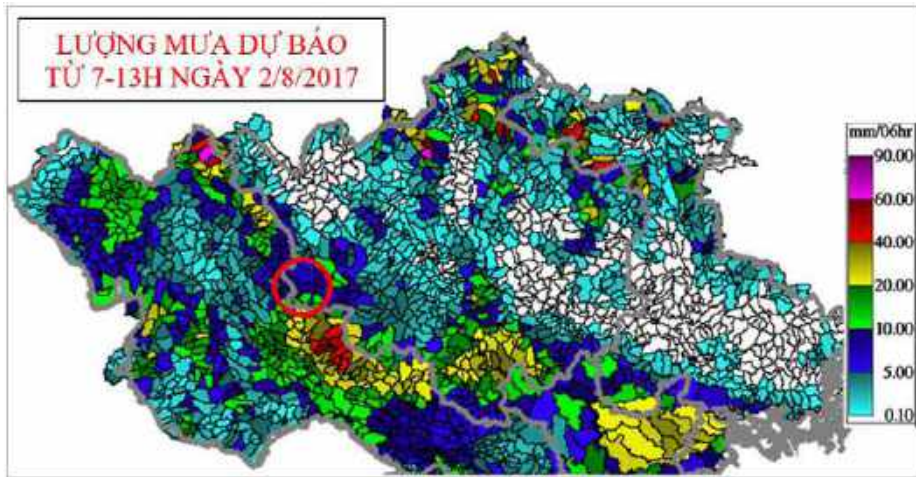
Hình 2. Sơ đồ vị trí lưu vực xảy ra lũ quét ở Mù Cang Chải

So sánh giữa lượng mưa dự báo và thực tế cho thấy, từ 1 h - 7 h ngày 2/8/2017: Có mưa nhỏ trên địa bàn Mù Cang Chải, với lượng mưa tích lũy 6 h là 9 mm, mưa dự báo trong 6 h tới 7 h - 13 h ngày 2/8/2017 trong khoảng từ 5 - 20 mm, thực tế mưa tại Mù Cang Chải là 5 mm. Lượng mưa dự báo trong 6 h tiếp theo, từ 13 h - 19 h ngày 2/8/2017 trong khu vực dao động trong khoảng <5 mm, thực tế đo được 27 mm (xem Hình 3, Hình 4).

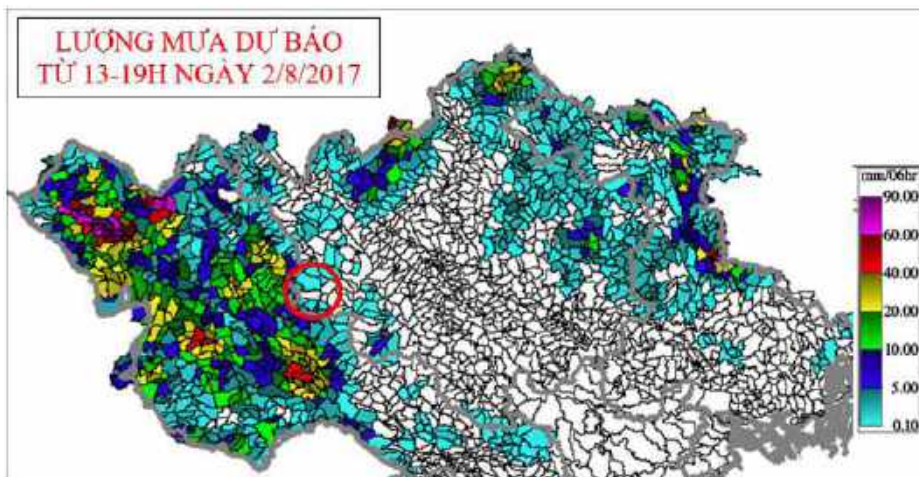
Lượng mưa dự báo trong 6 h tiếp theo, từ

19 h ngày 2/8/ đến 1 h ngày 3/8/2017 trong khu vực < 5 mm, thực tế đo được 1 mm. Lượng mưa dự báo trong 6 h tiếp theo, từ 1 h - 7 h ngày 3/8/2017 trong khu vực 10 - 40 mm, thực tế đo được 36 mm (xem Hình 5, Hình 6).

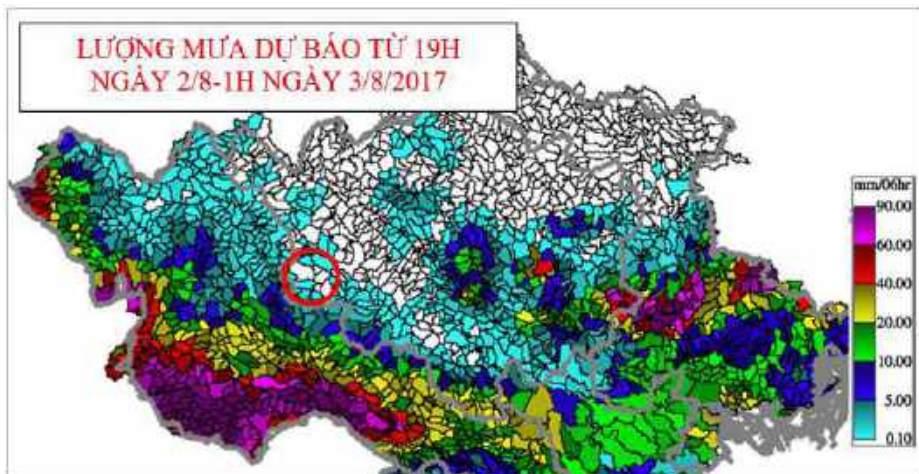
Trong khi đó, liên tục mấy ngày trước có mưa, cả khu vực hầu như đất bão hòa nước. Giá trị FFG trong 6 giờ, liên tục duy trì ở mức thấp từ 10 - 50 mm, khả năng xuất hiện lũ quét dễ xảy ra (xem Hình 7).



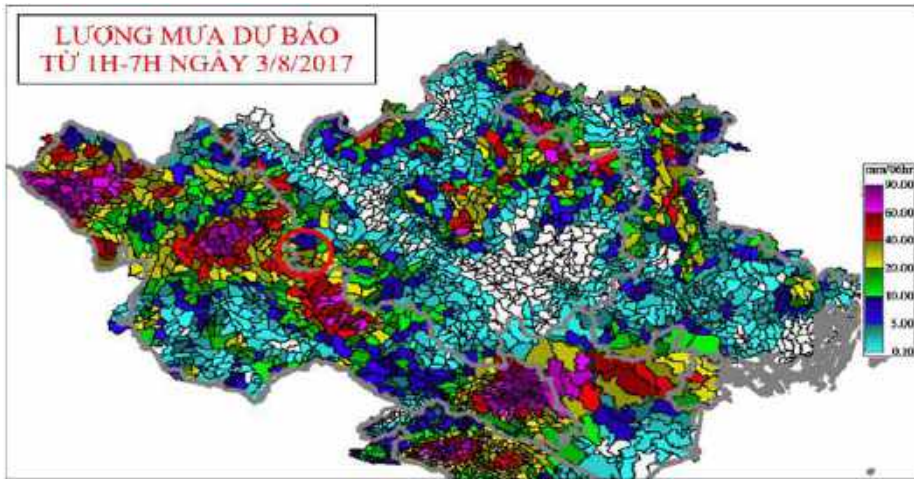
Hình 3. Bản đồ lượng mưa dự báo từ 7 - 13 h ngày 2/8/2017 khu vực Mù Cang Chải, Yên Bái



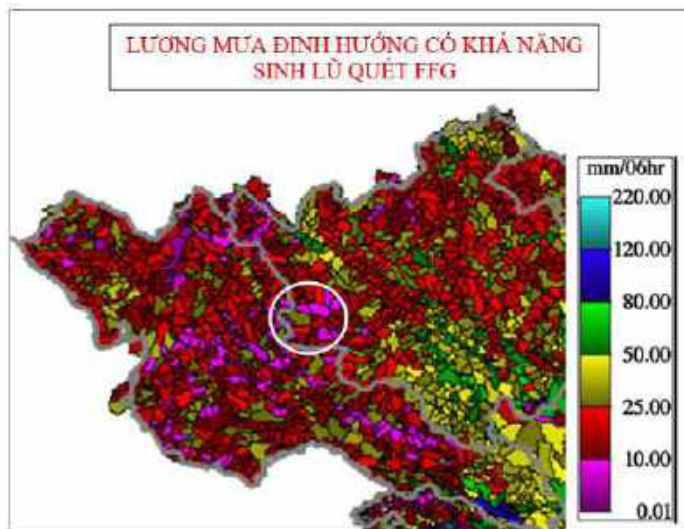
Hình 4. Bản đồ lượng mưa dự báo từ 13 - 19 h ngày 2/8/2017 khu vực Mù Cang Chải, Yên Bái



Hình 5. Bản đồ lượng mưa dự báo từ 19 h ngày 2/8 đến 1 h ngày 3/8/2017 khu vực Mù Cang Chải, Yên Bái



Hình 6. Bản đồ lượng mưa dự báo từ 1 - 7 h ngày 3/8/2017 khu vực Mù Cang Chải, Yên Bái



Hình 7. Bản đồ lượng mưa định hướng có khả năng sinh lũ quét (FFG) khu vực Mù Cang Chải

Bảng 2. Tổng hợp bản tin cảnh báo lũ quét tỉnh Yên Bái

Thời gian	Lượng mưa đo tại Mù Cang Chải (mm)	Lượng mưa dự báo khu vực Mù Cang Chải (mm)	Cảnh báo nguy cơ lũ quét	Huyện	Ghi chú
7 h ÷ 13 h 2/8/2017	5	10 - 20	Cao	Mù Cang Chải, Trạm Tấu	
13 h ÷ 19 h 2/8/2017	27	< 5	Trung Bình	Mù Cang Chải	
19 h 2/8 ÷ 1 h 3/8/2017	1	< 5	Trung Bình	Mù Cang Chải và Yên Bình	
1 h ÷ 7 h 3/8/2017	36	5 - 40	Cao	Mù Cang Chải, Lục Yên, Văn Yên, Trấn Yên, Trạm Tấu, Văn Chấn và Yên Bình.	Khoảng thời gian xảy ra trận lũ quét ở Mù Cang Chải

Bảng 2 đưa ra các thông tin chính tổng hợp từ 4 bản tin cảnh báo lũ quét tương ứng với các obs cảnh báo 1 h, 7 h, 13 h, 19 h. Từ Bảng 2, có thể thấy cảnh báo nguy cơ “Cao” rơi vào các obs 1 h 3/8/2017 và 7 h 2/8/2017 và cảnh báo nguy cơ “Trung Bình” rơi vào các obs 13 h 2/8/2017 và 19 h 2/8/2017. Trong thực tế, trận lũ quét đã xảy ra vào khoảng thời gian từ 1 h sáng đến 7 h sáng 3/8/2017, trong khi đó, kết quả cảnh báo từ bản tin lũ quét cho nguy cơ “Cao” vào khoảng thời gian này. Như vậy, điều này cho thấy khả năng cảnh báo lũ quét của hệ thống phần mềm

cảnh báo lũ quét của IMHEN (VNOFFG) là khá phù hợp đối với điều kiện thực tế ở Việt Nam.

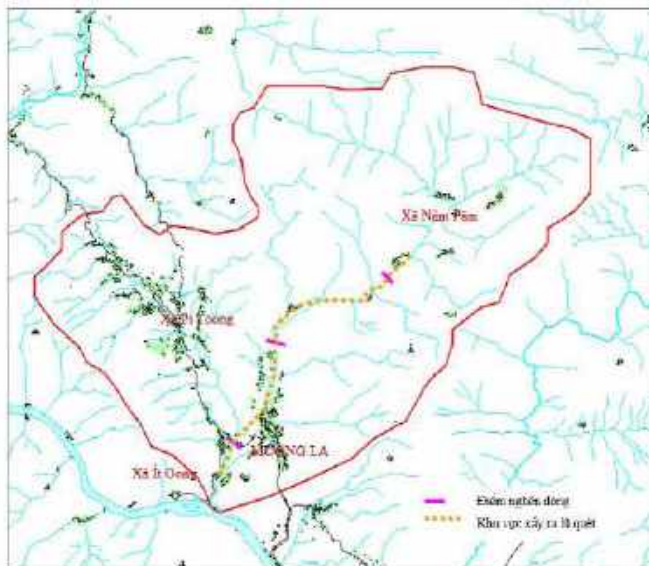
2) Cảnh báo lũ quét khu vực Mường La

Trận lũ quét xảy ra tại thị trấn Ít Ong, Mường La, tỉnh Sơn La trên suối Nậm Pằm, với diện tích lưu vực khoảng 118 km² (Hình 9).

Lượng mưa đo được tại trạm Mường La, hạ lưu suối Nậm Pằm 3 ngày trước thời điểm xảy ra lũ quét khoảng 80 mm. Mưa chủ yếu tập trung vào trong thời khoảng 12 giờ, từ 19 h ngày 2/8 đến 7 h ngày 3/8/2017, tổng lượng mưa lên tới 115 mm (xem Hình 8), gây lũ quét trên suối này.



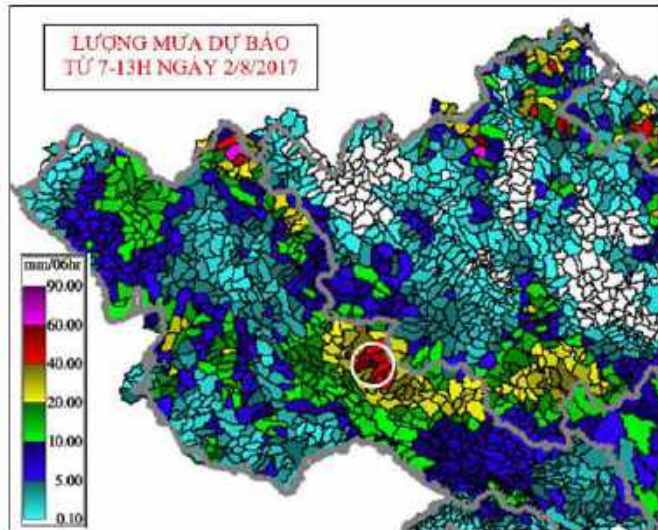
Hình 8. Diễn biến lượng mưa quan trắc được ở trạm Mường La



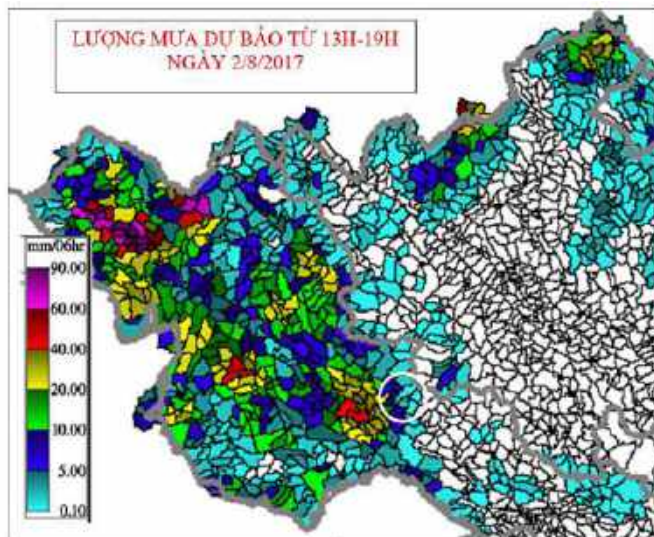
Hình 9. Sơ đồ vị trí lưu vực xảy ra lũ quét ở Mường La

So sánh giữa lượng mưa dự báo và thực tế cho thấy, từ 1 h - 7 h ngày 2/8/2017: Hầu như không có mưa trên địa bàn Mường La, mưa dự báo trong 6 h tới 7 h - 13 h ngày 2/8/2017 trong khoảng từ 40 - 60 mm, thực tế mưa tại

Mường La là 3 mm. Lượng mưa dự báo trong 6 h tiếp theo, từ 13 h - 19 h ngày 2/8/2017 trong khu vực dao động trong khoảng 0 - 10 mm, thực tế đo được 4 mm (xem Hình 10, Hình 11).



Hình 10. Bản đồ lượng mưa dự báo từ 7 - 13 h ngày 2/8/2017 khu vực Mường La, Sơn La

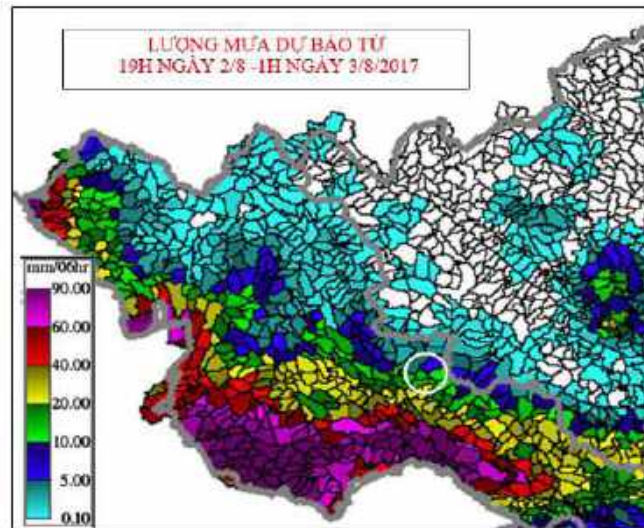


Hình 11. Bản đồ lượng mưa dự báo từ 13 - 19 h ngày 2/8/2017 khu vực Mường La, Sơn La

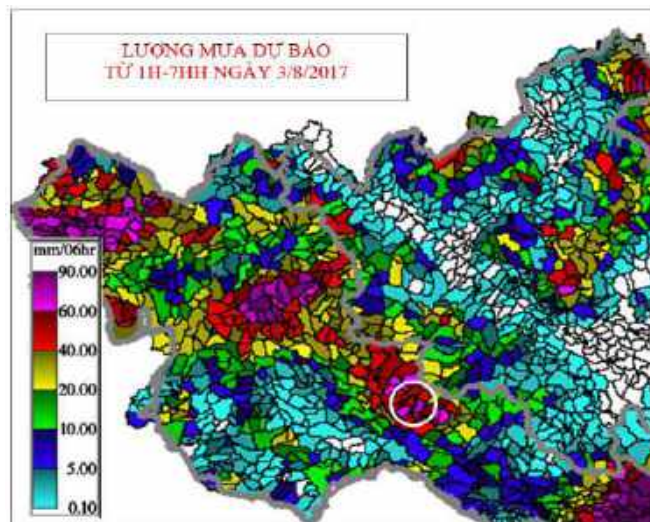
Lượng mưa dự báo trong 6 h tiếp theo, từ 19 h ngày 2/8/ đến 1 h ngày 3/8/2017 trong khu vực 10 - 40 mm, thực tế đo được 50 mm. Lượng mưa dự báo trong 6 h tiếp theo, từ 1 h - 7 h ngày 3/8/2017 trong khu vực 40 - 90 mm, thực tế đo được 65 mm (xem Hình 12,

Hình 13).

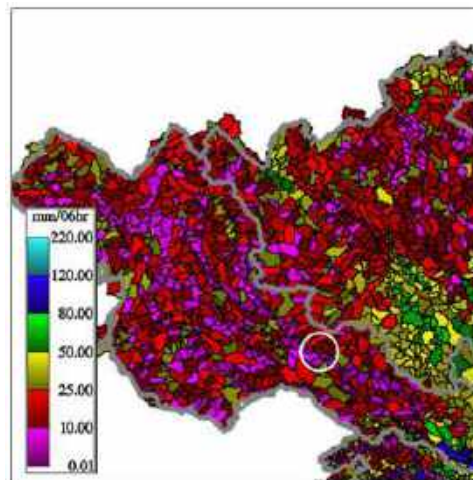
Trong khi đó, liên tục mấy ngày trước có mưa, cả khu vực hầu như đất bão hòa nước. Giá trị FFG trong 6 giờ, liên tục duy trì ở mức thấp từ 10 - 25 mm, khả năng xuất hiện lũ quét dễ xảy ra (xem Hình 14).



