

# Biến đổi dòng chảy kiệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu trên lưu vực sông Nhuệ Đáy

Nguyễn Ý Như, Nguyễn Thanh Sơn\*

*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 4 tháng 10 năm 2011

**Tóm tắt.** Với mục đích xem xét những biến đổi trong cực trị dòng chảy kiệt ở lưu vực sông Nhuệ Đáy trong thế kỷ qua. Chuỗi số liệu dòng chảy cho trạm Ba Thá – thể hiện những đặc trưng của dòng chảy lưu vực sông Nhuệ Đáy được khôi phục thông mô hình mưa dòng chảy NAM trong bộ mô hình thủy lực MIKE 11. Kết quả phân tích cho thấy cực trị dòng chảy kiệt trên khu vực nghiên cứu có xu hướng giảm mạnh và biến đổi với biên độ lớn hơn.

*Từ khóa:* NAM, Nhuệ Đáy, Biến đổi khí hậu, dòng chảy cực tiểu.

## 1. Mở đầu

Những nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng hiện tượng nóng lên toàn cầu có khả năng có những tác động nghiêm trọng đối với vòng tuần hoàn thủy văn ở cả phạm vi không gian và thời gian khác nhau. Trong đó có 2 tác động chính được nhận định là tăng rủi ro do lũ và hạn hán ở quy mô khu vực. Phần lớn những nghiên cứu này là dựa vào đầu ra từ GCMs kết hợp với các mô hình thủy văn phân bố. Cách tiếp cận phân tích các thông số thủy văn quan trắc như dòng chảy còn ít được thực hiện đặc biệt với các chuỗi số liệu địa phương hay khu vực. Nghiên cứu này tập trung vào những thay đổi thủy văn lưu vực nhỏ liên quan đến những thay đổi khí hậu gần đây.

Công cụ để thực hiện phân tích là chuỗi dòng chảy tại các trạm trên lưu vực. Vì thế tác giả tổng hợp mưa, bốc hơi đồng nhất về độ dài thời gian. Tuy nhiên độ dài và độ tin cậy của chuỗi số liệu biến đổi lớn. Hơn nữa, số liệu khuyết trong chuỗi thời gian lớn. Phương pháp mô hình vì thế được sử dụng trong nghiên cứu để khôi phục lại chuỗi dòng chảy trước khi phân tích những thay đổi của dòng chảy trong thời gian dài. Mô hình NAM được lựa chọn trong nghiên cứu này do nó là một mô hình tập trung và thích hợp trong lưu vực nhỏ với địa hình tương đối đồng nhất như lưu vực sông Nhuệ Đáy.

## 2. Số liệu

Theo thống kê trên toàn bộ hệ thống sông suối của lưu vực sông Nhuệ-Đáy, trên lưu vực có các trạm đo lưu lượng có số liệu thống kê

\* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-38584943.  
E-mail: sonnt@vnu.edu.vn

theo các năm: Hà Nội (1956-2006); Sơn Tây (1956-2006); Ba Thá (1971-1974; 1976-1980). Tuy nhiên, dòng chảy đo tại hai trạm Hà Nội và Sơn Tây do ảnh hưởng lớn của lượng nước chảy từ sông Hồng nên lưu lượng tại hai trạm này không được xét đến trong nghiên cứu. Trong khi đó, các trạm đo mưa trong lưu vực tính toán tương đối nhiều và tiến hành đo liên tục từ những năm 1960. Bởi vậy để có thể đánh giá được diễn biến theo thời gian của dòng chảy trong lưu vực, trước hết cần khôi phục lại quá trình dòng chảy trên các sông còn thiếu hoặc hoàn toàn không có tài liệu lưu lượng từ số liệu mưa khá đầy đủ và đồng bộ trên lưu vực sông.

Số liệu mẫu được lấy với thời khoảng ngày để cho phép nghiên cứu thể hiện dao động dòng chảy theo thời gian qua các trạm trên lưu vực.