Hình 12. Bản đồ lượng mưa dự báo từ 19 h ngày 2/8 đến 1 h ngày 3/8/2017 khu vực Mường La, Sơn La



Hình 13. Bản đồ lượng mưa dự báo từ 1 - 7 h ngày 3/8/2017 khu vực Mường La, Sơn La



Hình 14. Bản đồ lượng mưa định hướng có khả năng sinh lũ quét (FFG) khu vực Mường La

Bảng 3. Tổng hợp bản tin cảnh báo lũ quét tỉnh Sơn La

Thời gian	Lượng mưa đo tại Mường La (mm)	Lượng mưa dự báo khu vực Mường La (mm)	Cảnh báo nguy cơ lũ quét	Huyện	Ghi chú
7 h ÷ 13 h 2/8/2017	5	40 - 60	Cao	Mường La, Quỳnh Nhai, Thuận Châu, Bắc Yên, Phù Yên, Mộc Châu, Yên Châu, Mai Sơn, Sông Mã, Sốp Cộp và Vân Hồ	
13 h ÷ 19 h 2/8/2017	4	0 - 10	Trung Bình	Mường La, Quỳnh Nhai, Thuận Châu, Bắc Yên, Mai Sơn, Sông Mã và Sốp Cộp	
19 h 2/8 ÷ 1 h 3/8/2017	50	10 - 40	Cao	Mường La, Quỳnh Nhai, Thuận Châu, Bắc Yên, Phù Yên, Mộc Châu, Yên Châu, Mai Sơn, Sông Mã, Sốp Cộp và Vân Hồ	
1 h ÷ 7 h 3/8/2017	64	40 - 90	Cao	Mường La, Quỳnh Nhai, Thuận Châu, Bắc Yên, Phù Yên, Mộc Châu, Yên Châu, Mai Sơn, Sông Mã, Sốp Cộp và Vân Hồ	Khoảng thời gian xảy ra trận lũ quét ở Mường La

Bảng 3 đưa ra các thông tin chính tổng hợp từ 4 bản tin cảnh báo lũ quét tương ứng với các obs cảnh báo 1 h, 7 h, 13 h, 19 h. Từ Bảng 3, có thể thấy cảnh báo nguy cơ “Cao” rơi vào các obs 1 h 3/8/2017, 7 h 2/8/2017 và 19 h 2/8/2017 và cảnh báo nguy cơ “Trung Bình” rơi vào obs 13 h 2/8/2017. Trong thực tế, trận lũ quét đã xảy ra vào khoảng thời gian từ 1 h sáng đến 7 h sáng 3/8/2017, trong khi đó, kết quả cảnh báo từ bản tin lũ quét cho nguy cơ “Cao” vào khoảng thời gian này. Như vậy, điều này cho thấy khả năng cảnh báo lũ quét của hệ thống VNOFFG là khá phù hợp đối với điều kiện thực tế ở Việt Nam.

Nhìn chung công tác cảnh báo lũ quét đã theo sát với tình hình mưa lũ, bản tin cảnh báo thể hiện được nguy cơ xảy ra lũ quét thực tế. Mức độ tin cậy của bản tin cảnh báo lũ quét phụ thuộc rất nhiều vào thông tin dự báo mưa. Tuy nhiên thông tin từ mô hình dự báo còn chưa đủ chi tiết và nhiều khi còn gặp sai số lớn. Người làm công tác cảnh báo lũ quét phải tham khảo thêm các thông tin lượng mưa thực đo thời kỳ trước, phân tích xu thế mưa trong tương lai và

thông tin lưu vực... để nhận định khả năng xảy ra lũ quét.

Lũ quét xảy ra trên cả những lưu vực nhỏ < 10 km², nhưng trong phần mềm cảnh báo lũ quét phần miền Bắc, các tiểu lưu vực phân chia có diện tích khoảng 30 km² là chưa đáp ứng công tác cảnh báo thực tế.

4. Kết luận và kiến nghị

Bài báo này đã tổng quan, đánh giá một số trận lũ quét điển hình đã xảy ra, trên cơ sở đó kết hợp với các sản phẩm cảnh báo từ hệ thống VNFFGS để đánh giá khả năng cảnh báo lũ quét của hệ thống, tạo tiền đề cho việc nâng cấp và hoàn thiện hệ thống cảnh báo trong tương lai. Hệ thống VNFFGS hiện nay đang được ứng dụng trong nhiệm vụ cảnh báo lũ quét hàng ngày trong mùa mưa lũ của Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu.

Trong tương lai, để nâng cao chất lượng cảnh báo của hệ thống VNFFGS, cần tăng cường công tác cảnh báo, phối hợp với HRC (Mỹ), phân chia chi tiết hơn các tiểu lưu vực (với diện tích lưu vực $F < 10 \text{ km}^2$), tích hợp thông tin mưa Radar vào

trong phần mềm cảnh báo lũ quét VNFFGS để ước định được lượng mưa và diễn biến mưa đối với những vùng sâu, vùng xa, nhất là các vùng núi cao không có thông tin mưa. Tăng cường độ phân giải của mô hình dự báo mưa số trị để góp phần nâng cao chất lượng dự báo mưa.

Ngoài ra, để giảm thiểu thiệt hại lũ do quét, biện pháp chủ động phòng tránh là giải pháp lâu dài. Cụ thể, đối với hai tỉnh Yên Bái, Sơn La, cần tiến hành:

- Xem xét các dòng suối mà dọc bờ suối và hạ lưu có đông dân cư sinh sống và xây dựng nhiều cơ sở hạ tầng. Đánh giá nguy cơ lũ quét cho các tiểu lưu vực này.

- Thông tin mưa đo bằng Radar là nguồn thông tin mưa chi tiết và cập nhật nên được đưa vào khai thác và sử dụng trong cảnh báo lũ quét.

- Xác định các dòng suối có nguy cơ lũ quét cao và có nhiều khả năng ảnh hưởng đến dân cư, cơ sở hạ tầng, khảo sát đo đạc chi tiết địa hình, xác định các điểm nghẽn dòng. Mô phỏng lũ quét và khoanh vùng phạm vi ảnh hưởng với các kịch bản mưa khác nhau.

- Xây dựng bản đồ nguy cơ lũ quét tổng hợp chi tiết tỉ lệ 1 : 10.000 và 1/5.000 cho các suối có nguy cơ lũ quét cao cho hai tỉnh Yên Bái, Sơn La.

- Đề xuất các khu định cư mới ít rủi ro do lũ quét.

- Cần sớm xây dựng đề cương và triển khai dự án: Điều tra, đánh giá và xây dựng bản đồ nguy cơ lũ quét tổng hợp tỉ lệ lớn, tăng cường công tác cảnh báo lũ quét cho hai tỉnh Yên Bái, Sơn La nhằm giảm nhẹ thiệt hại và phục vụ quy hoạch di dời dân cư và cơ sở hạ tầng.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Dũng, (2017), *Báo cáo sơ bộ xác định nguyên nhân, đánh giá hiện trạng lũ quét và bước đầu tìm kiếm địa điểm tái định cư cho cộng đồng địa phương tại thị trấn Ít Ong và xã Nậm Păm, huyện Mường La, tỉnh Sơn La*, Viện Địa chất và Khoáng sản, ngày 12 tháng 8 năm 2017.
2. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, (2018), *Dự án: Điều tra, khảo sát, xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ quét khu vực Miền Trung, Tây Nguyên, và xây dựng hệ thống thí điểm phục vụ cảnh báo cho các địa phương có nguy cơ cao xảy ra lũ quét phục vụ công tác quy hoạch, chỉ đạo điều hành phòng tránh thiên tai thích ứng với biến đổi khí hậu*.

ASSESSMENT OF THE WARNING CAPABILITY OF THE VNFFGS SYSTEM IN CRITICAL FLASH FLOOD EVENTS IN YEN BAI AND SON LA PROVINCES

Luong Huu Dung, Hoang Minh Tuyen, Ngo Thi Thuy, Van Thi Hang, Doan Huy Phuong
Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 19/10/2022; Accepted: 17/11/2022

Abstract: *This paper analyzes and evaluates performances of the VNFFGS system in flash flood warning in several recent typical flash flood events. The evaluation is implemented based on the integrated analysis of the collected data and the products of the VNFFGS system such as rainfall, watershed characteristics, damaged areas, flash flood guidance (FFG) maps, and soil moisture maps. The causes and critical characteristics of the flash flood events are also studied in depth. The system's applicability and measure to improve VNFFGS performances are recommended in the paper as well.*

Keywords: *Flash flood, FFG, VNFFGS.*

THỬ NGHIỆM MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP DÒ TÌM TỐI ƯU THAM SỐ TRONG DỰ BÁO THỦY VĂN CHO LƯU VỰC HỒ BẢN VỄ

Dương Thị Thanh Hương⁽¹⁾, Nguyễn Thị Hằng⁽¹⁾, Nguyễn Chính Kiên⁽¹⁾, Văn Thị Hằng⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Cơ học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

⁽²⁾Viện Khoa Học Khí Tượng Thủy Văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 15/8/2022; ngày chuyển phản biện: 16/8/2022; ngày chấp nhận đăng: 12/9/2022

Tóm tắt: Trong các mô hình thủy văn cần phải hiệu chỉnh nhiều tham số cho từng lưu vực, việc hiệu chỉnh này phụ thuộc vào kinh nghiệm của người làm dự báo. Trong bài báo này, nhóm tác giả thử nghiệm một số phương pháp dò tìm tối ưu để tìm ra bộ tham số phù hợp nhất cho lưu vực. Mô hình thương mại MIKE 11 - NAM, HEC-HMS và mô hình tự phát triển ItechTV2 được áp dụng tính toán cho lưu vực hồ Bản Vẽ.

Với bộ thông số đã dò tìm trong cơn lũ năm 2018, nhóm tác giả áp dụng kiểm định cho cơn lũ năm 2021 đạt được kết quả tốt. Mặc dù thời gian dò tìm của mô hình thủy văn phân bố ItechTV2 là lớn nhưng chỉ số đánh giá mô hình Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) cho thấy hiệu quả tính toán tốt hơn so với mô hình thủy văn thông số tập trung MIKE 11 - NAM và HEC-HMS.

Từ khóa: Tối ưu, mô hình thủy văn, Bản Vẽ.

1. Mở đầu

Dự báo lưu lượng nước ra khỏi lưu vực là một quá trình khó khăn, ngoài kiến thức thủy văn còn đòi hỏi dự báo viên phải am hiểu đặc tính của từng lưu vực nghiên cứu. Ngày nay, với sự phát triển của máy tính, cùng với việc áp dụng các thuật toán dò tìm tối ưu đã giúp cho người dự báo viên rút ngắn được thời gian tính toán, hiệu chỉnh mô hình. Các nhà khoa học trên thế giới [2] sử dụng một số phương pháp phổ biến để tối ưu tự động các thông số của mô hình thủy văn như phương pháp Genetic Algorithms (GA), Simulated Annealing (SA), và Levenberg-Marquardt. Ngoài ra, các tác giả cũng đánh giá hiệu quả của các thuật toán khác nhau như: Cooper và các cộng sự đã đánh giá các phương pháp tiến hóa xáo trộn phức hợp (SCE), giải thuật di truyền (GA), mô phỏng quá trình ủ (SA) để tối ưu các thông số mô hình Tank; Chan và cộng sự so sánh hiệu quả của phương pháp multi-Powell và SCE trong hiệu chỉnh mô hình Tank.

Các mô hình lớn, thương mại trên thế giới như MIKE [6], HEC [5] cũng đã cập nhật các tính

năng này vào bộ phần mềm của mình. Mô hình SWAT [7] (Xuesong Zhang), Xinanjing (Dong-mei Xu và cộng sự), Tank (Kouk Kig Kouk), MIKE 11 - NAM,... sử dụng SCE - phương pháp tìm kiếm toàn cục - để xác định giá trị tối ưu của hàm mục tiêu và tránh được các bẫy cực trị địa phương. Mô hình HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) là phần mềm do các kỹ sư thuộc Trung tâm Thủy văn Công trình thuộc Cục Kỹ thuật Quân đội Hoa Kỳ lựa chọn thuật toán đơn biến - Gradient (thực hiện các hiệu chỉnh liên tiếp đối với tham số ước tính) hoặc thuật toán Nelder và Mead để dò tìm tối ưu các thông số.

Tại Viện Cơ học, mô hình thủy văn phân bố ItechTV2 sau một thời gian cải tiến (được viết lại theo lý thuyết của mô hình Marine) với các tính mới: Gán mưa theo 04 phương pháp, tính toán song song trên CPU và GPU giúp bài toán có thể chia ô lưới mịn,... thì gần đây cũng đã phát triển thêm module dò tìm tối ưu các tham số. Việc phát triển này là cần thiết để có thể dò tìm được khối lượng lớn các tham số tương ứng với các thuật toán đã được xây dựng. ItechTV2 đã áp dụng một số phương pháp giải bài toán tối ưu hóa không dùng đạo hàm được chia thành ba nhóm: Phương pháp tìm kiếm (phương pháp

Liên hệ tác giả: Dương Thị Thanh Hương

Email: dthuong.imech@gmail.com

ô vuông, phương pháp Rosenbrock), phương pháp quy hoạch toán học (phương pháp Hooke-Jeeves, phương pháp Nelder-Mead), các thuật toán tối ưu dựa trên nền tảng của sự tiến hóa (Giải thuật di truyền (GA), phương pháp tiến hóa xáo trộn phức hợp (Shuffled Complex Evolution-SCE)).

2. Thiết lập mô hình

2.1. Mô hình ImechTV2

Để mô phỏng quá trình hình thành dòng chảy sinh ra bởi mưa trên lưu vực dựa trên phương trình bảo toàn khối lượng:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \mathbf{grad}(V) = P_0$$

Với giả thiết vận tốc của dòng chảy trao đổi giữa các ô lưới vuông:

$$\|\mathbf{u}\| = \sqrt{S} \cdot \frac{H^{2/3}}{K_m}$$

Ta có phương trình dưới dạng sai phân:

$$\Delta H + \sum_{j=1}^8 \frac{H_j^{5/3}}{K_m} \cdot \sqrt{S} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} = P_0 \cdot \Delta t$$

Trong đó:

S: Độ dốc được tính theo 8 hướng;

K_m: Hệ số nhám Manning;

Δx: Chiều rộng ô lưới;

Δt: Bước thời gian tính từ thời điểm t₁ đến t₂;

j: Hướng chảy của ô lưới (j = 1 ÷ 8);

H: Độ sâu mực nước của ô lưới tính;

ΔH: Sự thay đổi mực nước của ô lưới tính từ thời điểm t₁ đến t₂.

Từ đó tính được tổng lưu lượng ra khỏi lưu vực: $Q = \sum \Delta q = \sum (\Delta H * \Delta x * \Delta x - q_{thấm})$ với q_{thấm}: Lưu lượng thấm mỗi ô lưới được tính theo mô hình Green-Ampt.

Mô hình ImechTV2 [1] cải tiến việc gán mưa theo 04 phương pháp (trực tiếp từng ô

lưới, phân chia theo đa giác Thiessen, nội suy Kriging, nghịch đảo khoảng cách) và tính toán song song trên CPU và GPU giúp bài toán có thể chia ô lưới mịn.

Mô hình ImechTV2 sử dụng 06 phương pháp [3] ước lượng tham số tối ưu:

Phương pháp ô vuông: Chia miền xác định của từng thông số thành các phần bằng nhau, thực hiện n lần tính toán để tìm miền có giá trị nhỏ nhất của hàm mục tiêu. Phương pháp này chỉ cho phép phát hiện cực trị địa phương đủ rộng hơn mắt lưới.

Phương pháp Rosenbrock: Là bước phát triển của phương pháp độ dốc, thích hợp với dạng hàm mục tiêu không tính được đạo hàm riêng phần.

Phương pháp Hooke-Jeeves: Xuất phát từ một điểm x ∈ Rⁿ theo 2n hướng dọc theo n trục tọa độ với độ dài bước h tìm điểm x' có giá trị hàm mục tiêu f(x') tốt hơn f(x).

Phương pháp Nelder-Mead: Sử dụng một mô hình hình học gọi là simplex để di chuyển đi mô điểm tối ưu trong không gian tìm kiếm (gọi là "Simplex search method"). Các simplex n-chiều này được biến dạng nhờ 3 phép biến đổi: Đối xứng gương, phép co, phép dẫn dựa vào 4 tham số cần xác định đó là: Hệ số phản xạ, hệ số dẫn C, hệ số co D và hệ số thu hẹp E.

Giải thuật di truyền (GA): Giải thuật Di truyền áp dụng quá trình tiến hóa tự nhiên (di truyền, đột biến, chọn lọc tự nhiên và trao đổi chéo) để tìm lời giải gần tối ưu.

Phương pháp tiến hóa xáo trộn phức hợp (Shuffled Complex Evolution-SCE): Kết hợp giữa phương pháp Downhill Simplex với các khái niệm của phương pháp tìm kiếm ngẫu nhiên có kiểm soát; sự xáo trộn cạnh tranh; xáo trộn các phức hợp.

Dựa trên tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9845:2013 về "Tính toán các đặc trưng dòng chảy lũ" và đối sánh với bản đồ sử dụng đất và thảm phủ tại lưu vực nghiên cứu, các thông số được dò tìm của mô hình ImechTV2 được liệt kê dưới bảng sau:

Bảng 1. Các thông số của mô hình ImechTV2

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giới hạn dưới	Giới hạn trên
Sức cản bề mặt	n	-	0,01	0,2
Độ rỗng đất	Eta	-	0,05	0,5
Cột nước mao dẫn của mặt ướt	Sf	mm	30	500
Độ dẫn thủy lực	Kga	mm/giờ	0	150
Hệ số thấm	PerInf	-	0	100
Độ ẩm của đất	Theta	-	0	1

Tùy theo đặc trưng của từng ô lưới mà khoảng giá trị của các tham số cần dò tìm cũng được thu hẹp tương ứng theo bảng tiêu chuẩn trên. Trong quá trình tính toán, nhóm tác giả thử nghiệm dò tìm tối ưu bằng 06 phương pháp để so sánh, nhận thấy phương pháp Hooke-Jeeves có “chi phí tính toán” (kết hợp giữa thời gian tính, tốc độ hội tụ,...) là tốt nhất nên được sử dụng để thực hiện nghiên cứu này.

2.2. Mô hình MIKE 11 - NAM

Mô hình MIKE 11 - NAM là mô hình dạng bể chứa dùng để tính toán dòng chảy từ mưa. Các bể chứa được sử dụng trong mô hình gồm: Bể tuyết, bể chứa mặt, bể sát mặt (bể tầng rễ cây) và bể chứa ngầm. Mô hình sử dụng thuật toán tiến hóa xáo trộn phức hợp (SCE) - phương pháp tìm kiếm toàn cục - để xác định giá trị tối ưu toàn cục của hàm mục tiêu và tránh được các bẫy cực trị địa phương. Mô hình hiệu chỉnh 9 thông số trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Các thông số của mô hình MIKE 11 - NAM

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giới hạn dưới	Giới hạn trên
Hàm lượng nước tối đa trong dung lượng trên bề mặt	U_{max}	mm	5	35
Hàm lượng nước tối đa trong dung lượng tầng đáy	L_{max}	mm	50	400
Hệ số dòng chảy tràn trên bề mặt	CQOF	-	0	1
Hằng số thời gian của dòng chảy	CKIF	giờ	200	2.000
Thời gian diễn toán	CK_{12}	giờ	3	72
Ngưỡng của dòng chảy mặt	TOF	-	0	0,9
Ngưỡng của dòng chảy sát mặt	TIF	-	0	0,9
Hằng số thời gian	TG	-	0	0,9
Giá trị ngưỡng của lượng nước ngầm	CK_{BF}	giờ	500	5.000

2.3. Mô hình HEC-HMS

Mô hình HEC-HMS là mô hình toán thủy văn được dùng để tính dòng chảy trên lưu vực bằng cách phân chia thành nhiều lưu vực nhỏ có tính đến các hồ chứa, các nhánh sông và các công trình thủy lợi,... Mô hình sử dụng kết hợp các module: Các phương pháp tính mưa (phương pháp biểu đồ mưa, tính mưa bình quân trên lưu vực); các phương pháp tính tổn thất (tốc độ thấm

ban đầu và thấm ổn định, chỉ số thấm CN, thấm Green và Ampt, độ ẩm đất); các phương pháp tính đường quá trình lũ đơn vị (phương pháp cơ bản, đường quá trình đơn vị tổng hợp); các phương pháp tính toán dòng chảy ngầm (phương pháp cắt nước ngầm, dòng chảy ngầm ổn định theo tháng, hồ chứa tuyến tính); các phương pháp diễn toán dòng chảy (diễn toán sóng động học, Muskingum, diễn toán Muskingum-Cunge, Modified Puls, diễn toán Lag).

Mô hình cho phép lựa chọn thuật toán đơn biến-Gradient (thực hiện các hiệu chỉnh liên tiếp đối với tham số ước tính) hoặc thuật toán Nelder-Mead để dò tìm tối ưu các thông số của

mỗi phương pháp trong các module lựa chọn ở trên. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng thuật toán Nelder-Mead để thực hiện việc dò tìm tối ưu các thông số trong mô hình HEC-HMS [2].

Bảng 3. Các thông số của mô hình HEC-HMS

Mô hình	Thông số	Đơn vị	Giới hạn dưới	Giới hạn trên
Tốc độ thấm ban đầu và thấm ổn định	Tổn thất ban đầu	mm	0	500
	Tỉ lệ thấm ổn định	mm/giờ	0	300
Đường cong thấm SCS	Độ sâu tổn thất ban đầu	mm	0	500
	Chỉ số CN	-	1	100
Thấm Green and Ampt	Độ ẩm tổn thất	-	0	1
	Độ dẫn thủy lực	mm	0	250
	Hút ẩm lớp ướ	mm	0	1.000
Tổn thất và suy giảm đều	Tổn thất ban đầu	mm	0	500
	Tổn thất lớn nhất	mm	0	500
	Hệ số tổn thất thu hồi	-	0,1	5
Đường quá trình đơn vị tổng hợp Clark	Thời gian tập trung	giờ	0,1	500
	Hệ số trữ nước	giờ	0	150
Đường quá trình đơn vị tổng hợp Snyder	Thời gian trễ	giờ	0,1	500
	Hệ số Cp	-	0,1	1
Sóng động học	Thời gian tập trung	phút	0,1	30.000
Nước ngầm	Hệ số nhám Manning	-	0	1
	Dòng chảy ngầm ban đầu	m ³ /s	0	100.000
	Hệ số suy giảm	-	0,000011	-
Phương pháp diễn toán Muskingum	K	giờ	0,1	150
	X	-	0	0,5
	Số bước	-	1	100
Sóng động học định tuyến	Hệ số N-value	-	0,01	10
Phương pháp diễn toán Lag	Thời gian trễ	phút	0	30.000

2.4. Lưu vực nghiên cứu

Lưu vực thủy văn Bản Vẽ có diện tích khoảng 8.690 km² bao gồm cả phần diện tích của Lào (phần lớn) và Việt Nam. Dòng chảy chính của lưu vực là dòng Nậm Nơn, đây là một trong hai nhánh sông chính của lưu vực sông Cả.

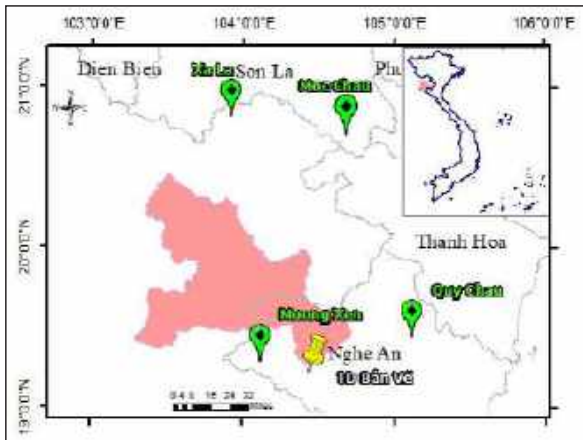
Số liệu địa hình được lấy từ bản đồ cao độ số DEM, từ nguồn của Cơ quan Thám hiểm Hàng không Vũ trụ Nhật Bản (JAXA) với độ phân giải 30 x 30 m. Đây là 1 trong những bản đồ có độ phân giải tốt nhất hiện nay, phiên bản năm 2021.

Bản đồ thám phủ, sử dụng đất có độ phân giải 10 x 10 m với 20 lớp chi tiết, là sản phẩm hợp tác giữa ESRI và Microsoft năm 2020.

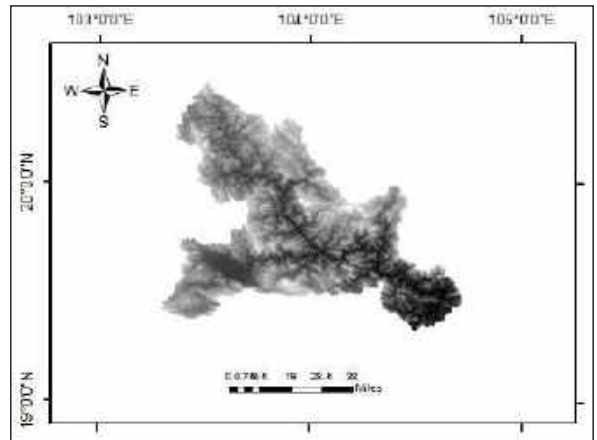
Số liệu khí tượng thủy văn được lấy từ nguồn số liệu của Trung tâm dự báo Khí tượng thủy văn Quốc gia, Tổng cục Khí tượng thủy văn.

+ Số liệu mưa của 4 trạm: Quỳnh Châu, Mường Xén, Xa La, Mộc Châu, đại diện cho lưu vực nghiên cứu.

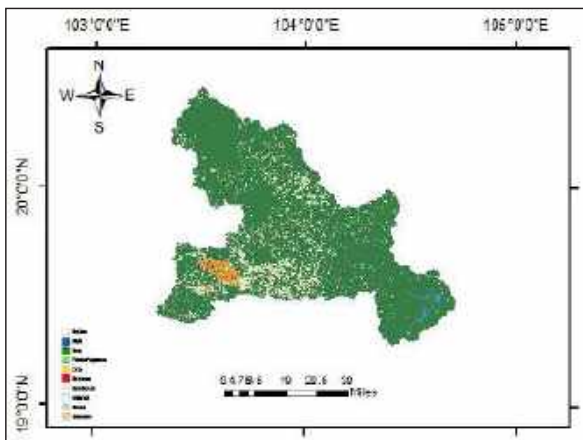
+ Số liệu dòng chảy ra khỏi lưu vực là lưu lượng vào hồ chứa Bản Vẽ.



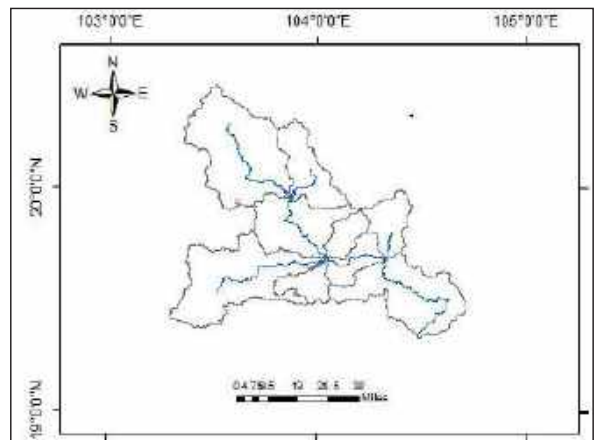
Hình 1a. Vị trí lưu vực



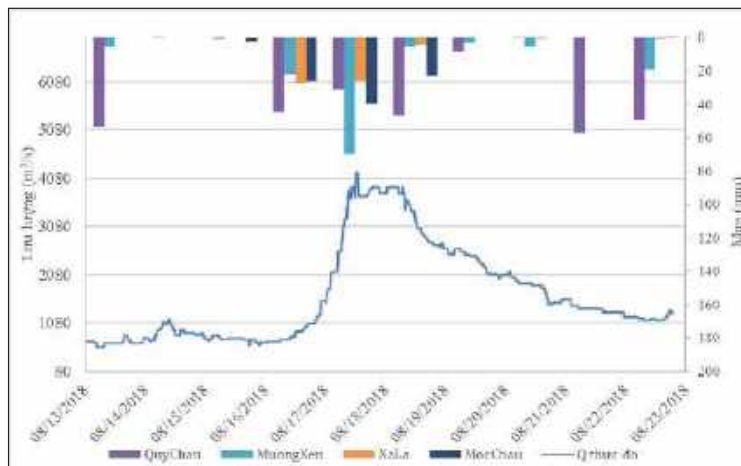
Hình 1b. Mô hình cao độ số (DEM) khu vực nghiên



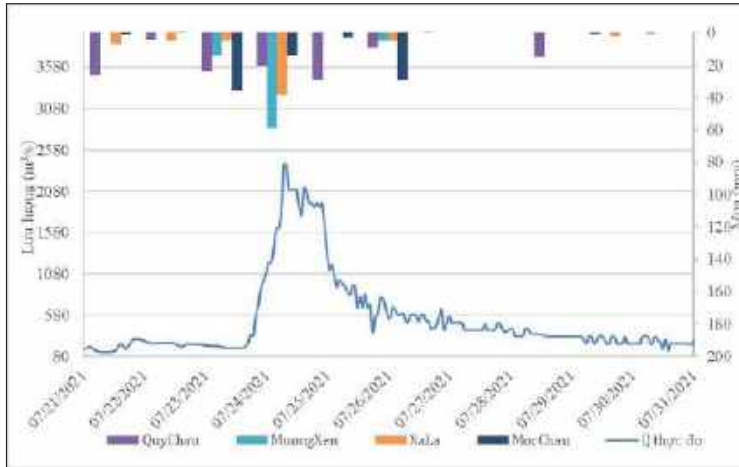
Hình 1c. Lớp thảm phủ khu vực nghiên cứu



Hình 1d. Phân chia tiểu lưu vực cho khu vực nghiên cứu



Hình 2. Số liệu mưa và lưu lượng thực đo ra khỏi lưu vực năm 2018



Hình 3. Số liệu mưa và lưu lượng thực đo ra khỏi lưu vực năm 2021

3. Kết quả tính toán

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã thực hiện nghiên cứu 02 trận lũ xảy ra trên lưu vực: Trận lũ tháng 8/2018 dùng để hiệu chỉnh và trận lũ xảy ra tháng 7/2021 để kiểm định lại mô hình đối

với các hệ số đã có được sau khi dò tìm tối ưu ở bước hiệu chỉnh (Bảng 4). Đây là các trận lũ lớn xảy ra trên lưu vực nghiên cứu, có đầy đủ số liệu khí tượng và thủy văn để tính toán hiệu chỉnh và kiểm định.

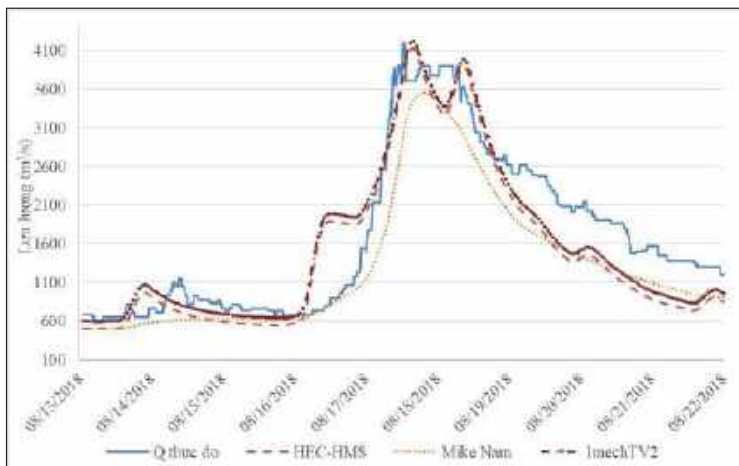
Bảng 4. Các trận lũ sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định

Phương án	Thời gian bắt đầu	Thời gian kết thúc
Hiệu chỉnh	8/13/2018 01:00:00	8/22/2018 19:00:00
Kiểm định	07/21/2021 01:00:00	31/07/2021 19:00:00

3.1. Dò tìm thông số tối ưu - hiệu chỉnh mô hình

Hình 4 là kết quả tính hiệu chỉnh lưu lượng vào hồ Bản Vẽ của 3 mô hình ItechTV2, HEC-HMS, MIKE 11 - NAM với số liệu thực đo năm 2018.

Để đánh giá kết quả tính toán, bài báo sử dụng chỉ tiêu NSE so sánh hai quá trình dòng chảy thực đo và tính toán (Bảng 5). Bộ thông số tìm được cho kết quả chỉ số NSE khá tốt, đều trên 0,8, định lượng và định tính khá phù hợp giữa tính toán và thực đo.



Hình 4. Kết quả hiệu chỉnh của 3 mô hình

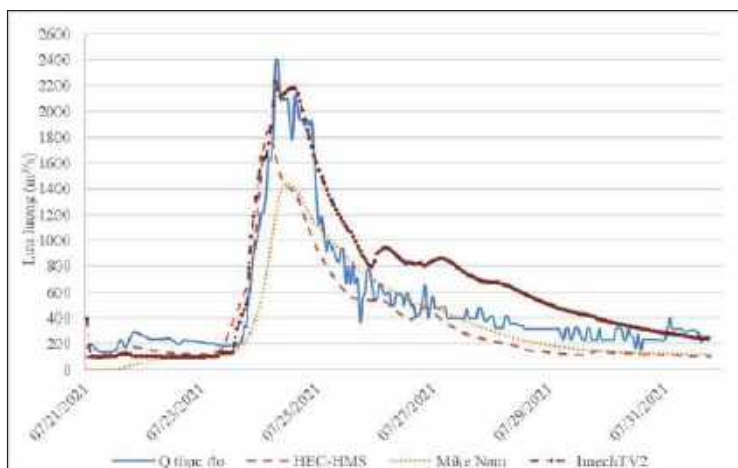
Bảng 5. Kết quả chỉ số NSE của phương án tính hiệu chỉnh

Phương án	ImechTV2	HEC-HMS	MIKE 11 - NAM
Hiệu chỉnh	0,85	0,82	0,8

3.2. Kiểm định mô hình

Sau khi đã dò tìm được bộ thông số tốt nhất có thể ở bước hiệu chỉnh, sử dụng để thực hiện tính toán cho phương án kiểm định năm 2021.

Kết quả kiểm định được thể hiện ở Hình 5 và Bảng 6. Có thể thấy, kết quả tính kiểm định của 3 mô hình đều khá tốt, trong đó ImechTV2 có chỉ số NSE đạt 0,78, cao hơn so với mô hình MIKE 11 - NAM và HEC-HMS.



Hình 5. Kết quả kiểm định của 3 mô hình

Bảng 6. Kết quả chỉ số NSE của phương án tính kiểm định

Phương án	ImechTV2	HEC-HMS	MIKE 11 - NAM
Kiểm định	0,78	0,76	0,73

4. Kết luận

Việc hiệu chỉnh các thông số của các mô hình thủy văn là công việc đòi hỏi ngoài kinh nghiệm của người dự báo viên, còn cần thực hiện một số lượng lớn các lần tính toán thử đúng-sai, trong nhiều trường hợp không đạt được kết quả như mong muốn. Nhờ các thuật toán dò tìm thông số tối ưu này, việc hiệu chỉnh mô hình là khả thi. Tuy có thể mất nhiều thời gian chạy dò tìm thông số các mô hình tùy theo loại và số lượng thông số (mô hình MIKE 11 - NAM là mô hình thủy văn thông số tập trung với 9 thông số cần tối ưu - thời gian chạy khoảng 1 phút; mô

hình HEC-HMS với khoảng 30 thông số cho lưu vực Bản Vẽ với điều kiện lập vừa phải - thời gian tính toán khoảng 1 giờ; mô hình thủy văn thông số phân bố ImechTV2 dò tìm khá nhiều thông số cho từng ô lưới - thời gian chạy khoảng 6 h, nhưng lại cho kết quả khả quan hơn). Qua việc thử nghiệm tính toán cho lưu vực Bản Vẽ năm 2018, 2021 cho thấy khả năng áp dụng việc dò tìm thông số tối ưu tự động bằng các thuật toán hiện đại đạt kết quả tốt so với các phương pháp dò tìm thủ công trước đây (thử đúng-sai, kinh nghiệm, tham chiếu tương đương) đồng thời cũng nâng cao chất lượng dự báo dòng chảy trên lưu vực.

Lời cảm ơn: Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài cơ sở cấp Viện Cơ học năm 2022: “Ứng dụng một số phương pháp ước tính thông số tối ưu cho mô hình thủy văn phân bố”, trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (2005), “Nghiên cứu cơ sở khoa học cho các giải pháp tổng thể dự báo phòng tránh lũ lụt ở đồng bằng sông Hồng”, Đề tài cấp Nhà nước KC-08-13 thuộc Chương trình Bảo vệ môi trường và Phòng tránh thiên tai.
2. Nguyễn Đức Hạnh, Hoàng Thị Mỹ Linh (2013), “Tối ưu hóa một số thông số của mô hình mưa dòng chảy sử dụng PP SCE”, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Tập 29, số 2S, 112-120.
3. Nguyễn Chính Kiên, Nguyễn Thị Hằng (2020), “Thử nghiệm một số phương số giải bài toán ước tính thông số tối ưu cho mô hình thủy văn”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học 45 năm Viện HL KH&CN VN-Tiểu ban CNTT, Điện tử, Tự động hóa và CN vũ trụ* ISBN: 978-604-9985-06-5. 2020.

Tài liệu tiếng Anh

4. HEC-HMS Technical Reference Manual.
5. HEC-HMS 4.10 User's Manual.
6. Mike 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual 2021.
7. SWAT 2012, User manual

PARAMETER OPTIMIZATION FOR HYDROLOGICAL FORECASTING MODEL PILOTING FOR BAN VE RESERVOIR

Duong Thi Thanh Huong⁽¹⁾, Nguyen Thi Hang⁽¹⁾, Nguyen Chinh Kien⁽¹⁾, Van Thi Hang⁽²⁾

⁽¹⁾Institute of Mechanics, Vietnam Academy of Science and Technology

⁽²⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 15/8/2022; Accepted: 12/9/2022

Abstract: In hydrological models, it is necessary to correct parameters for each basin which depends on the experience of the researcher. In this paper, some near-optimal detection methods to find the suitable set of parameters were tested. Commercial model MIKE 11 - NAM, HEC-HMS and self-developed model ImechTV2 are used to calculate for Ban Ve lake basin. On the basis of the calibration parameters in the flood of 2018, the flood of 2021 data is used for verification and received good results. Although the detection time of the ImechTV2 distributed hydrological model is large, the NSE index shows it is better computational efficiency than the MIKE 11 - NAM and HEC-HMS hydrological models.

Keywords: Near-optimal detection method, hydrological model, Ban Ve.

XÂY DỰNG HỆ THỐNG CẢNH BÁO, DỰ BÁO LŨ VÀ NGẬP LỤT LƯU VỰC SÔNG KÔN - HÀ THANH VÀ LẠI GIANG TỈNH BÌNH ĐỊNH

Phạm Thanh Long⁽¹⁾, Nguyễn Thế Hùng⁽²⁾, Lê Hồng Dương⁽³⁾, Nguyễn Thảo Hiền⁽¹⁾

⁽¹⁾Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Đại học Xây dựng miền Trung

⁽³⁾Cục Bảo vệ Môi trường miền Nam

Ngày nhận bài: 2/11/2022; ngày chuyển phản biện: 3/11/2022; ngày chấp nhận đăng: 25/11/2022

Tóm tắt: Tăng cường dự báo, cảnh báo lũ và ngập lụt là công tác thiết yếu, phục vụ và đảm bảo lợi ích trong phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại đối với con người, kinh tế - xã hội. Đặc biệt, khu vực miền Trung Việt Nam là nơi dễ bị tổn thương do tác động từ thiên tai bão, lũ nhiều năm qua. Trong khuôn khổ bài báo, nhóm tác giả trình bày hệ thống nâng cao chất lượng dự báo, cảnh báo ngập lụt phục vụ công tác phòng chống thiên tai tại hai lưu vực sông Kôn - Hà Thanh và Lại Giang tỉnh Bình Định. Hệ thống được xây dựng là một khung liên kết các trạm đo lường tự động, các mô hình dự báo, bộ mã hóa và chuyển đổi dữ liệu được quản lý bởi nền tảng trực tuyến WebGIS. Sự kết hợp này tạo ra một hệ thống thông tin cảnh báo lũ thời gian thực và dự báo ngập lụt các lưu vực sông tỉnh Bình Định, hỗ trợ tối ưu và kịp thời trong trường hợp khẩn cấp.

Từ khóa: Cảnh báo lũ, dự báo ngập lụt, Kôn - Hà Thanh, Lại Giang, WebGIS.

1. Mở đầu

Khu vực ven biển miền Trung luôn là tâm điểm được nhắc đến để so sánh về mưa, lũ trong thời kỳ mùa mưa bão hằng năm ở nước ta. Nguyên nhân ngập lụt xuất phát từ mối quan hệ “mưa lớn - địa hình” ở khu vực Duyên hải Nam Trung Bộ và khả năng phòng chống thiên tai còn thấp hơn so với những khu vực khác. Đặc điểm chung của các lưu vực sông tỉnh Bình Định đều bắt nguồn từ những dãy núi cao, phần thượng nguồn sông hẹp, dốc, khi có lũ nước tập trung nhanh, lên nhanh, xuống nhanh, thời gian tập trung nước khoảng từ 6 - 12 giờ. Vùng đồng bằng sông rộng, nông, nhiều luồng lạch, vào mùa lũ dễ gây ngập [5].

Những trận mưa lũ điển hình ở khu vực: Lũ năm 1964 với 2 trận bão liên tục vào ngày 4 và ngày 9 tháng 9, lưu lượng lũ đạt 5.580 m³/s trên sông Kôn tương ứng với mực nước max là 2.470 cm. Đợt lũ tháng 11/1987, mưa trên diện rộng gây ngập nghiêm trọng vùng hạ du, lưu lượng max đạt 6.340 m³/s ứng với Hmax là 2.570 cm

tại trạm Bình Tường, tại trạm An Hòa lưu lượng nước đo được là 5580m³/s. Lũ tháng 10/1993, tâm mưa nằm trong lưu vực sông Hà Thanh, lượng mưa đo được tại trạm Quy Nhơn là 327,4 mm, tại trạm Vân Canh là 191,6 mm, trạm Diêu Trì mực nước đo đạc là 614 cm. Đợt lũ 1999, hầu hết các sông trong vùng có lũ vượt báo động III từ 0,5 - 1 m. Lũ năm 2009, do ảnh hưởng của cơn bão số 9 và 11, trên địa bàn tỉnh đã xảy ra 2 trận mưa lớn trên diện rộng, mức báo động trên các sông xấp xỉ báo động III, có nơi vượt báo động III 1,5 m [1]. Lũ 2013 được xem là cơn lũ vượt mốc lịch sử năm 1999, khoảng nửa đầu tháng 11/2013, khu vực phải đối mặt liên tiếp 3 cơn bão cùng với các trận mưa lớn dồn dập, tổng lượng mưa tỉnh Bình Định phổ biến từ 250 - 450 mm, tại trạm Bình Nghi vượt lũ lịch sử năm 1987 là 0,46 m; tại trạm Thạch Hòa vượt lũ lịch sử năm 1987 là 0,24 m [9]. Năm 2016 được xem là năm có thời kỳ lũ tương đương mốc lũ lịch sử năm 2013. Mưa liên tục làm mực nước các sông dâng cao, gây ngập sâu ở một số xã của huyện An Lão, Tuy Phước, Vĩnh Thạnh, Hoài Nhơn, TP. Quy Nhơn. Mực nước lũ trên nhiều sông đã vượt mức báo động III. Riêng lũ sông Kôn dưới lũ lịch sử năm 2013 chỉ 0,1 m. Trong khi đó, do nước

Liên hệ tác giả: Phạm Thanh Long

Email: longpham.sihymete@gmail.com

đã đầy nên nhiều hồ thủy lợi xả nước xuống hạ lưu. Riêng hồ chứa nước Định Bình - hồ thủy lợi lớn nhất tỉnh Bình Định xả xuống hạ du với lưu lượng qua tràn 2.555 m³/s, đập dâng Văn Phong mở các cửa van để điều tiết nước đón lũ với lưu lượng qua tuyến đập đến 3.408 m³/s [10].