### 3. Phương pháp nghiên cứu

Mục tiêu cơ bản của việc sử dụng mô hình NAM là xây dựng lại chuỗi số liệu dòng chảy cho các trạm trên lưu vực nghiên cứu. Trong đó tác động của các công trình đập, tưới tiêu không được đề cập đến.

Mô hình mưa – dòng chảy NAM (được xây dựng bởi viện Thủy lực Đan Mạch, 1982) là một mô hình mưa dòng chảy tập trung, tất định. NAM được sử dụng rộng rãi cho nhiều vùng khí hậu cũng như điều kiện thủy văn khác nhau để tính toán dòng chảy từ mưa. Mô hình có khả năng được sử dụng độc lập, cũng có thể để xây dựng đầu vào cho MIKE Basin. NAM thực hiện thông qua tính toán liên tục hàm lượng ẩm trong các bể chứa thành phần tương tác lẫn nhau đại diện cho dòng chảy tràn, nhập lưu và dòng chảy cơ sở (DHI, 2007). Là mô hình tập trung, NAM xử lý mỗi lưu vực cơ sở như một đơn vị, vì thế các thông số và các biến là đại lượng trung bình cho toàn lưu vực.

Dữ liệu yêu cầu cơ bản của mô hình NAM bao gồm diện tích lưu vực, điều kiện ban đầu, số liệu mưa, bốc hơi và dòng chảy.

Đặc trưng dòng chảy kiệt trạm Ba Thá sau khi khôi phục được phân tích thông qua đường xác suất vượt ngưỡng và tần suất dòng chảy cực tiểu ứng với tần suất khác nhau [2], được xây dựng với dữ liệu dòng chảy kiệt nhất, 3 tháng kiệt nhất và dòng chảy mùa kiệt.

### 4. Khôi phục số liệu bằng mô hình NAM

Trạm thủy văn Ba Thá khống chế lưu vực với diện tích khoảng 1530 km<sup>2</sup>, để khôi phục số liệu dòng chảy tại trạm Ba Thá số liệu bốc hơi của trạm Láng và các trạm đo mưa ảnh hưởng tới lưu vực tính toán bao gồm Ba Thá, Ba Vì, Sơn Tây được sử dụng, từ đó trọng số của các trạm mưa có ảnh hưởng tới lưu vực được xác định thông qua công cụ được tích hợp sẵn trong mô hình (Bảng 1).

Bảng 1. Trọng số các trạm mưa tính theo phương pháp đa giác Thiessen

Trạm	Lưu vực	Trọng số (Thiessen)
Ba Thá	Sông Đáy	0.377
Ba Vì	Sông Tích	0.291
Sơn Tây	Sông Hồng	0.332

Sau khi khai báo đầy đủ các thông số và tiến hành tính toán, mô hình sẽ cho ra kết quả là quá trình lưu lượng dòng chảy tại mặt cắt cửa ra của lưu vực. Các quá trình lưu lượng này được so sánh với quá trình lưu lượng thực đo để xác định mức độ phù hợp bộ thông số của mô hình dùng trong lưu vực.

#### 4.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

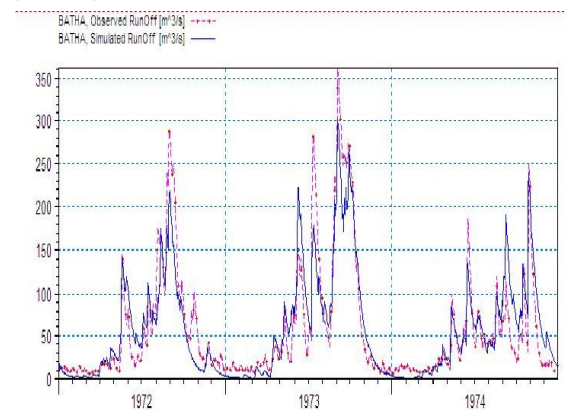
Mô hình NAM được hiệu chỉnh dựa vào số liệu thời đoạn 1 ngày. Số liệu mưa tại các trạm đo mưa và bốc hơi được sử dụng để tính toán.