Điều này cho thấy tăng cường hệ thống cảnh báo lũ thời gian thực và dự báo mức độ nguy cơ ngập lũ là cần thiết, cung cấp cho các đơn vị dự báo thông tin toàn diện, sử dụng, hoạt động lâu bền, đầy đủ và tin cậy, có thể đáp ứng nhu cầu dự báo, cảnh báo lũ của Quốc gia trong thời gian dài. Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả hướng đến thực hiện phạm vi nghiên cứu, ứng dụng cho 2 lưu vực sông lớn tỉnh Bình Định: Lưu vực sông Lại Giang và lưu vực sông Kôn - Hà Thanh.

Các hệ thống cảnh báo dự báo lũ lụt hiện có trên địa bàn tỉnh Bình Định: Dự án Giảm thiểu rủi ro ngập lụt vùng hạ lưu sông Kôn - Hà Thanh được hỗ trợ bởi Viện Chuyển đổi môi trường và xã hội (ISET) năm 2013 - 2015 nhằm tăng cường khả năng chống chịu với Biến đổi khí hậu. Dự án gồm 4 phần: Xây dựng các trạm quan trắc cảnh báo lũ; hệ thống thông tin cảnh báo và ứng phó với lũ tại cộng đồng; xây dựng các nhà đa năng cộng đồng làm trụ sở ứng phó; tăng cường các biện pháp ứng phó cho khu vực vùng trũng thấp là phường Nhơn Phú và Nhơn Bình, TP. Quy Nhơn [2], [8]. Hệ thống quản lý và truyền dữ liệu đo mưa, ngập lụt lưu vực sông Kôn - Hà Thanh, tỉnh Bình Định: (1) Quan trắc lượng mưa nhân dân; (2) Quan trắc lượng mưa tự động; (3) Quan trắc ngập lụt; (4) Cảnh báo nguy hiểm; (5) Vận hành, duy trì mạng cảnh báo sớm lượng mưa đến cộng đồng dân cư vùng hạ du sông Kôn - Hà Thanh. Được vận hành bởi BCH Phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn tỉnh Bình Định [11]. Hệ thống cơ sở dữ liệu trực thuộc đơn vị Thủy lợi tỉnh Bình Định, có nhiệm vụ quan sát, đo đạc và dự báo mưa khu vực thượng nguồn, lưu lượng đến hồ, mực nước và dung tích trong hồ, lưu lượng xả hồ và mực nước trong sông, nhằm hỗ trợ vận hành hồ, đập [12]. Dự án Khoa học công nghệ của Sở KH&CN tỉnh Bình Định, xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ quét, lũ ống lưu vực sông Lại Giang, thiết lập 48 kịch bản dựa trên các số liệu mưa ngày đã xảy

ra có cường độ từ 100 mm/ngày đến 550 mm/ngày, sau đó chuyển thành một seri bản đồ ngập lụt hiển thị trên nền Google Map [6].

Hiện nay, các hệ thống dự báo cảnh báo thiên tai, đặc biệt là lũ lụt, ngập úng khu vực tỉnh Bình Định rất đa dạng, từ quan trắc mưa, mực nước, rủi ro ngập lụt hạ du đến dự báo lưu lượng, dung tích hồ thủy điện/thủy lợi trong công tác vận hành hồ, đảm bảo an toàn hồ đập và hạn chế thiệt hại hạ lưu. Tuy nhiên, phạm vi ứng dụng của các hệ thống trên còn nhiều hạn chế, chỉ đáp ứng được 1 phần đơn vị hành chính hoặc một trong những lưu vực sông của tỉnh. Đối với dự án [6] sử dụng phương pháp kịch bản có sẵn để dự báo mức độ lặp lại thiệt hại cho những tình huống có thể xảy ra trong tương lai.

Tiếp cận và nâng cao hệ thống dự báo lũ cảnh báo ngập lụt lưu vực sông tỉnh Bình Định, hệ thống được xây dựng trên nền tảng WebGIS đảm bảo thuận lợi cho người dùng truy xuất thông tin. Hệ thống được xây dựng cho phép tự động hóa toàn bộ các giai đoạn từ nhận và xử lý số liệu đầu vào của 21 trạm đo lường tự động đến biểu diễn kết quả đầu ra trên hệ thống trang web cũng như truyền/phát các thông tin cảnh báo.

Các hoạt động chính của dự án:

- Đổi mới công nghệ và thiết bị quan trắc theo mô hình tự động cho các trạm khí tượng, thủy văn, đo mưa hiện có trên lưu vực;
- Thiết lập mới và bổ sung thêm các trạm đo;
- Đầu tư cơ sở vật chất, thiết bị, công nghệ cho Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Bình Định và Đài khu vực Nam Trung Bộ quản lý hoạt động, thu thập thông tin quan trắc của mạng lưới trạm.
- Cung cấp các mô hình dự báo để tăng cường năng lực dự báo, cảnh báo lũ ngập.
- Đào tạo cán bộ thông qua các chương trình huấn luyện và chuyển giao công nghệ.

Các hạng mục đầu tư: (1) Thiết bị, công nghệ quan trắc và dự báo; (2) Thiết bị công nghệ thông tin và truyền tin; (3) Công nghệ dự báo khí tượng thủy văn.

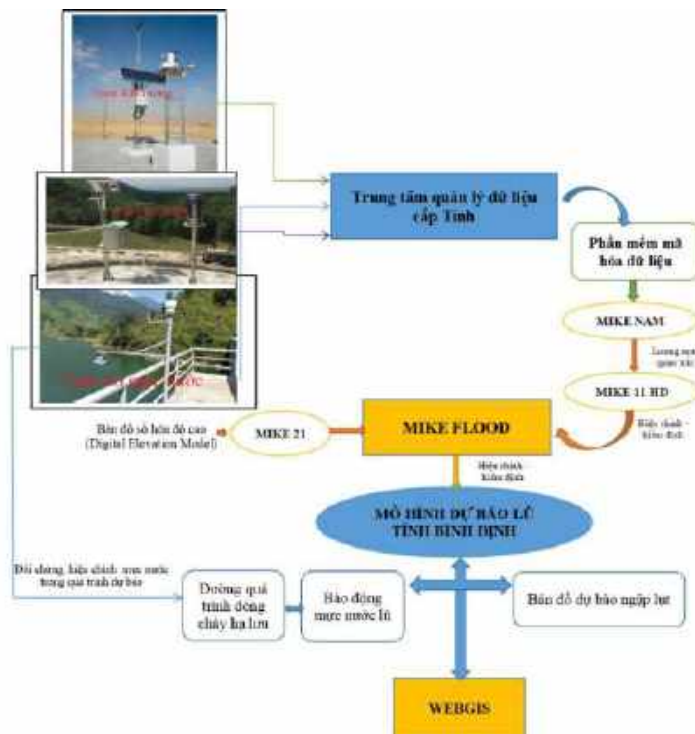
Các mô hình toán thủy văn, thủy lực là một trong những thành phần quan trọng nhất của quy trình dự báo, quyết định khả năng và hiệu ích đến lũ và ngập lụt. Laifang Li và cộng sự

(2017) đã chỉ ra rằng mô phỏng khí hậu khu vực thực tế rất quan trọng trong việc hiểu cơ chế của lượng mưa theo mùa, bằng cách sử dụng mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết WRF phân tích hệ thống dự báo khí hậu [13]. Tác giả Đoàn Quang Trí (2019) đã ứng dụng mô hình MIKE SHE-MIKE11-MIKE11GIS kết hợp mưa dự báo IFS phục vụ tính toán ngập lụt hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn [4]. Đoàn Văn Hải (2020) lựa chọn mô hình MIKE NAM để dự báo lưu lượng đến hồ phục vụ xây dựng bộ công cụ điều tiết hồ và dự báo lũ hạ lưu sông Ba [3]. Dự án “Xây dựng mô hình dự báo, cảnh báo và quản lý ngập cho đô thị thông minh tại Thành phố Hồ Chí Minh” với sản phẩm là bộ phần mềm mô hình MIKE,

công nghệ dự báo AI, hệ thống camera trên các tuyến đường nhằm giám sát ngập, tất cả được vận hành và hiển thị hóa thông tin bằng phần mềm quản lý ngập đô thị WebGIS [7].

Có thể thấy, MIKE là bộ mô hình được lựa chọn ứng dụng phổ biến trong lĩnh vực khí tượng thủy văn, kết hợp mạng lưới trạm đo lường tự động, cung cấp đầy đủ, nhanh chóng các dữ liệu mưa, mực nước và được quản lý bởi công cụ WebGIS, trở thành một hệ thống tối ưu, nâng cao khả năng dự báo các loại hình thiên tai thời tiết, đặc biệt là dự báo cảnh báo lũ lụt.

2. Phương pháp thực hiện hệ thống cảnh báo lũ và dự báo ngập lụt lưu vực sông tỉnh Bình Định



Hình 1. Sơ đồ tổng quan hệ thống cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt tỉnh Bình Định

Cơ sở hệ thống giám sát và cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt cho lưu vực sông Côn - Hà Thanh và lưu vực sông Lại Giang tỉnh Bình Định:

(1) Hệ thống trạm quan trắc: Gồm các thiết bị đo tự động khí tượng, mưa, mực nước, cập nhật liên tục 5 phút/giá trị dữ liệu. Nguyên tắc trong lắp đặt trạm đo tự động:

+ Nơi trạm được lắp đặt cần đảm bảo số liệu nhất quán và tin cậy;

+ Đối với mỗi vị trí trạm, việc lựa chọn chính xác cấu hình trạm phù hợp đảm bảo độ tin cậy, tính chính xác, hiệu quả chi phí, khả năng bảo trì và độ quan trắc ổn định;

+ Trạm đo mưa: Nền đất sử dụng cho đặt trạm là đất thịt, hoặc đất pha sỏi đá, đảm bảo độ bền vững cho chân móng cột đo mưa, cũng như cột đo mưa và các thiết bị lắp đặt trên cột;

+ Trạm thủy văn: Vị trí lắp đặt trên cầu giao

thông, đảm bảo đo được vị trí Hmin và Hmax;

+ Trạm khí tượng: Vị trí lắp cần thiết trên một khoảng đất rộng, thông thoáng đảm bảo các yếu tố đo không bị ảnh hưởng bởi môi trường xung quanh như cây, nhà cao tầng,...

(2) Hệ thống Trung tâm quản lý dữ liệu cấp Tỉnh: Các số liệu quan trắc được truyền về và tổng hợp tại hệ thống này theo thời gian thực qua đường truyền GPRS, 3G, 4G. Các thiết bị phần cứng và phần mềm cần thiết được trang bị như sau:

- Máy chủ: Quản lý dữ liệu các trạm tự động để thu thập dữ liệu và cấu hình hệ thống;

- Hệ thống phụ trợ: Bao gồm các máy tính trạm và máy tính hỗ trợ chuyên dụng để hiển thị số liệu ở nơi xa.

- Và một số công cụ thiết yếu, phục vụ truyền dữ liệu.

Nhằm trao đổi dữ liệu với trung tâm khu vực; Sử dụng dữ liệu dự báo từ các trung tâm khu vực; Quản lý mạng lưới tại các Trung tâm khu vực; Cảnh báo cho các Trung tâm tỉnh.

(3) Phần mềm mã hóa dữ liệu: Phần mềm này hỗ trợ mã hóa dữ liệu quan trắc, chuyển đổi các file dữ liệu thành biên đầu vào phục vụ mô hình dự báo.

(4) Phần mềm mô hình dự báo, cảnh báo lũ ngập: Gồm bộ mô hình MIKE FLOOD, hỗ trợ tích hợp các mô hình cơn mưa - dòng chảy, nhập biên lưu lượng cho mô hình thủy lực), mô hình thủy lực 1D-2D (MIKE 11 HD và MIKE 21) mô

phỏng dòng chảy trong hệ thống kênh hở và dòng chảy tràn bờ. Kết quả mô hình là các yếu tố mực nước, ngập lũ. Sau đó đối chứng với các dữ liệu đo đạc nếu mức độ tin cậy tốt, tiến hành cập nhật lên hệ thống (bản đồ dự báo ngập, mức báo động lũ).

(5) Công cụ quản lý và hiển thị thông tin - WebGIS: Là nơi lưu trữ, truy cập, cung cấp các chức năng mà người quản trị muốn chia sẻ đến người dùng, như: Thông tin về tình hình mưa, diễn biến mực nước lũ, nguy cơ lũ lụt, ngập úng, tải về các số liệu dự báo và đo thời gian thực. Khi mực nước chạm mốc báo động cấp I,II,III, vị trí trạm đo sẽ hiển thị các lá cờ báo động tương ứng.

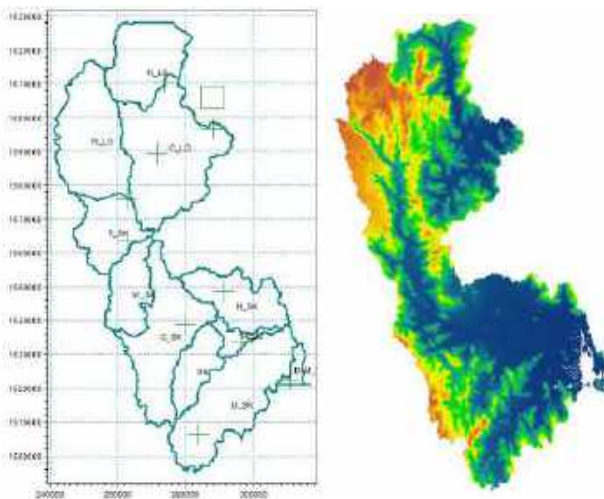
3. Thiết lập phần mềm cảnh báo, dự báo lũ và ngập lụt theo thời gian thực

3.1. Thiết lập mô hình cảnh báo, dự báo lũ và ngập lụt

a) Mô hình mưa - dòng chảy MIKE NAM

Trong quá trình phân định lưu vực, mô hình NAM sử dụng bản đồ địa hình dạng DEM đăng ký hệ tọa độ UTM WGS 84 múi 48 tương ứng với vị trí của sông, độ phân giải 30 × 30 m.

Toàn bộ lưu vực sông Kôn - Hà Thanh và Lại Giang được chia thành 11 tiểu lưu vực (Hình 2) với tổng diện tích lưu vực sông lần lượt khoảng 2.710 km² (Kôn - Hà Thanh) và 1.596,7 km² (Lại Giang). Lưu vực trong mô hình NAM được chia nhỏ dựa vào tính chất khí hậu, địa hình, các lưu vực sông nhỏ, hồ chứa và các trạm đo mưa.



Hình 2. Sơ đồ phân chia tiểu lưu vực và phân bố mưa



Hình 3. Vị trí các trạm tính toán lưu vực

b) Mô hình thủy lực MIKE 11 HD

Phạm vi tính toán trong mô hình thủy lực được thiết lập như sau:

- Lưu vực sông Lại Giang với biên tính toán thượng nguồn từ trạm thủy văn An Hòa (sông An Lão), trạm Hoài Đức (sông Kim Sơn) ra đến cửa biển; các phụ lưu sông thuộc miền tính toán bao gồm: Sông An Lão, sông Kim Sơn, sông chính Lại Giang. Số lượng mặt cắt: Sông An Lão (12 mặt cắt), sông Kim Sơn (8 mặt cắt), sông chính Lại Giang (3 mặt cắt).

- Lưu vực sông Kôn: Sông Kôn với biên thượng nguồn từ vị trí sau đập hồ Định Bình, gồm nhánh Đập Đá, nhánh Tân An. Ngoài các trục sông chính này, phần đồng bằng hạ du sông Kôn còn có hệ thống trục nhỏ nối liền với nhau

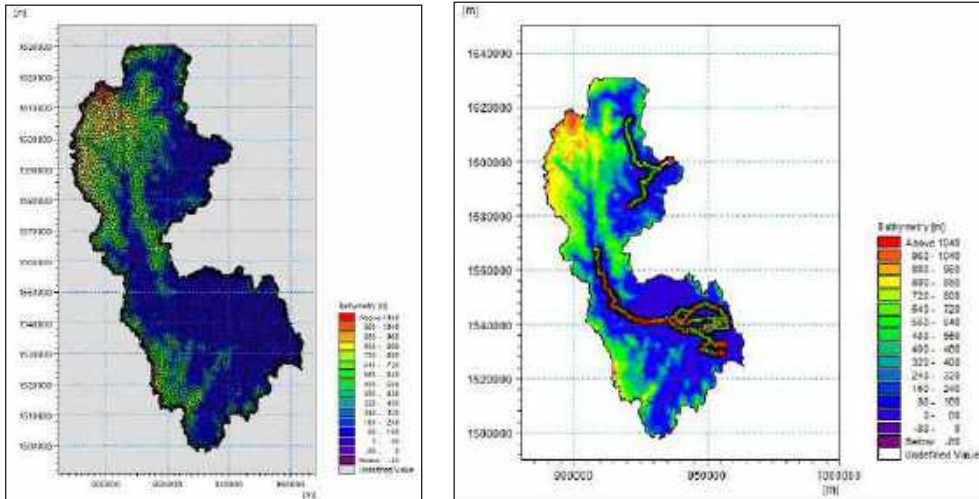
tạo thành mạng lưới sông dày đặc. Lưu vực sông Hà Thanh bắt đầu từ trạm Diêu Trì. Lưu vực sông với điểm giao tại Đầm Thị Nại. Khi sông chảy về cầu Diêu Trì được phân thành 2 nhánh Hà Thanh và Trường Úc. Hai nhánh này đổ vào đầm Thị Nại qua 2 cửa Hưng Thạnh và Trường Úc. Số lượng mặt cắt: Sông Kôn (115 mặt cắt), sông Đập Đá (56 mặt cắt), sông Sây (40 mặt cắt), sông Tân An (16 mặt cắt), sông Trường Úc (12 mặt cắt), sông Hà Thanh (43 mặt cắt).

Khoảng cách giữa các mặt cắt với nhau tương đối đồng đều và tùy vào địa hình và hình dáng sông để lựa chọn vị trí lấy mặt cắt trong mô hình thủy lực. Các lưu vực liên kết bên giữa mô hình mưa - dòng chảy và mô hình dòng chảy thủy lực:

Bảng 1. Vị trí các lưu vực gia nhập

STT	Lưu vực	Liên kết bên vào sông	Vị trí (Chainage)
1	C_LG	Sông Kim Sơn (nhánh 1)	0 - 18389,7055
2		Sông Kim Sơn (nhánh 2)	0 - 27049,9532
3		Sông An Lão	0 - 25491,5112
4		Sông Lại Giang	0 - 4632,30187
5	U_SK	Sông Sây	16535,4289 - 25744,4538
6		Sông Trường Úc	0 - 3285,76317
7		Đập Đá	33427,1767 - 36226,9106
8		Hà Thanh (nhánh 2)	0 - 12299,4235
9		Hà Thanh (nhánh 3)	0 - 2835,96012
10		Hà Thanh (nhánh 1)	0 - 10069,7154
11	HLUU	Sông Sây	3817,76977 - 16535,4305
12		Sông Tân An	0 - 13164,3144
13		Đập Đá	0 - 6317,83457
14		Sông Trường Úc	3285,76317 - 7263,96715
15		Sông Kôn	56355 - 61024,1291
16	N_SK	Đập Đá	6317,83457 - 33427,1767
17		Sông Kôn	61024,1291 - 80809,8429
18	SK	Sông Kôn	54284,6081 - 56355,5244
19		Sông Sây	117,047147 - 3817,76977
20	C_SK	Sông Kôn	31997,7047 - 54284,6081
21	W_SK	Sông Kôn	11754,7813 - 31997,7047
22	T_SK	Sông Kôn	0 - 11754,7813

c) Mô hình ngập MIKE FLOOD



Hình 4. Thiết lập mạng lưới lưu vực sông trong tính toán ngập lũ

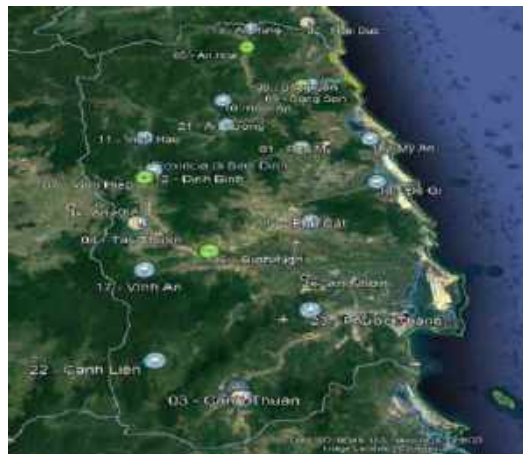
Tính toán diện ngập lưu vực sông tỉnh Bình Định, nghiên cứu ứng dụng mô hình ngập lũ kết nối 1 - 2 chiều MIKE FLOOD, vừa có dòng chảy tập trung trong các mạng lưới sông suối vừa có dòng chảy tràn trên bề mặt khi có mực nước trong sông cao hơn cao trình bờ: Sử dụng mạng lưới sông ngòi, dữ liệu mặt cắt sông, điều kiện biên từ MIKE 11 (tính toán thủy lực 1 chiều) và bản đồ số hóa địa hình thiết lập trong mô hình MIKE 21 FM (mô phỏng dòng chảy 2 chiều theo phương ngang), dữ liệu địa hình là điều thiết yếu để mô phỏng quá trình dòng chảy cũng như

chế độ thủy lực trong hệ thống sông suối.

Đặc điểm lưu vực trên miền địa hình khác nhau. Ở thượng nguồn sông chảy qua vùng núi, lòng sông hẹp, dốc, đoạn trung lưu lòng sông dần dần mở rộng có các thung lũng rộng, nông, hạ du nhiều nhánh nhỏ đổ vào nên mạng lưới đan xen trước khi đổ vào đầm phá.

3.2. Quy trình vận hành mô hình cảnh báo lũ

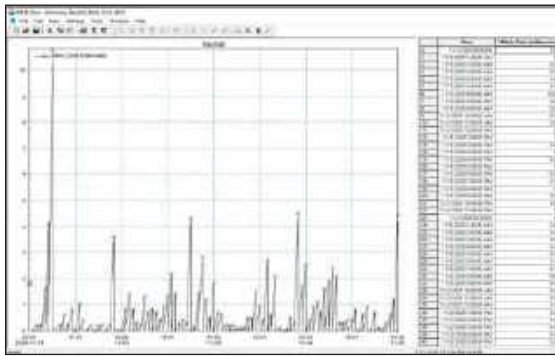
Quy trình 1: Mô-đun tự động cập nhật số liệu tại các trạm đo lường tự động, sau đó mã hóa rồi hiển thị thành các file sản phẩm và được quản lý bởi công cụ WebGIS.



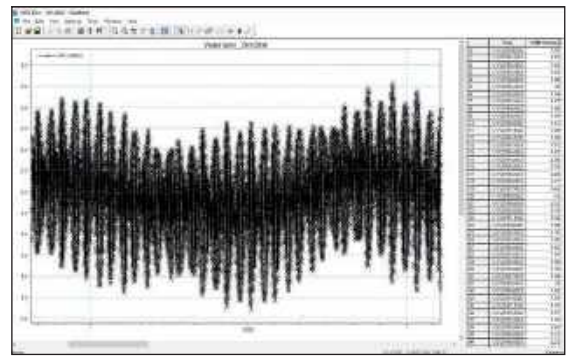
Hình 5. Vị trí lắp đặt trạm đo tự động khu vực tỉnh Bình Định

Quy trình 2: Thống kê, chuẩn hóa số liệu tự động và dự báo từ Web sang định dạng

dữ liệu file dfs0 phục vụ biên đầu vào mô hình lũ.



Hình 6. Dữ liệu mưa

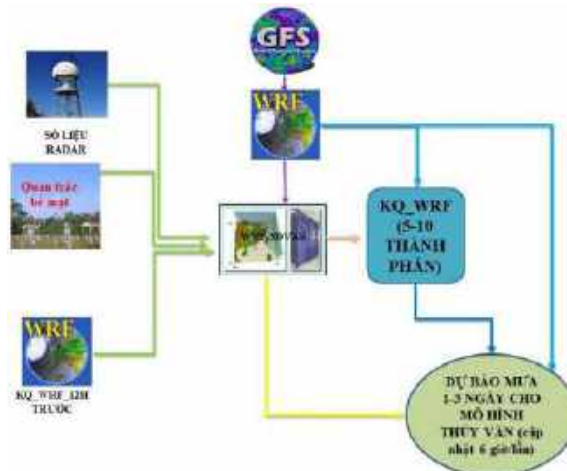


Hình 7. Dữ liệu mực nước

Quy trình 3: Lập bảng thiết kế nhận dạng kết quả mưa dự báo của mô hình thời tiết, đưa các kết quả dự báo này thành file sản phẩm tương tự như với số liệu đo tự động.

Quy trình 4: Mô phỏng dự báo lũ và ngập thời gian thực: Chuỗi thời gian thực hiện cảnh

báo, dự báo từ 1 - 3 ngày, để đảm bảo mức ổn định cho mô hình dự báo, biên đầu vào sử dụng 72 h từ số liệu quan trắc kết hợp với kết quả dự báo 12 h tiếp từ mô hình dự báo thời tiết WRF đưa ra các sản phẩm (mực nước, bản đồ ngập lũ) dự báo, cảnh báo thời gian thực.



Hình 8. Sơ đồ dự báo định lượng mưa 1 - 3 ngày cho lưu vực sông tỉnh Bình Định

Quy trình 5: Mã hóa, chuyển đổi dữ liệu, đưa các thông tin lên hệ thống WebGIS.

4. Hệ thống cảnh báo lũ thời gian thực và dự báo nguy cơ ngập lũ lưu vực sông tỉnh Bình Định

Hệ thống WebGIS có các chức năng như sau: Chức năng phân quyền người dùng, chức năng truy vấn dữ liệu, chức năng hiển thị dữ liệu:

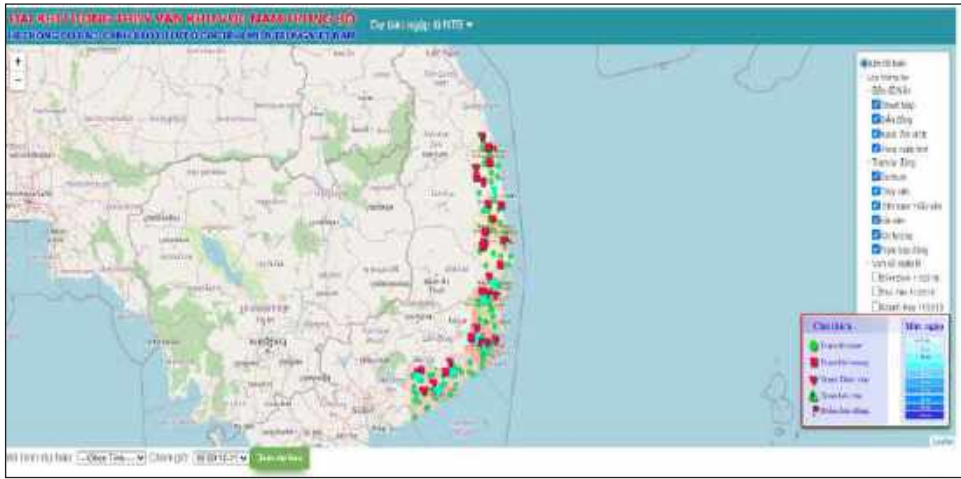
- Chức năng phân quyền truy cập: Gồm người dùng và phân quyền người quản trị.

- Chức năng truy vấn dữ liệu: Thực hiện các thao tác truy vấn của người dùng, cho phép người quản trị thực hiện các thao tác cập nhật

thông tin dữ liệu vào cơ sở dữ liệu PostgreSQL.

- Chức năng hiển thị dữ liệu: Hiển thị được các lớp bản đồ, hiển thị bản đồ theo tùy chọn của người dùng, thay đổi tỉ lệ bản đồ bằng chức năng phóng to, thu nhỏ, hiển thị thông tin về đối tượng trên bản đồ.

Nằm trong gói thầu “Thiết lập mô hình cảnh báo lũ khu vực Nam Trung Bộ”, tỉnh Bình Định được thiết lập chung trong hệ thống khu vực 5 tỉnh Nam Trung Bộ (từ Bình Định đến Bình Thuận). Trang website chính của công cụ phần mềm quản lý dữ liệu và bản đồ WebGIS như hình:



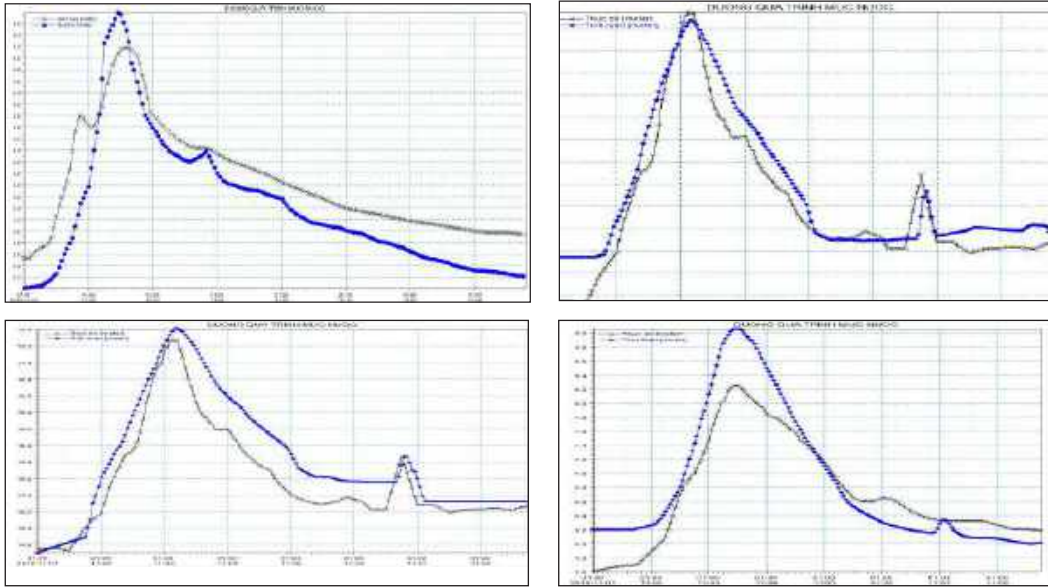
Hình 9. Màn hình chính WebGIS khu vực Nam Trung Bộ

Thử nghiệm dự báo mực nước các trận lũ lịch sử từ ngày 1/11/2016 đến 8/11/2016.

- Tại lưu vực sông Lại Giang: Trạm thủy văn

Bồng Sơn.

- Tại lưu vực sông Kôn - Hà Thanh: Trạm thủy văn Bình Tường, Bình Nghi và Thạnh Hòa.

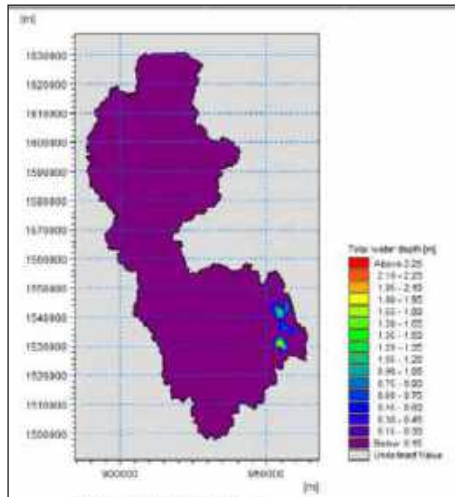


Hình 10. Kết quả dự báo mực nước tại các trạm lưu vực sông tỉnh Bình Định

Thử nghiệm dự báo ngập trận lũ tháng 11/2020

Kết quả dự báo ngập lụt bằng mô hình vào ngày 10/11/2020, thời điểm khu vực tỉnh Bình Định đang chịu ảnh hưởng từ cơn bão số 12 (Hình 11). Dựa vào thiệt hại thống kê của UBND

tỉnh Bình Định, mưa lớn do hoàn lưu bão số 12 khiến mực nước vượt cấp báo động vùng hạ lưu sông Kôn và sông Hà Thanh. Gây ngập nhiều nơi tại tỉnh Bình Định: Đặc biệt là khu vực TP. Quy Nhơn và huyện Tuy Phước, mức ngập cao nhất là 2 m, mức ngập phổ biến từ 1 - 1,5 m.



Hình 11. Kết quả mô phỏng dự báo ngập lụt bằng MIKE FLOOD

Nền tảng WebGIS cung cấp dữ liệu trên lưu vực sông Kôn - Hà Thanh và lưu vực sông Lại Giang thuộc tỉnh Bình Định gồm có các thông tin truy cập như sau:



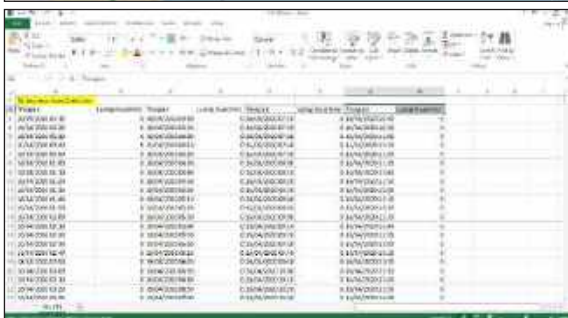
a) Gắn cờ báo động cấp mực nước loại I,II,III ứng với giá trị mực nước tại các trạm quan trắc thủy văn;

b) Giá trị mực nước hiển thị theo từng thời điểm dưới dạng biểu đồ dao động mực nước lũ trên lưu vực sông;

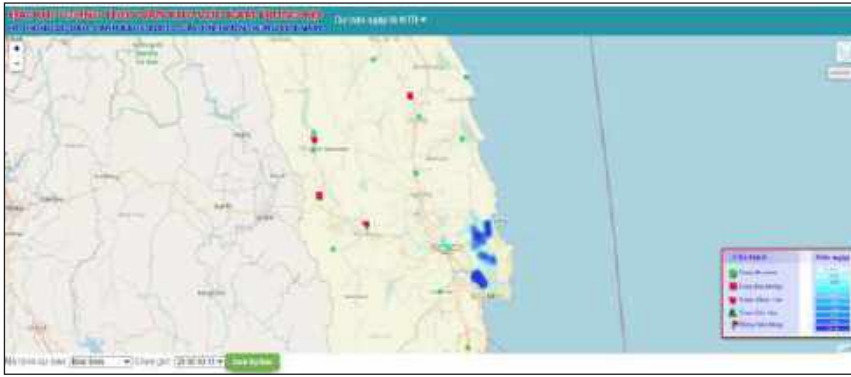
c) Hiển thị bản đồ dự báo nguy cơ ngập theo từng thang màu.



d) Thanh công cụ cho phép tải xuống các dữ liệu mưa và mực nước từ các trạm đo tự động được lắp đặt trên toàn hệ thống lưu vực nghiên cứu và truyền tải trực tuyến về máy chủ 5 phút/lần.



e) Format dữ liệu được download về máy gồm các cột thông tin liên quan đến dữ liệu đo đạc được tại thời điểm hiện tại.



f) Kết quả dự báo ngập lụt hiển thị trên WebGIS

Hình 12. Hệ thống dự báo cảnh báo ngập lụt tỉnh Bình Định

5. Kết luận

Nghiên cứu này trình bày cơ sở xây dựng hệ thống đo lường, cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt cho lưu vực sông Côn - Hà Thanh và lưu vực sông Lại Giang tỉnh Bình Định trên nền tảng WebGIS. Hệ thống cho phép sử dụng dữ liệu lượng mưa, mực nước, khí tượng thời gian thực kết hợp với bộ mô hình toán MIKE DHI nhằm hoàn thiện và nâng cao công tác cảnh báo lũ, dự báo ngập lụt các lưu vực sông của tỉnh Bình Định. Đồng thời WebGIS còn là công cụ hỗ trợ lưu trữ một lượng lớn thông tin, có chức năng cung cấp, chia sẻ và truyền tải dữ liệu đến người truy cập.

Kết quả thử nghiệm mô phỏng lại các trận lũ

lịch sử quá khứ và dự báo, cảnh báo thời gian thực đã được kiểm chứng với dữ liệu thực tế đạt mức độ khá tốt, mức đảm bảo dự báo cao. Đây sẽ là một sản phẩm có khả năng hỗ trợ chuyển giao tiến bộ khoa học và công nghệ vào thực tiễn một cách hiệu quả.

Kiến nghị

Tuy nhiên, để đưa vào ứng dụng thực tiễn, cần thiết phải thực hiện bổ sung thêm các dự báo thử nghiệm, nâng cao độ chính xác trong công tác quản lý và dự báo nghiệp vụ tại các đơn vị thụ hưởng, các dự báo viên cần thường xuyên theo dõi, cập nhật điều kiện tự nhiên, địa hình gây ảnh hưởng đến kết quả dự báo của mô hình đối với thực tế.

Lời cảm ơn: Bài báo này nghiên cứu và hoàn thành nhờ sự hỗ trợ của dự án “Tăng cường dự báo và cảnh báo lũ ở Việt Nam - giai đoạn II” với nhiệm vụ “Thiết lập mô hình dự báo lũ khu vực Nam Trung Bộ”, hoàn thành giai đoạn 2019 - 2021. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Ban chỉ huy Phòng chống thiên tai tỉnh Bình Định (2019), *Báo cáo chuyên đề thủy văn lưu vực sông Côn - Hà Thanh*.
2. Viết Hiền (2014), “Dự án Giảm thiểu rủi ro ngập lụt vùng hạ lưu sông Côn, Hà Thanh: Góp phần hạn chế thiệt hại do lũ lụt”, *Báo điện tử Bình Định*. <https://baobinhding.vn/viewer.aspx?macm=5&macmp=5&mabb=31671>.
3. Đoàn Văn Hải và cộng sự (2020), “Nghiên cứu xây dựng công cụ dự báo lưu lượng nước đến hồ sông Hình phục vụ dự báo lũ hạ lưu sông Ba”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số (2), tr. 70-77.
4. Đoàn Quang Trí (2019), “Ứng dụng mô hình thủy văn - thủy lực kết hợp mưa dự báo IFS phục vụ cảnh báo lũ, ngập lụt hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số (703), tr. 27-41.
5. Trung tâm Quy hoạch và Kiểm định xây dựng (2017), *Quy hoạch cấp nước đô thị và khu công nghiệp tỉnh Bình Định đến năm 2035*.
6. Trần Hữu Tuyên và cộng sự (2017), “Giới thiệu chương trình cảnh báo nguy cơ ngập lụt lưu vực sông Lại Giang, tỉnh Bình Định”, *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, số (126), tr. 287-293.

7. Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2019), *Xây dựng mô hình dự báo, cảnh báo và quản lý ngập cho đô thị thông minh tại Thành phố Hồ Chí Minh*.
 8. Quyết định 2208/QĐ-UBND 2013 giảm thiểu rủi ro ngập mặn vùng hạ lưu sông Hà Thanh (thuvienphapluat.vn).
 9. <https://www.tienphong.vn/xa-hoi/binh-dinh-thiet-hai-hon-1800-ty-dong-16-nguoi-chet-657155-tpo>
 10. <https://plo.vn/thoi-su/binh-dinh-lu-lon-sap-cham-moc-lu-lich-su-nam-2013-672080.html>
 11. Hệ Thống SMS - Đo Mưa - Vết Lũ (pcttbinhdinh.gov.vn)
 12. Cơ sở dữ liệu ngành thủy lợi tỉnh Bình Định (thuyloibinh Dinh.vn)
- Tài liệu tiếng Anh**
14. Laifang Li, et al. (2017), "Improvements in WRF simulation skills of south eastern United States summer rainfall: physical parameterization and horizontal resolution", *Clim. Dynam.*, Vol (43), 2077-2091, <https://doi.org/10.1007/s00382-013-2031-2>.