Số liệu lưu lượng thực đo từ tháng 01/1972 đến tháng 12/1974 được dùng để hiệu chỉnh mô hình.

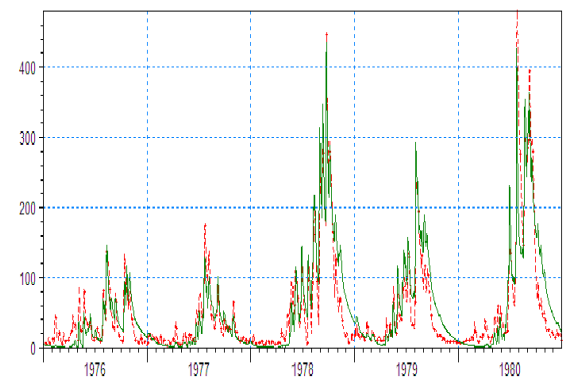
Sai số giữa lưu lượng tính toán và thực đo trong hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình được đánh giá theo chỉ số Nash-Sutcliffe.

Kết quả hiệu chỉnh đường quá trình lưu lượng tính toán và đường quá trình lưu lượng thực đo tại Ba Thá trên lưu vực sông Đáy năm 1972-1974 được trình bày trong hình 1.

Số liệu mưa và lưu lượng tại mặt cắt cửa ra của lưu vực từ tháng 1 năm 1976 đến tháng 12 năm 1980 được sử dụng để kiểm định mô hình (hình 2).



Hình 1. So sánh giữa kết quả tính toán hiệu chỉnh mô hình mưa-dòng chảy với số liệu lưu lượng thực đo tại trạm Ba Thá năm 1972-1974.



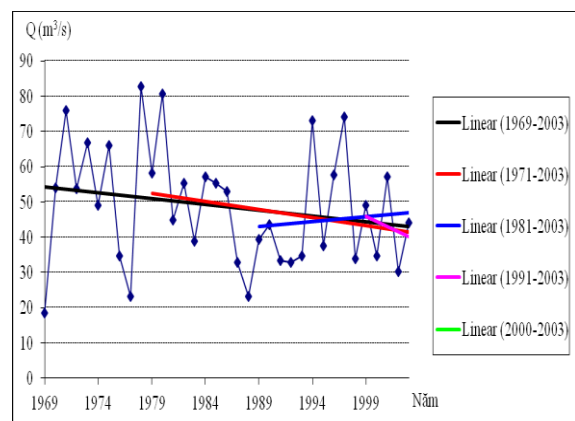
Hình 2. So sánh giữa kết quả tính toán kiểm nghiệm mô hình mưa-dòng chảy với số liệu thực đo tại trạm Ba Thá từ năm 1976-1980.

**Nhận xét:** Kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm đều đạt chỉ tiêu Nash lớn hơn 80%, thuộc loại khá, do đó có thể sử dụng bộ thông số trong mô hình vừa hiệu chỉnh và kiểm định tại trạm Ba Thá để khôi phục số liệu dòng chảy cho trạm Ba Thá từ 1969-2003. Là một trạm thủy văn tiêu biểu đại diện cho đặc điểm dòng chảy của lưu vực Nhuệ - Đáy nên Ba Thá được lựa chọn cho mục đích của nghiên cứu.

### 5. Biến đổi dòng chảy

Hình 3 mô phỏng chuỗi dòng chảy ngày trung bình năm tại trạm Ba Thá, đường mô phỏng cho thấy xu thế biến đổi của Q qua mỗi thời kỳ (từng 10 năm), hầu hết các thời kỳ đều chung một xu hướng giảm, nhưng mức độ khác nhau. Tốc độ của thời kỳ cuối có phần cao hơn so với các thời kỳ trước nó. Mặc dù giai đoạn 1981-2003 cho thấy một xu hướng tăng, nhưng độ lớn của nó vẫn nằm trong xu thế giảm của quá trình.