ENHANCING REAL-TIME FLOOD FORECASTING AND WARNING SYSTEM IN BINH DINH PROVINCE

Pham Thanh Long⁽¹⁾, Nguyen The Hung⁽²⁾, Le Hong Duong⁽³⁾, Nguyen Thao Hien⁽¹⁾

⁽¹⁾Sub-Institute of Hydrometeorology and Climate Change

⁽²⁾Mien Trung University of Civil Engineering

⁽³⁾Department of Southern Environmental Protection

Received: 2/11/2022; Accepted: 25/11/2022

Abstract: *Improving flood forecasting and warning is an essential work, in order to serve and ensure the benefits in preventing and minimizing negative impact to human and economy - society. Especially for the Central Viet Nam, which is the vulnerable to natural disasters, such as storms and floods for many years. Within the framework of the article, the authors present the system to improve the quality of flood forecasting and warning of 2 river basins of Kon - Ha Thanh and Lai Giang in Binh Dinh province. The system is built as a framework linking automatic measurement stations, predictive models, encoders and data converters managed by the online WebGIS platform. This combination creates the enhanced system of real-time flood warning and inundation forecasting, providing optimal and timely support in case of emergency.*

Keywords: *Flood warning, inundation forecasting, Kon - Ha Thanh, Lai Giang, WebGIS.*

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TỰ LÀM SẠCH NƯỚC HỒ TÂY, HÀ NỘI

Cái Anh Tú⁽¹⁾, Lê Văn Quy⁽²⁾, Nguyễn Thị Thu Trang⁽³⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

⁽²⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽³⁾Trường Cán bộ quản lý giao thông vận tải

Ngày nhận bài: 26/10/2022; ngày chuyển phản biện: 27/10/2022; ngày chấp nhận đăng: 25/11/2022

Tóm tắt: Hồ Tây là hồ tự nhiên tọa lạc ở Tây Bắc Hà Nội với diện tích hơn 500 ha có chu vi 18 km. Cũng như các thủy vực khác, nước hồ Tây vẫn còn khả năng tự làm sạch với điều kiện liên quan đến một số yếu tố trong đó có lượng oxy hòa tan trong nước hồ (DO). Khi lượng chất thải tăng, khả năng tự làm sạch của hồ không đáp ứng, kéo theo suy giảm DO trong nước, từ đó dẫn đến những thay đổi bất lợi đến đời sống của thủy sinh vật. DO được sử dụng như một thông số để đánh giá mức độ ô nhiễm chất hữu cơ của các nguồn nước. DO còn có ý nghĩa lớn đối với quá trình tự làm sạch của hồ. Khi DO giảm thấp (< 4 mg/l) cá và các động vật thủy sinh khác bị chết, nước sẽ trở nên có màu đen và bốc mùi hôi thối. Nguồn cung cấp oxy chủ yếu là từ khí quyển và từ sự quang hợp của các loài thực vật trong nước. Sự tụt giảm oxy được gây ra do nhiều yếu tố, trong đó quan trọng nhất là nhu cầu oxy sinh học (BOD). Kết quả cho thấy nếu tình trạng dư thừa chất dinh dưỡng trong hồ kéo dài có thể ảnh hưởng đến độ dày thiếu khí của lớp nước đáy hồ và sẽ tiếp tục di chuyển lên phía trên thuộc lớp nước mặt của hồ. Tình trạng này có thể kéo theo làm giảm khả năng tự làm sạch của hồ. Khả năng tự làm sạch của hồ được đánh giá dựa trên tỷ lệ giá trị hằng số tốc độ nạp oxy (K2) và hằng số tốc độ khử oxy (K1). Giá trị tỷ lệ tự làm sạch (K2/K1) Hồ Tây trung bình vào mùa khô là 1,6, mùa mưa là 2,24 và thuộc phạm vi có khả năng tự làm sạch (> 1).

Từ khóa: Hồ Tây, tốc độ khử oxy (K1), tốc độ nạp oxy (K2).

1. Mở đầu

Hồ Tây là hồ tự nhiên tọa lạc ở Tây Bắc Hà Nội với diện tích hơn 500 ha có chu vi 18 km. Cũng như các thủy vực khác, nước hồ Tây vẫn còn khả năng tự làm sạch với điều kiện liên quan đến một số yếu tố trong đó có lượng oxy hòa tan trong nước hồ (DO). Khi lượng chất thải tăng, khả năng tự làm sạch của hồ không đáp ứng, kéo theo suy giảm DO trong nước, từ đó dẫn đến những thay đổi bất lợi đến đời sống của thủy sinh vật. DO được sử dụng như một thông số để đánh giá mức độ ô nhiễm chất hữu cơ của các nguồn nước. DO còn có ý nghĩa lớn đối với quá trình tự làm sạch của hồ. Khi DO giảm thấp (< 4 mg/l) cá và các động vật thủy sinh khác bị chết, nước sẽ trở nên có màu đen và bốc mùi hôi thối. Nguồn cung cấp oxy chủ yếu là từ khí

quyển và từ sự quang hợp của các loài thực vật trong nước.

Sự tụt giảm oxy được gây ra do nhiều yếu tố, trong đó quan trọng nhất là nhu cầu oxy sinh học (BOD). Nếu tình trạng dư thừa chất dinh dưỡng trong hồ kéo dài có thể ảnh hưởng đến độ dày thiếu khí của lớp nước đáy hồ và sẽ tiếp tục di chuyển lên phía trên thuộc lớp nước mặt của hồ. Tình trạng này có thể kéo theo làm giảm khả năng tự làm sạch của hồ. Đánh giá khả năng tự làm sạch của hồ được dựa trên tỷ lệ giá trị hằng số tốc độ nạp oxy (K2) và hằng số tốc độ khử oxy (K1).

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Tại vùng lưu vực Hồ Tây, nguồn thải điếm theo các cống vào rất nhiều (khoảng 30 cống, nhưng cho đến nay chỉ còn một số nguồn thải điếm bao gồm: Cống Cái (công viên nước Hồ Tây), cống Xuân La (đưa nước ra Hồ Tây khi mực

Liên hệ tác giả: Cái Anh Tú

Email: caianhtu1984@gmail.com

nước cao), Cống Trích Sài (phường Bưởi), Cống Đô (Thụy Khê - điều tiết mực nước hồ ra sông Tô Lịch khi cao), Cống Trúc Bạch (thông với hồ Trúc Bạch), cống gần Khách sạn Sheraton, cống Quảng An (gần phủ Tây Hồ). Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu lựa chọn đánh giá tại 01 vị trí giữa hồ nhằm đại diện cho chất lượng nước của Hồ Tây. Bên cạnh đó, trong quá trình khảo sát thực tế, nhóm lựa chọn thêm 04 vị trí: Gần cống Xuân La, gần cống Đô (Thụy Khê), gần cống Trúc Bạch, Quảng An (gần phủ Tây Hồ); đây là những vị trí thường xuyên có nguồn nước thải xả trực tiếp vào hồ.

2.1. Phương pháp lấy mẫu và phân tích

Vị trí lấy mẫu:

Mẫu nước được lấy tại 5 vị trí trong hồ (1 điểm giữa hồ và 4 điểm xung quanh hồ, nơi gần các cống chính tiếp nhận nước xả vào hồ (Bảng 1). Mẫu nước được lấy ở 2 lớp nước: Mẫu nước mặt ở độ sâu 30 cm kể từ mặt nước và mẫu nước đáy 30 cm cách đáy hồ.

Bảng 1. Nếu được đưa lên bản đồ vị trí lấy mẫu nước

TT	Mô tả vị trí	Tọa độ (X, Y)
1	Giữa hồ	21°04'9", 105°49'10"
2	Gần cống Xuân La	21°03'38", 105°48'33"
3	Gần cống Đô (Thụy Khê)	21°02'37", 105°50'33"
4	Gần cống Trúc Bạch	21°02'37", 105°50'32"
5	Quảng An (gần phủ Tây Hồ)	21°03'3', 105°48'5"

Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu:

Mẫu nước được lấy 2 mùa, mùa mưa (tháng 7 và 8) và mùa khô (tháng 2 và 3) năm 2021, tần suất 1 tháng/đợt với độ lặp 2 mẫu (sáng và chiều) trong 1 ngày. Kết quả lấy mẫu và phân tích các mẫu nước hồ Tây theo các chỉ tiêu: Nhiệt độ, pH, DO (đo tại chỗ) và BOD (phân tại phòng thí nghiệm).

Bảng 2. Các phương pháp phân tích

Thông số cụ thể	Phương pháp phân tích
Amoni (N-NH ₄ ⁺)	TCVN 6620:2000
Nitrat (N-NO ₃ ⁻)	TCVN 6180:1996
Photphat (P-PO ₄ ³⁻)	TCVN 6202:2008
Tổng Nitơ	TCVN 6638:2000
Tổng photpho	TCVN 6202:2008
BOD	TCVN 6001-1:2008
COD	TCVN 6491:1999

Tốc độ gió lấy mẫu tại cách mặt hồ 30 cm được đo bằng máy đo tốc độ, hướng gió dạng cốc AM-4836C hãng Total Meter.

2.3. Tính toán tỷ lệ tự làm sạch

Tỷ lệ tự làm sạch của hồ Tây được xác định dựa trên giá trị K₁, K₂ và tỷ lệ tự làm sạch (K₂/K₁). Hằng số K₁ được tính bằng phương pháp độ dốc của Thomas, thông qua xử lý bình phương nhỏ nhất của dạng cơ bản của phương trình phản ứng bậc nhất.

$$\frac{dy}{dx} = K_1(L_a - y) = K_1L_a - K_1y \quad (1)$$

$$a\sum y + b\sum y^2 - \sum yy' = 0 \quad (2)$$

$$na + b\sum y - \sum y' = 0 \quad (3)$$

Trong đó:

dy: Mức tăng BOD trên một đơn vị thời gian tại thời điểm t.

K₂: Tốc độ khử oxy mỗi ngày các chất hữu cơ, thể hiện cho khả năng tự làm sạch các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học (BOD) trong nước hồ trong điều kiện cụ thể của các yếu tố nhiệt độ, vận tốc dòng chảy và các yếu tố môi trường khác.

L₀: Lượng BOD ban đầu nước hồ (mg/l).

y': BOD trong thời gian t, mg/l.

Phương trình vi phân (1) là tuyến tính giữa dy/dt và y.

Gọi y' = dy/dt là tỷ lệ thay đổi BOD và n là số lần đo BOD-1.

K₁ được tính toán bằng cách sử dụng hai phương trình:

Bằng cách sử dụng phương trình (2) và (3) sẽ xác định được giá trị b và K1.

Tỷ lệ xác nhận lại (K2) được tính toán bằng cách sử dụng phương trình Thomann và Fitzpatrick:

$$K_2(/day) = \frac{\sqrt{U_0}}{H^2} + \frac{0,728U_w^{0,5} - 0,317U_w + 0,0327U_w^2}{H}$$

$$= 3,93 H^2$$

Trong đó:

U_0 : Vận tốc dòng chảy ngang (m/s).

H : Độ sâu hồ (m).

U_w : Tốc độ gió cách mặt hồ 30 cm (m/s).

Bảng 3. Đặc điểm về tốc độ dòng chảy, tốc độ gió và chất lượng nước hồ Tây

Thông số	Đơn vị	Mùa mưa	Mùa khô	QCVN 08/2015 Cột B1
Tốc độ dòng chảy	m/s	0,1 - 0,17	0,03 - 0,07	
Tốc độ gió	m/s	0,4 - 3,8	0,1 - 2,9	
Nhiệt độ nước hồ	°C	22,2 - 29,7	24,4 - 32,7	
pH		5,29 - 9,41	7,1 - 10	
DO	mg/l			≥ 4
BOD	mg/l	2,75 - 18,85	5,87 - 37,21	15
COD	mg/l			30

Độ pH:

Kết quả đo đạc cho thấy, độ pH của nước hồ Tây tương đối cao và có dấu hiệu kiềm tính cả mùa mưa và mùa khô (pH = 9,41 - 10). Giá trị pH nước hồ kiềm tính thể hiện hồ đã và đang trải qua quá trình phú dưỡng do chất thải hữu cơ từ các nguồn gây ô nhiễm nội tại hồ (lớp bùn đáy).

Oxy hòa tan (DO):

Oxy hòa tan cần thiết cho sinh vật thủy sinh phát triển, nó là điều kiện không thể thiếu của quá trình phân hủy hiếu khí của vi sinh vật. Khi nước bị ô nhiễm do các chất hữu cơ dễ bị phân hủy bởi vi sinh vật thì lượng oxy hòa tan trong nước sẽ bị tiêu thụ giảm đi. DO có ý nghĩa đối với quá trình tự làm sạch của thủy vực. Kết quả quan trắc cho thấy, giá trị DO trong nước hồ so với QCVN 08/2015, cột B1 đều ở mức giới hạn cho phép (≥ 4 mg/l).

Kết quả quan trắc còn cho thấy, giá trị DO ở

3. Kết quả và thảo luận

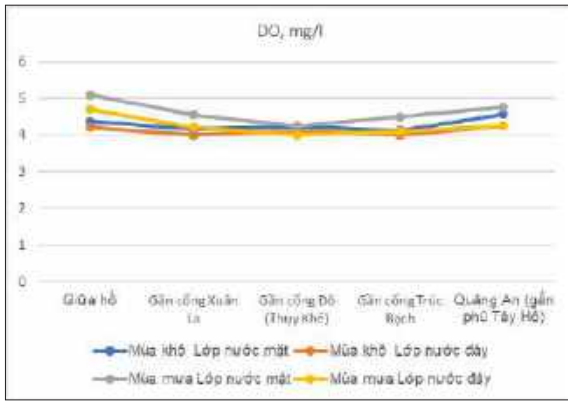
3.1. Đặc điểm chất lượng nước hồ Tây

Các đặc điểm về tốc độ dòng chảy, tốc độ gió và chất lượng nước hồ Tây được trình bày trong Bảng 3.

Hồ Tây có tốc độ dòng chảy mùa mưa cao hơn mùa khô, cụ thể mùa khô từ 0,03 m/s đến 0,07 m/s mùa mưa từ 0,1 m/s đến 0,17 m/s. Tốc độ gió lớp nước mặt hồ về mùa mưa cao hơn mùa khô, cụ thể mùa khô từ 0,1 m/s đến 2,9 m/s, mùa mưa từ 0,4 m/s đến 3,8 m/s. Nhiệt độ nước hồ nằm trong khoảng 22,7 - 32,7°C, ở lớp nước mặt hồ có nhiệt độ cao hơn một chút (28,6°C) so với lớp nước đáy hồ (27,5°C).

nước mặt luôn cao hơn so với lớp nước đáy hồ và giá trị DO mùa mưa cao hơn 1 chút so với mùa khô. Cụ thể, giá trị DO trung bình tại lớp nước mặt xác định được trong khoảng từ 4,12 mg/l đến 4,57 mg/l, trung bình 4,3 mg/l, tại lớp nước đáy xác định được trong khoảng từ 4 mg/l đến 4,25 mg/l, trung bình 4,1 mg/l. Mùa mưa giá trị DO trung bình tại lớp nước mặt xác định được trong khoảng từ 4,5 mg/l đến 5,1 mg/l, trung bình 4,63 mg/l, tại lớp nước đáy xác định được trong khoảng từ 4 mg/l đến 4,7 mg/l, trung bình 4,25 mg/l (Hình 1).

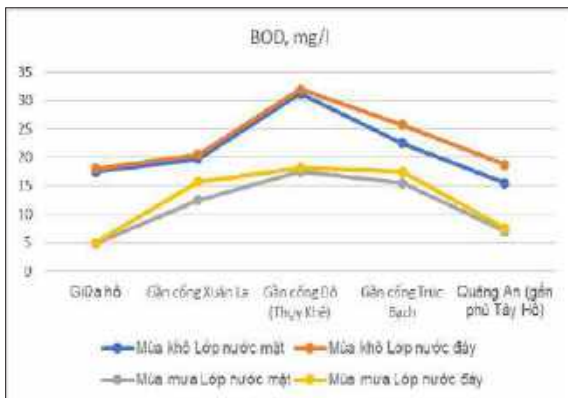
Lý do giá trị DO nước hồ vào mùa mưa cao hơn so với mùa khô, một phần do nước mưa đã bổ sung oxy (tái tạo) từ khí quyển vào nước do gió. Dựa trên độ sâu, sự thay đổi nồng độ DO không đáng kể. Tình trạng này có thể do sự xáo động của nước, do gió và lượng mưa trên bề mặt của hồ gây ra sự khuếch tán oxy đến một độ sâu nhất định.



Hình 1. Giá trị DO lớp nước mặt và đáy, một số vị trí quan trắc theo mùa tại Hồ Tây

Nhu cầu oxy sinh học (BOD):

Kết quả quan trắc cho thấy, trong tất cả các điểm lấy mẫu hồ, giá trị BOD về mùa khô cao hơn so với mùa mưa, cụ thể: Về mùa khô, giá trị BOD từ 15,5 mg/l đến 25,7 mg/l, mùa mưa từ 4,8 mg/l đến 18,2 mg/l. Tất cả các thời điểm quan trắc, giá trị BOD nước hồ tại mùa khô luôn cao hơn QCVN 08/2015, cột B1. Trong khi đó về mùa mưa 2/5 điểm quan trắc có giá trị BOD nước hồ đạt QCVN 08/2015, cột B1. Giá trị BOD về mùa mưa có xu hướng thấp hơn mùa khô. Nguyên nhân, giá trị BOD về mùa mưa có xu hướng thấp hơn mùa khô một phần do nước mưa đã pha loãng chất ô nhiễm làm giá trị BOD nước hồ.



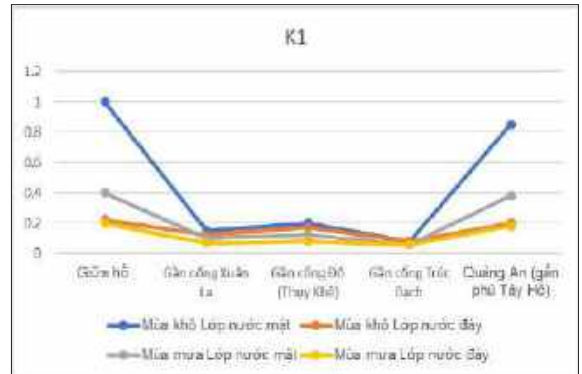
Hình 2. Giá trị BOD lớp nước mặt và đáy, một số vị trí quan trắc theo mùa tại Hồ Tây

Bên cạnh đó, kết quả quan trắc cũng chỉ ra rằng, giá trị BOD tăng theo độ sâu của hồ, trong tất cả các điểm lấy mẫu về mùa mưa và mùa khô, giá trị BOD tại lớp nước đáy hồ luôn cao hơn giá trị

BOD tại lớp nước mặt hồ (Hình 2).

Hằng số tốc độ khử oxy ngày-1 (K1):

Giá trị của K1 tại các điểm quan trắc trong mùa mưa và mùa khô được thể hiện trong Hình 3 dưới đây:



Hình 3. Hằng số tốc độ khử oxy ngày-1 (K1) lớp nước mặt và đáy, một số vị trí quan trắc theo mùa tại Hồ Tây

Bảng 4. Giá trị K1 hồ Tây

TT	Vị trí	Mùa khô		Mùa mưa	
		Lớp nước mặt	Lớp nước đáy	Lớp nước mặt	Lớp nước đáy
1	Giữa hồ	1	0,22	0,4	0,2
2	Gần cống Xuân La	0,15	0,12	0,1	0,07
3	Gần cống Đô (Thụy Khê)	0,2	0,17	0,12	0,08
4	Gần cống Trúc Bạch	0,08	0,08	0,06	0,06
5	Quảng An (gần phủ Tây Hồ)	0,85	0,2	0,38	0,18

Từ Hình 3 có thể nhận thấy trong tất cả các điểm đo đặc cả mùa khô và mùa mưa, tốc độ khử oxy ở các lớp nước mặt cao hơn so với lớp nước đáy hồ, cụ thể là:

Tại lớp nước mặt, mùa khô giá trị K1 xác định tại lớp nước mặt các điểm giao động từ 0,15 ngày-1 đến 1,0 ngày-1, mùa mưa từ 0,06 /ngày đến 0, ngày-1.

Tại lớp nước đáy, mùa khô giá trị K1 xác định

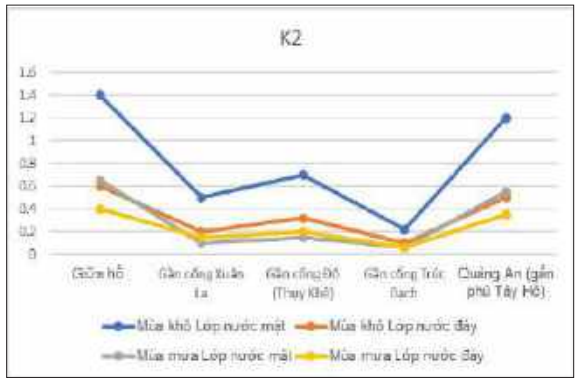
tại lớp nước mặt các điểm giao động từ 0,08 ngày-1 đến 0,22 ngày 01, mùa mưa từ 0,06/ngày đến 0,2 ngày 01.

Phân hủy sinh học các chất hữu cơ đặc trưng bằng hệ số K1 là quá trình chuyển hóa chủ yếu tạo nên khả năng tự làm sạch của hồ. Tuy nhiên hệ số này phụ thuộc vào các điều kiện thực tế dòng chảy như: Nhiệt độ, vận tốc dòng chảy và các điều kiện môi trường khác như giá trị K1 mùa khô cao có liên quan đến lượng DO và BOD trong nước hồ. Trong mùa mưa, giá trị DO trung bình đo được tại lớp nước mặt và đáy là 4,63 mg/l và 4,25 mg/l, BOD là 11,46 mg/l và 12,78 mg/l, trong khi đó về mùa khô, DO đo được tại lớp nước mặt và đáy là là 4,3 mg/l và 4,1 mg/l, BOD trung bình là 21,28 mg/l và 22,98 mg/l.

Bên cạnh đó, yếu tố nhiệt độ cũng góp phần ảnh hưởng đến giá trị K1, cụ thể là vào mùa mưa, nhiệt độ giảm xuống còn từ 22,2°C đến 29,7°C cùng với quá trình pha loãng xảy ra nên lượng hữu cơ (BOD) thấp, tiếp theo đó giảm tốc độ khử oxy. Ngược lại, về mùa khô với nhiệt độ từ 24,4°C đến 32,7°C, lượng chất hữu cơ tăng, kéo theo làm tốc độ khử oxy tăng lên.

Hằng số tốc độ nạp không khí ngày-1 (K2)

Giá trị của tỷ lệ tái hiện (K2) tại các điểm lấy mẫu về mùa mưa và mùa khô được thể hiện trong Hình 4 dưới đây:



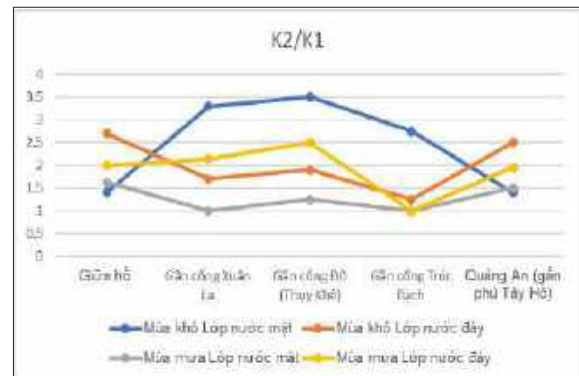
Hình 4. Hằng số tốc độ nạp không khí ngày-1 (K2) lớp nước mặt và đáy, một số vị trí quan trắc theo mùa tại Hồ Tây

Bảng 5. Giá trị K2 hồ Tây

TT	Vị trí	Mùa khô		Mùa mưa	
		Lớp nước mặt	Lớp nước đáy	Lớp nước mặt	Lớp nước đáy
1	Giữa hồ	1,4	0,6	0,65	0,4
2	Gần cống Xuân La	0,5	0,2	0,1	0,15
3	Gần cống Đô (Thụy Khê)	0,7	0,32	0,15	0,2
4	Gần cống Trúc Bạch	0,22	0,1	0,06	0,06
5	Quảng An (gần phủ Tây Hồ)	1,2	0,5	0,55	0,35

Nhìn chung, lớp nước mặt hồ có khả năng tự làm sạch nhanh hơn lớp nước đáy hồ. Sự khác biệt về giá trị tỷ lệ tự làm sạch ở mỗi điểm quan trắc có sự khác biệt về mức độ ô nhiễm hữu cơ, lượng ôxy, tốc độ gió, vận tốc dòng chảy tại mỗi điểm quan trắc.

Tỷ lệ tự làm sạch (K2/K1):



Hình 5. Tỷ lệ tự làm sạch (K2/K1) lớp nước mặt và đáy, một số vị trí quan trắc theo mùa tại Hồ Tây

Hệ số tự làm sạch của hồ Tây chính là hằng số tốc độ khử oxy K1 được xác định trên cơ sở lấy mẫu nước phân tích nhiệt độ, DO và BOD vào các thời điểm mùa mưa và mùa khô.

Bảng 6. Giá trị K2/K1 Hồ Tây

TT	Vị trí	Mùa khô		Mùa mưa	
		Lớp nước mặt	Lớp nước đáy	Lớp nước mặt	Lớp nước đáy
1	Giữa hồ	1,4	2,7	1,625	2
2	Gần cống Xuân La	3,3	1,7	1	2,14
3	Gần cống Đô (Thụy Khê)	3,5	1,9	1,25	2,5
4	Gần cống Trúc Bạch	2,75	1,25	1	1
5	Quảng An (gần phủ Tây Hồ)	1,4	2,5	1,5	1,95

Kết quả tính toán giá trị tỷ lệ tự làm sạch (K2/K1) Hồ Tây cho thấy, tỷ lệ tự làm sạch nằm trong khoảng từ 1 đến 1,95 (trung bình 1,6) vào mùa mưa, trong khi vào mùa khô từ 1,4 đến 3,5

(trung bình là 2,24). Như vậy, hệ số tự làm sạch của mùa khô cao hơn mùa mưa. Nhiệt độ cao và tốc độ gió trong mùa khô đã góp phần làm tăng tỷ lệ tự làm sạch và tỷ lệ tự làm sạch.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, giá trị K2/K1 thể hiện khả năng tự làm sạch ở lớp nước mặt hồ cao hơn so với lớp nước đáy hồ. Ngoài ra, tổng thể tỷ lệ tự làm sạch của Hồ Tây vẫn nằm trong phạm vi tự làm sạch vì giá trị tỷ lệ tự làm sạch lớn hơn 1.

4. Kết luận

1. Chất lượng của Hồ Tây không đáp ứng QCVN 08/2015, cột B, nước dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự. Nhìn chung, lớp nước mặt hồ có khả năng tự làm sạch nhanh hơn lớp nước đáy hồ và mùa mưa có khả năng tự làm sạch tốt hơn mùa khô.

2. Giá trị tỷ lệ tự làm sạch (K2/K1) Hồ Tây trung bình vào mùa khô là 1,6, mùa mưa là 2,24 nằm trong phạm vi tự làm sạch vì > 1.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

- Viện Tài nguyên và Môi trường (2017), *Báo cáo tổng hợp: Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp bảo tồn đa dạng sinh học Hồ Tây, thành phố Hà Nội, Hà Nội.*
- Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường Đại học Bách khoa Hà Nội (2018), *Báo cáo đánh giá Tác động Môi trường Dự án nạo vét bùn, bổ cập nước và xây dựng cột phun nước cho Hồ Tây, Hà Nội.*

Tài liệu tiếng Anh

- A.I. Ahiarakwem et al (2012), "Self purification potential of a tropical lake: Case study of Oguta Nigeria", *International Journal of Emerging trends in Engineering and Development*, Issue 2, Vol.1, pp.313-323.
- R. Thomann, J.F. Fitzpatrick (1982), *Calibration and verification of mathematical models of the eutrophication of estuaries potomac*, Hydroqual Inc. Mahwah.
- R. Theses (1975), *A study of assimilative capacities for receiving streams of Florida*, Technological University.
- T.S. Eckenfelder (1991), *Deoxygenation rate for surface water and wastewater*, Harpers and Row, New York.

DETERMINATION OF PURIFICATION RATIO OF WEST LAKE IN HANOI

Cai Anh Tu⁽¹⁾, Le Van Quy⁽²⁾, Nguyen Thi Thu Trang⁽³⁾

⁽¹⁾VNU University of Science, Vietnam National University, Hanoi

⁽²⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽³⁾Institute for Transport Administration and Management Cadres

Received: 26/10/2022; Accepted: 25/11/2022

Abstract: West Lake is a natural lake located in the Northwest of Hanoi with an area of more than 500 hectares with a circumference of 18 km. Like other water bodies, West Lake water is still capable of self-cleaning with conditions related to a number of factors including the dissolved oxygen (DO) value of lake water. When the amount of waste increases, the self-cleaning capacity of the lake does not respond, leading to a decrease in DO in the water, thereby leading to adverse changes to aquatic life. DO is used as a parameter to assess the level of organic pollution of water sources. DO also has great significance for the self-cleaning process of the lake. When DO drops low (< 4 mg/l) fish and other aquatic animals die, the water becomes black and has a foul odor. The main source of oxygen is from the atmosphere and from photosynthesis by aquatic plants. Oxygen depletion is caused by many factors, the most important of which is Biological Oxygen Demand (BOD). The results indicated that if the condition of excess nutrients in the lake is prolonged, it can affect the anoxic thickness of the lake bottom layer and will continue to move upward in the surface water of the lake. This situation can lead to a decrease in the self-cleaning capacity of the tank. The self-cleaning capacity of the tank is evaluated based on the ratio of the value of the air intake rate constant (K_2) and the oxygen reduction rate constant (K_1). The value of self-cleaning rate (K_2/K_1) on West Lake in dry season is 1.6 and in rainy season is 2.24 which belongs to the self-cleaning range (>1).

Keywords: West Lake, Deoxygenation rate (K_1), Reaeration rate (K_2).

NGHIÊN CỨU ĐỊNH HƯỚNG PHỐI HỢP GIỮA CÁC ĐẦU MỐI QUỐC GIA PHỤC VỤ GIÁM SÁT MỨC ĐỘ HOÀN THÀNH MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG 6 VỀ NƯỚC SẠCH VÀ VỆ SINH

Nguyễn Tú Anh, Đỗ Thị Ngọc Bích, Hoàng Bích Ngọc, Phạm Lan Anh
Viện Khoa học tài nguyên nước

Ngày nhận bài: 15/9/2022; ngày chuyển phản biện: 16/9/2022; ngày chấp nhận đăng: 12/10/2022

Tóm tắt: Mục tiêu phát triển bền vững 6 (SDG 6) về nước sạch và vệ sinh được xác định là một mục tiêu mang tính huyết mạch và có tác động xúc tác trong toàn bộ Chương trình nghị sự 2030 về Phát triển bền vững của Liên hợp quốc. Các chỉ tiêu cụ thể của SDG 6 không hoàn toàn độc lập mà có mối liên hệ chặt chẽ với nhau. Các chỉ tiêu này tạo thành một mạng lưới tương tác phức tạp. Hiểu được mối liên hệ giữa các chỉ tiêu này có thể giúp xác định hệ thống phối hợp có định hướng giữa các đầu mối và các cơ quan, tổ chức có liên quan trong việc chia sẻ dữ liệu hoặc phối hợp với nhau trong công tác thu thập và tổng hợp dữ liệu. Theo đó, công tác giám sát và đánh giá sẽ được tăng cường hiệu quả và tối đa hóa sức mạnh tổng hợp. Nghiên cứu này tổng hợp và phân tích nhu cầu thu thập và chia sẻ thông tin giữa các đầu mối kỹ thuật trong việc báo cáo mức độ hoàn thành chỉ tiêu SDG6. Đồng thời, nghiên cứu cũng xem xét sự tương đồng về mặt dữ liệu giữa các chỉ tiêu và đánh giá khả năng chia sẻ thông tin dữ liệu giữa các đầu mối kỹ thuật. Từ đó báo cáo đưa ra định hướng phối hợp và các khuyến nghị nhằm hướng tới việc thiết lập một quy trình giám sát và đánh giá tổng thể nhằm tăng cường hiệu quả nguồn lực thực hiện.

Từ khóa: Đầu mối SDG 6, giám sát tích hợp, sơ đồ phối hợp.

1. Mở đầu

Để thay thế dần mô hình phát triển kinh tế “nâu” phụ thuộc nhiều vào tài nguyên thiên nhiên, nhiên liệu hóa thạch, gây ô nhiễm môi trường, suy thoái tài nguyên và mất cân bằng sinh thái và tăng cường ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH), Liên Hợp Quốc (LHQ) đã đưa ra Chương trình nghị sự 2030, gồm có 17 mục tiêu chung và 169 mục tiêu cụ thể về phát triển bền vững (PTBV) [2]. Các mục tiêu trong Chương trình nghị sự 2030 được xem như là định hướng mang tính toàn cầu và mỗi quốc gia cần phải đặt ra các mục tiêu phù hợp với bối cảnh của quốc gia để thực hiện. Đồng thời, các quốc gia cũng sẽ phải quyết định cách thức thực hiện và lồng ghép những chỉ tiêu PTBV toàn cầu vào quá trình lập kế hoạch và xây dựng các chiến lược, chính sách của quốc gia. Dựa trên các chỉ tiêu đối với từng mục tiêu cụ thể, các hoạt động giám sát và

đánh giá tiến trình đạt được các mục tiêu PTBV được thực hiện để hỗ trợ các nhà hoạch định chính sách ở tất cả các cấp chính quyền xác định các thách thức và cơ hội, đặt ra các ưu tiên theo kết quả đánh giá tiến độ thực hiện, xác định rõ vai trò trách nhiệm của các bên liên quan đồng thời thúc đẩy các nguồn lực hỗ trợ từ hệ thống nhà nước và khối tư nhân. Quá trình thu thập dữ liệu, đánh giá và báo cáo được các đầu mối kỹ thuật quốc gia tiến hành với sự hỗ trợ thực hiện của đầu mối chung quốc gia.

Mặc dù các mục tiêu PTBV toàn cầu được định hình với 17 mục tiêu riêng biệt, chúng vốn có liên kết với nhau tạo thành một hệ thống không thể phân chia với ba khía cạnh xã hội, kinh tế và môi trường. Mặt khác, đạt được một mục tiêu hoặc một mục tiêu cụ thể có thể góp phần đạt được các mục tiêu cụ thể và mục tiêu khác. Trong các mục tiêu PTBV, Mục tiêu PTBV 6 (SDG 6) về nước sạch và vệ sinh hướng tới “đảm bảo sự sẵn có và quản lý bền vững nước và vệ sinh cho tất cả mọi người vào năm 2030” được

Liên hệ tác giả: Đỗ Thị Ngọc Bích
Email: bichdam555@gmail.com

xác định là một mục tiêu liên quan đến huyết mạch của xã hội và hành tinh, có tác động xúc tác trong toàn bộ Chương trình nghị sự 2030 [3]. Ví dụ, cải thiện vệ sinh cũng giúp làm cho các thành phố phát triển bền vững hơn (Mục tiêu 11). Cải thiện vệ sinh có thể đem đến nhiều việc làm hơn (Mục tiêu 8) và cũng sẽ dẫn đến tăng trưởng kinh tế (Mục tiêu 8). Tiến bộ SDG 6 thúc đẩy cải thiện sức khỏe con người (Mục tiêu 3) và công bằng xã hội (Mục tiêu 16).

Bên cạnh việc có mối liên hệ với các mục tiêu PTBV khác, các chỉ tiêu cụ thể của SDG 6 cũng không hoàn toàn độc lập và có mối liên hệ chặt chẽ với nhau. Các chỉ tiêu này tạo thành một mạng lưới tương tác phức tạp. Hiểu được mối liên hệ giữa các chỉ tiêu này có thể giúp xác định hệ thống phối hợp có định hướng giữa các đầu mối và các cơ quan, tổ chức có liên quan trong việc chia sẻ dữ liệu hoặc phối hợp với nhau trong công tác thu thập và tổng hợp dữ liệu. Theo đó, hiệu quả nguồn lực sử dụng trong giám sát và đánh giá sẽ được tăng cường và tối đa hóa sức mạnh tổng hợp. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện để xác định được một quy trình mà trong đó định hướng phối hợp giữa các đầu mối kỹ thuật quốc gia một cách hiệu quả, góp phần quan trọng vào thành công của tiến trình đạt được các mục tiêu PTBV nói chung và SDG 6 nói riêng vào năm 2030 của Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên phương pháp nghiên cứu bàn giấy nhằm tổng hợp và phân tích các tài liệu liên quan đến các chỉ tiêu và chỉ số cụ thể của SDG 6, yêu cầu số liệu và phương pháp tính toán, sự tương đồng giữa các chỉ số, kinh nghiệm và khó khăn trong thu thập và chia sẻ dữ liệu giữa các bên liên quan trên thế giới và tại Việt Nam. Để đảm bảo tính phù hợp và thực tế của nghiên cứu, kinh nghiệm của nhóm nghiên cứu thu được qua các nỗ lực giám sát và hỗ trợ các hoạt động thu thập và đánh giá SDG 6 tại Việt Nam cũng được đưa vào trong các phân tích.

Như đã đề cập ở trên, các chỉ tiêu cụ thể của SDG 6 có mối liên hệ chặt chẽ với nhau tạo thành một mạng lưới tương tác phức tạp. Để đánh giá và đề xuất được định hướng phối hợp,

chia sẻ dữ liệu giữa các bên liên quan trong quá trình giám sát và đánh giá tiến độ đạt được SDG 6, nghiên cứu này áp dụng phương pháp phân tích bốn bước như sau:

- Bước 1: Xác định mối liên kết giữa các chỉ tiêu cụ thể của SDG 6 dựa trên phân tích tổng hợp một cách toàn diện các tài liệu hướng dẫn đánh giá SDG 6 và các nghiên cứu liên quan. Liên kết giữa các chỉ tiêu cụ thể của SDG 6 được hiểu và các liên kết trực tiếp giữa các chỉ tiêu do sử dụng các chỉ số giống nhau (chỉ số chung) để đánh giá;

- Bước 2: Lên danh sách các đầu mối kỹ thuật chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu và đánh giá đối với từng chỉ tiêu cụ thể tại Việt Nam;

- Bước 3: Lựa chọn các chỉ số chung, xác định đầu mối kỹ thuật liên quan, đánh giá nhu cầu phối hợp trong thu thập và chia sẻ dữ liệu dựa trên phân tích các kinh nghiệm và khó khăn được đưa ra trong các báo cáo và hội thảo về giám sát và đánh giá SDG 6;

- Bước 4: Xây dựng ma trận và đề xuất định hướng phối hợp, chia sẻ dữ liệu về các chỉ số chung của SDG 6 giữa các đầu mối liên quan, bao gồm lựa chọn về công cụ và phương pháp có thể được đầu mối chung quốc gia sử dụng để giám sát và hỗ trợ quá trình thu thập và đánh giá SDG 6 tại Việt Nam.

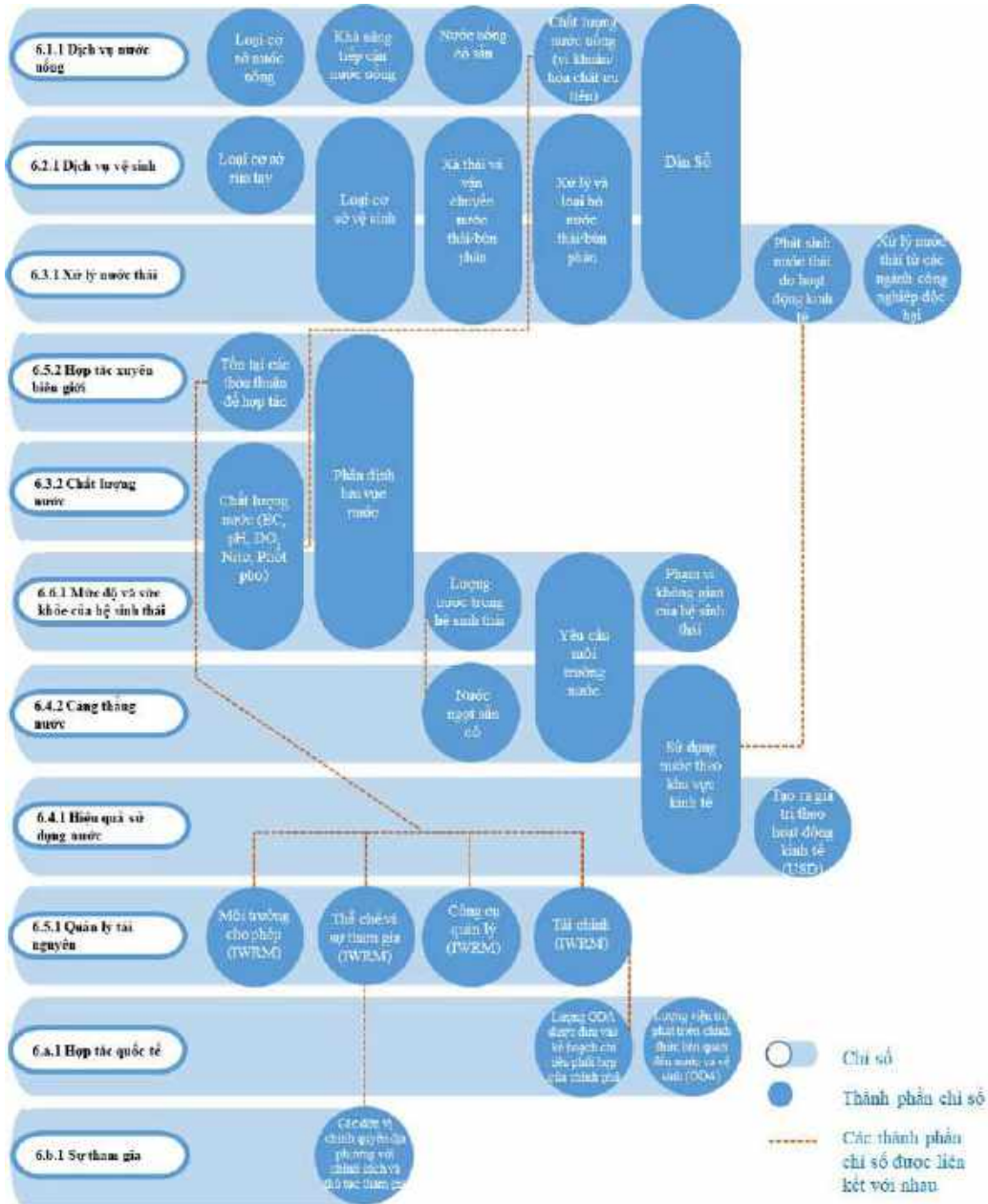
3. Nhu cầu thu thập và chia sẻ thông tin giữa các đầu mối kỹ thuật quốc gia trong việc báo cáo mức độ hoàn thành chỉ tiêu SDG 6

Để đảm bảo nước uống và vệ sinh an toàn cho tất cả mọi người, SDG 6 tập trung vào các vấn đề quản lý bền vững tài nguyên nước, nước thải và hệ sinh thái, đồng thời thừa nhận tầm quan trọng của môi trường đảm bảo. SDG 6 bao gồm tám mục tiêu cụ thể chung bao gồm toàn bộ chu trình nước như: Cung cấp nước uống (Mục tiêu 6.1), vệ sinh và dịch vụ vệ sinh (6.2), xử lý và tái sử dụng nước thải và chất lượng nước xung quanh (6.3), hiệu quả sử dụng nước và khan hiếm nước (6.4), QLHTNN bao gồm hợp tác xuyên biên giới (6.5), bảo vệ và phục hồi hệ sinh thái liên quan đến nước (6.6), hợp tác quốc tế và nâng cao năng lực (6.a), và sự tham gia vào quản lý nước và vệ sinh (6.b) [4].

Các mục tiêu cụ thể này bao gồm nhiều

chỉ tiêu, mỗi chỉ tiêu lại cần đến nhiều dữ liệu cần thiết để tính toán chỉ số. Mối liên hệ chặt chẽ giữa các mục tiêu này dẫn đến một số yêu cầu dữ liệu đầu vào giống nhau trong một số chỉ tiêu, điều này đặt ra nhu cầu thu thập và chia sẻ thông tin dữ liệu giữa các đầu mối kỹ thuật. Ví dụ, dữ liệu “sử dụng nước theo khu vực kinh tế” được sử dụng để tính toán cho cả chỉ số 6.4.1 về hiệu quả sử dụng nước và 6.4.2 về mức độ căng thẳng nguồn nước. Ngoài

ra, nhiều thành phần dữ liệu được liên kết với nhau do có các quy trình thu thập dữ liệu tương tự hoặc có sự tham gia của các bên liên quan giống nhau - điều này cho thấy tiềm năng phối hợp rất lớn trong việc thu thập dữ liệu, ví dụ như mối liên hệ giữa các thành phần dữ liệu của chỉ số 6.5.1, 6.a.1 và 6.b.1. Tổng hợp tất cả các chỉ tiêu bao gồm các thành phần dữ liệu và mối liên hệ giữa chúng được đưa ra trong Hình 1.



Hình 1. Mức độ tương đồng giữa các chỉ tiêu SDG 6 về nước sạch và vệ sinh [5]

Các chỉ số SDG 6 tương ứng với các khía cạnh khác nhau của nước và vệ sinh, do đó thông tin dữ liệu về các chỉ số này thường được các ngành khác nhau thu thập. Ví dụ, dữ liệu về dân số thường do Tổng cục Thống kê thuộc Bộ Kế hoạch và Đầu tư thu thập, trong khi dữ liệu về

chất lượng nước được Bộ Tài nguyên và Môi trường thu thập và dữ liệu về hiệu quả sử dụng nước lại của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Danh sách các đầu mối kỹ thuật quốc gia và các tổ chức đầu mối quốc tế được liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Danh sách đầu mối tổng thể, các đầu mối kỹ thuật và các tổ chức đầu mối quốc tế phụ trách các chỉ tiêu của SDG 6 [6]

Mục tiêu cụ thể	Chỉ tiêu	Tổ chức đầu mối quốc tế	Cơ quan đầu mối của Việt Nam
Đầu mối chung quốc gia SDG 6		UNWater	Viện Khoa học tài nguyên nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường (TNMT)
Chỉ tiêu 6.1: Nước uống sạch với giá cả phải chăng	6.1.1: Tỷ lệ dân số sử dụng dịch vụ nước uống được quản lý an toàn	WHO, UNICEF	Tổng cục thống kê, Bộ Kế hoạch và Đầu tư
Chỉ tiêu 6.2: Vệ sinh cá nhân, môi trường, loại bỏ phóng uế bừa bãi	6.2.1a: Tỷ lệ dân số sử dụng các dịch vụ vệ sinh được quản lý an toàn	WHO, UNICEF	Tổng cục thống kê, Bộ Kế hoạch và Đầu tư
	6.2.1b: Tỷ lệ dân số được tiếp cận công trình rửa tay với xà phòng và nước tại chỗ	WHO, UNICEF	Tổng cục thống kê, Bộ Kế hoạch và Đầu tư
Chỉ tiêu 6.3: Cải thiện chất lượng nước, nước thải và tái sử dụng an toàn	6.3.1: Tỷ lệ nước thải được xử lý an toàn	WHO, UN-Habitat, UNSD	Tổng cục Môi trường, Bộ TNMT
	6.3.2: Tỷ lệ các nguồn nước có chất lượng nước tốt	UNEP	Tổng cục Môi trường, Bộ TNMT
Chỉ tiêu 6.4: Tăng hiệu quả sử dụng và đảm bảo nguồn cung cấp nước ngọt	6.4.1: Mức độ hiệu quả sử dụng nước theo thời gian	FAO	Tổng cục Thủy lợi, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (NN&PTNT) & Tổng cục thống kê, Bộ Kế hoạch và Đầu tư
	6.4.2: Mức độ căng thẳng nguồn nước	FAO	Tổng cục Thủy lợi, Bộ NN&PTNT & Tổng cục thống kê, Bộ Kế hoạch và Đầu tư
Chỉ tiêu 6.5: Thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước	6.5.1: Mức độ thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước	UNEP	Viện nước, tưới tiêu và Môi trường, Viện Khoa học Thủy lợi, Bộ NN&PTNT
	6.5.2: Tỷ lệ diện tích lưu vực xuyên biên giới có hợp tác quốc tế	UNECE, UNESCO	Cục Quản lý Tài nguyên nước, Bộ TNMT
Chỉ tiêu 6.6: Bảo vệ và phục hồi các hệ sinh thái liên quan đến nước	6.6.1: Biến đổi phạm vi của các hệ sinh thái liên quan đến nước theo thời gian	UNEP, Ramsar	Tổng cục thống kê, Bộ Kế hoạch và Đầu tư

Mục tiêu cụ thể	Chỉ tiêu	Tổ chức đầu mối quốc tế	Cơ quan đầu mối của Việt Nam
Chỉ tiêu 6.a: Mở rộng hợp tác quốc tế và xây dựng năng lực	6.a.1: Số nguồn lực hỗ trợ phát triển từ nước ngoài liên quan đến nước và vệ sinh thuộc một phần của kế hoạch chi tiêu nhà nước	WHO, OECD	Tổng cục thống kê, Bộ Kế hoạch và Đầu tư
Chỉ tiêu 6.b: Hỗ trợ các bên liên quan	6.b.1: Tỷ lệ các đơn vị hành chính địa phương có chính sách và quy trình được xây dựng để các đơn vị cộng đồng tham gia quản lý nước và vệ sinh môi trường	WHO, OECD	Tổng cục thống kê, Bộ Kế hoạch và Đầu tư

Tuy nhiên, để đạt được SDG 6, cần phải thay đổi cách tiếp cận theo ngành và hướng tới mục tiêu tiếp cận tổng hợp hơn trong quản lý dữ liệu cũng như chia sẻ thông tin. Để thực hiện được cách tiếp cận quản lý tổng hợp dữ liệu thì không thể thiếu việc tích hợp các thông tin thủy văn, môi trường, xã hội và kinh tế từ nhiều cơ quan tổ chức thuộc các Bộ, ngành khác nhau. Do đó, một trong những mục tiêu chính của nỗ lực giám sát là phối hợp cùng các đầu mối kỹ thuật thu thập tất cả thông tin dữ liệu, phục vụ đánh giá và phân tích toàn diện về tình trạng tài

nguyên nước và các kế hoạch lộ trình phát triển khác nhau của các ngành, đồng thời giúp giảm thiểu sự phân hóa về thể chế trong lĩnh vực này.

4. Định hướng phối hợp giữa các đầu mối quốc gia phục vụ giám sát mức độ hoàn thành SDG 6 về nước sạch và vệ sinh

Dựa trên đánh giá mức độ tương đồng giữa các chỉ tiêu cụ thể và các đầu mối kỹ thuật quốc gia, sơ đồ phối hợp giữa các bên liên quan trong thu thập số liệu giám sát và đánh giá mức độ hoàn thành SDG 6 được đưa ra trong Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ phối hợp giữa các đầu mối kỹ thuật quốc gia về chỉ tiêu phát triển bền vững 6

Dựa trên các thông tin được đưa ra trong sơ đồ này, các bên có liên quan không chỉ có được cái nhìn tổng quát về cơ cấu tổ chức trong việc

thực hiện nhiệm vụ theo dõi, giám sát mức độ hoàn thành SDG 6 của quốc gia mà còn xác định được các định hướng phối hợp trong công tác

thu thập và chia sẻ dữ liệu. Sơ đồ này có thể được sử dụng như một công cụ hữu hiệu hỗ trợ các đầu mối liên quan trong định hướng và xác định khả năng phối hợp với nhau. Từ đó đề xuất được những vấn đề cần thực hiện để hiện thực hóa quy trình phối hợp trong tương lai. Định hướng phối hợp giữa các đầu mối quốc gia phục vụ giám sát mức độ hoàn thành SDG 6 về nước sạch và vệ sinh được đưa ra trong các nội dung tiếp theo.

4.1. Thành lập nhóm giám sát liên ngành và kỹ thuật liên ngành

Quá trình giám sát và đánh giá nên bắt đầu thông qua một hội thảo khởi đầu cấp quốc gia, với sự tham gia của đại diện UNWater, đầu mối SDG 6 quốc gia, các cơ quan chính phủ, các tổ chức đầu mối kỹ thuật trong nước và quốc tế, các chuyên gia ở các lĩnh vực chuyên môn khác nhau.

Tất cả các đầu mối SDG 6 (đầu mối quốc gia và đầu mối kỹ thuật) sẽ là những người đóng vai trò điều phối giám sát quá trình tổng thể cho dù họ trực thuộc các cơ quan và Bộ chủ quản khác nhau. Để công tác điều phối giám sát được diễn ra thuận lợi và các báo cáo hàng năm được trình đúng thời hạn, UNWater đã khuyến nghị thành lập 2 nhóm: Nhóm giám sát liên ngành và nhóm kỹ thuật liên ngành [5]. Nhóm giám sát liên ngành được thành lập, bao gồm đầu mối quốc gia SDG 6 và các trưởng nhóm đầu mối kỹ thuật. Mục đích nhóm này là: (1) theo dõi, giám sát quy trình thu thập dữ liệu và tính toán các chỉ số; (2) tạo điều kiện thuận lợi cho việc chia sẻ, trao đổi lẫn nhau giữa các đầu mối kỹ thuật; (3) hợp lý hóa việc thu thập, quản lý dữ liệu và hỗ trợ phân tích sử dụng dữ liệu chung cho việc tính toán và ra quyết định.

Nhóm kỹ thuật liên ngành bao gồm các đầu mối kỹ thuật cùng với các thành viên kỹ thuật của từng chỉ tiêu được thành lập nhằm tăng cường phối hợp chia sẻ thông tin dữ liệu, sẽ cập nhật tình hình làm việc và những vướng mắc phát sinh trong quá trình thực hiện thu thập và tính toán chỉ số cho các đầu mối kỹ thuật của mình. Các đầu mối kỹ thuật sẽ tiếp tục trao đổi với nhau để tìm ra giải pháp cho các vấn đề phát sinh này và cung cấp thông tin cập nhật thường

xuyên cho đầu mối quốc gia SDG 6 để cùng phối hợp giải quyết và cập nhật tình hình theo dõi giám sát này cho UNWater. Nhóm kỹ thuật liên ngành sẽ tổ chức các cuộc họp kỹ thuật để xem xét các phương pháp luận, đánh giá các tập dữ liệu hiện có và thiết lập các quy trình để hợp nhất dữ liệu từ các bên liên quan cung cấp. Trong một số trường hợp, nhóm cần sự đồng thuận trong việc thu thập dữ liệu mới nếu thấy cần thiết. Sau đó, nhóm sẽ tiến hành thực hiện các kế hoạch, thu thập, đánh giá và phân tích dữ liệu. Khi có vấn đề phát sinh, nhóm sẽ liên hệ với nhóm giám sát để được hỗ trợ kỹ thuật bổ sung, có thể dưới hình thức họp trực tuyến hoặc trực tiếp thông qua các phái đoàn chuyên gia.

4.2. Tổ chức hội thảo khởi đầu và các cuộc họp trung gian

Gặp mặt trực tiếp là một cách hiệu quả để kết nối và thu hút các bên liên quan, trao đổi thông tin và tạo động lực cho họ trong quá trình thực hiện. Chính vì vậy, việc bắt đầu với một hội thảo khởi đầu quốc gia triệu tập tất cả các bên liên quan nhằm phục vụ các mục đích sau:

- Cung cấp thông tin đầy đủ về Chương trình nghị sự 2030 về theo dõi, giám sát tiến trình thực hiện mục tiêu về nước sạch và vệ sinh SDG 6;
- Xác định các nội dung công việc của các cơ quan, tổ chức liên quan cần thực hiện, ví dụ: Các chỉ tiêu được giám sát bởi cơ quan nào và dữ liệu nào đã có sẵn và thuộc sở hữu của đơn vị nào. Xây dựng các điều khoản tham chiếu cho đầu mối quốc gia SDG 6, các nhóm kỹ thuật và nhóm giám sát liên ngành;
- Thống nhất về kế hoạch tổng thể trong công tác giám sát và phối hợp thực hiện thu thập dữ liệu và xây dựng báo cáo SDG 6 hàng năm (với các kế hoạch cụ thể cho từng chỉ tiêu bám sát với kế hoạch của UNWater).

4.3. Tích hợp dữ liệu giữa các chỉ tiêu

Nhìn chung, rất nhiều dữ liệu đã có sẵn nhưng nằm rải rác ở các cơ quan thuộc các Bộ khác nhau. Do nhu cầu tích hợp thông tin dữ liệu SDG 6 giữa các đầu mối kỹ thuật ngày càng trở nên cấp thiết, kế hoạch tổng thể đòi hỏi cần phải có những cải tiến trong việc thu thập, lưu trữ, chia sẻ và phân tích dữ liệu. Nhóm kỹ thuật liên ngành sẽ cần phải thực hiện việc phân tích toàn

bộ dữ liệu phục vụ tính toán cho cả mục tiêu SDG 6, từ đó phân loại và đưa ra các giải pháp tích hợp cho cả quá trình. Các bộ dữ liệu được cung cấp từ các Bộ và cơ quan khác nhau cũng cần phải thiết lập một cơ chế chia sẻ mang tính minh bạch, chuẩn hóa. Để phục vụ tốt hơn cho việc tích hợp dữ liệu, nhóm kỹ thuật liên ngành cũng sẽ cần phải xây dựng một văn bản hướng dẫn việc thiết lập các tệp dữ liệu, biểu mẫu đối với mỗi dạng số liệu.

4.4. Huy động các nguồn lực hỗ trợ

Về mặt chính sách, các báo cáo tiến trình thực hiện mục tiêu SDG 6 hàng năm có thể trở thành một tài liệu tham khảo hữu ích, hỗ trợ hiệu quả trong việc lập kế hoạch và ra quyết định đối với các lĩnh vực liên quan đến nước sạch và vệ sinh nói riêng và các ngành khác có liên quan nói chung. Chính vì vậy, sự công nhận và hỗ trợ ở cấp cao từ các nhà lãnh đạo trong tất cả các ngành có liên quan đối với quá trình giám sát và báo cáo đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy và truyền tải ý nghĩa của tiến trình thực hiện mục tiêu này. Đây cũng là chìa khóa để đảm bảo rằng các báo cáo này đang được chia sẻ giữa các ngành và tổ chức, và chúng đang được sử dụng cho việc ra quyết định các chính sách cũng như đảm bảo nguồn kinh phí phục vụ cho cả quá trình tổng thể. Sự ủng hộ cấp cao này được thể hiện thông qua sự hiện diện của các nhà lãnh đạo trong hội thảo khởi đầu. Bên cạnh đó, các đầu mối kỹ thuật thường là lãnh đạo các đơn vị có vai trò tham gia vào các quá trình lập chính sách và ra quyết định, điều này sẽ giúp củng cố thêm sự ủng hộ về mặt thể chế đối với quy trình.

4.5. Liên kết với các quy trình giám sát và báo cáo quốc gia

Hiện nay, nhiệm vụ theo dõi giám sát SDG6 chưa được gắn với các quy trình giám sát khác có liên quan của quốc gia. Bên cạnh đó, các đầu mối kỹ thuật thường thực hiện nhiệm vụ khi có yêu cầu từ các tổ chức đầu mối quốc tế và theo đó việc thu thập dữ liệu và xây dựng báo cáo được thực hiện một cách độc lập, báo cáo của đầu mối kỹ thuật cũng được gửi trực tiếp cho đầu mối quốc tế mà chưa có sự phối hợp với các cơ quan đầu mối có liên quan hay chưa

có quy trình báo cáo với tổ chức đầu mối quốc gia. Do đó, nhiệm vụ này chưa thể hiện được vai trò cũng như tính hữu dụng trong công tác đánh giá, lập kế hoạch và hỗ trợ ra quyết định của quốc gia. Để có tính bền vững lâu dài, điều cần thiết là phải gắn quá trình thực hiện SDG 6 với các quy trình giám sát và báo cáo quốc gia hiện có trong tất cả các lĩnh vực liên quan, cũng như với các quy trình ra quyết định và xây dựng chính sách, từ đó quá trình này sẽ được phản ánh đúng trong các kế hoạch và ngân sách thực hiện của quốc gia, Bộ, ngành.

4.6. Nguồn nhân lực và tài chính

Nhiệm vụ giám sát và xây dựng báo cáo đánh giá SDG 6 là một quá trình đòi hỏi cần phải có nguồn nhân lực và tài chính ổn định lâu dài. Đội ngũ nhân lực giám sát cũng như kỹ thuật hiện nay đều là những cán bộ kiêm nhiệm. Vì vậy, bên cạnh nhu cầu cần được nâng cao năng lực và hỗ trợ kỹ thuật, cũng như cơ sở hạ tầng hoạt động, họ cũng cần được hỗ trợ thêm về mặt tài chính để phục vụ tốt hơn cho nhiệm vụ này. Hiện nay các tổ chức quốc tế đã và đang tích cực hỗ trợ các quốc gia về mặt kỹ thuật thông qua các hội thảo nhằm mục đích trao đổi kinh nghiệm, nâng cao năng lực và hỗ trợ giải quyết các khó khăn trong quá trình thực hiện. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có nguồn tài trợ chính thức nào về mặt tài chính đến từ trong nước và quốc tế cho nhiệm vụ này.

5. Kết luận

Các chỉ tiêu SDG 6 đã được Chương trình nghị sự 2030 xác định rộng rãi để theo dõi tiến độ hướng tới đạt được mục tiêu PTBV ở cấp độ toàn cầu. Các báo cáo đánh giá mức độ hoàn thành SDG 6 có thể trở thành một tài liệu tham khảo hữu ích, hỗ trợ hiệu quả trong việc lập kế hoạch và ra quyết định liên quan đến nước sạch và vệ sinh cũng như các ngành khác có liên quan. Tuy nhiên, quá trình theo dõi và giám sát các chỉ tiêu của SDG 6 chưa được thực hiện một cách thống nhất ở tất cả các quốc gia. Do đó, việc định hướng và đưa ra những đề xuất làm tiền đề cho việc thiết lập một quy trình phối hợp tổng thể mà bắt đầu bằng việc chia sẻ thông tin dữ liệu sẽ là một khởi đầu cần thiết và có ý nghĩa. Có thể thấy rằng, các cơ sở dữ

liệu được chuẩn hóa và tổng hợp có hệ thống chính là yếu tố quyết định đến kết quả đánh giá các chỉ tiêu giúp truyền đạt một cách đúng đắn và hiệu quả tiến độ cũng như các khó khăn của

quá trình hướng tới mục tiêu PTBV, nhờ đó góp phần vào việc thiết lập các biện pháp nhằm thúc đẩy tiến trình hiện thực hóa các mục tiêu này vào năm 2030.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Viện Khoa học tài nguyên nước đã hỗ trợ để thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. United Nations (2015), *United Nations The Road to Dignity by 2030: Synthesis Report of the Secretary-General On the Post-2015 Agenda New York December 2014*, no. December 2014, pp. 1–47, 2015.
2. United Nations (2020), *The Sustainable Development Goals Report 2020, 2020th ed.* United Nations.
3. UN-Water (2021), *Summary Progress Update 2021: SDG 6 - water and sanitation for all*, UN-Water, Geneva.
4. United Nations (2017), *Integrated Approaches for Sustainable Development Goals Planning*, United Nations.
5. UN Water (2017), *Integrated monitoring guide for sustainable development goal 6 on water and sanitation: targets and global indicators*, no. July 2017, p. 40, 2017.
6. UN-Water, *SDG 6 Monitoring Focal Point Directory*. <https://directory.sdg6monitoring.org/viet-nam/>.

THE COORDINATION ORIENTATION AMONG NATIONAL FOCAL POINTS FOR MONITORING THE ACHIEVEMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6 ON CLEAN WATER AND SANITATION

Nguyen Tu Anh, Do Thi Ngoc Bich, Hoang Bich Ngoc, Pham Lan Anh
Water Resources Institute

Received: 15/9/2022; Accepted: 12/10/2022

Abstract: Sustainable Development Goal 6 (SDG 6) on clean water and sanitation has been identified as a pivotal and catalytic goal for the entire 2030 Agenda. Specific targets in SDG 6 are not entirely distinct from one another, but rather are interdependent. These indicators create a complex network of interrelationships. Understanding the relationship between these indicators can assist in defining a coordinated system between the focal points and the agencies and organizations involved in data sharing or collaborating to collect and synthesize data. Consequently, the effectiveness of monitoring and evaluation resources will be improved, and synergy will be maximized. This study summarized and analyzed the need to collect and share information among technical focal points in reporting the achievement of SDG6 targets. Simultaneously, the study examined the similarity of data across the indicators and the capacity to share information and data between technical focal points. The study then provided a coordination orientation and recommendations for establishing an overall monitoring and evaluation process to improve the effectiveness of implementation resources.

Keywords: SDG 6 focal point, Integrated monitoring, Coordination diagram.