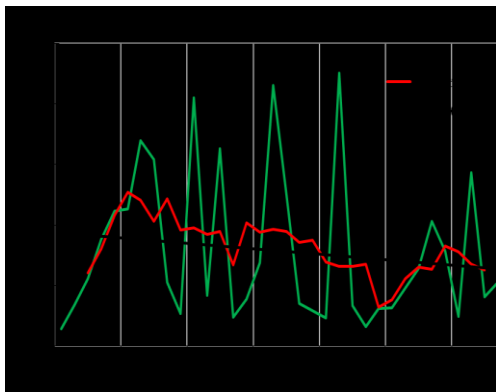
Dòng chảy trung bình mùa kiệt giai đoạn 1990-2003 giảm 24.8% so với 1969-1990. Trong khi đó dòng chảy tháng kiệt nhất so sánh giữa cùng thời kỳ giảm 22.14%.



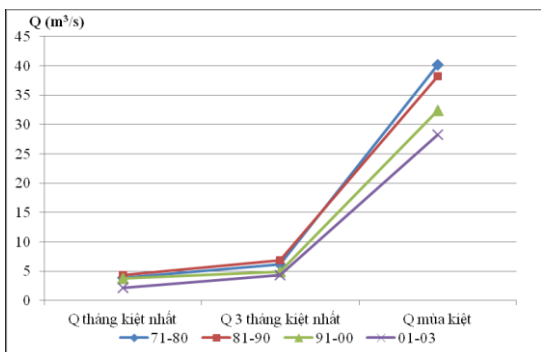
Hình 3. Dòng chảy năm khôi phục trạm Ba Thá.

Hình 4 mô phỏng chuỗi dòng chảy ngày nhỏ nhất năm tại trạm Ba Thá từ 1969 đến 2003 cũng cho thấy xu thế giảm mặc dù tốc độ biến đổi không nhanh như khi so sánh với tốc độ biến đổi của dòng chảy năm và mức độ biến đổi tuyến tính theo thời gian của cực trị kiệt cũng bé hơn so với dòng chảy trung bình. Một lý do cho hiện tượng trên là dòng chảy cực trị kiệt có giá trị rất nhỏ nên không thể hiện rõ rệt về độ biến đổi như đối với dòng chảy trung bình năm.

Trên hình 4 cũng cho thấy có sự dao động dòng chảy 1 ngày kiệt nhất có xu hướng phức tạp hơn, đồng thời biên dao động giảm mạnh trong thời kỳ cuối. Nếu tách biệt dòng chảy kiệt từ sau năm 1995 có thể nhận thấy một xu hướng tăng nhẹ, điều này là hoàn toàn hợp lý, nó thể hiện chu kỳ lặp lại của sự tăng nhẹ trong giai đoạn 15 năm trước đó từ 1970 đến 1995 nhưng với cường độ nhỏ hơn.



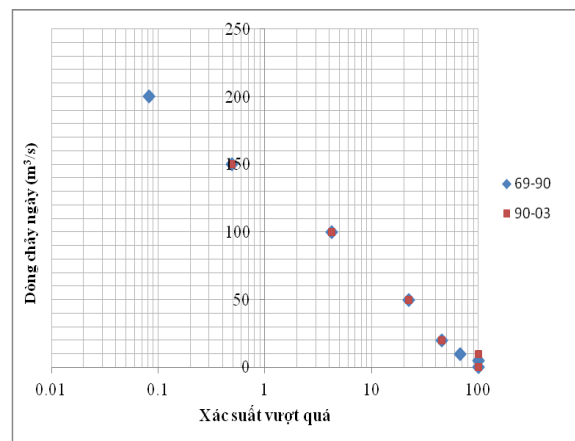
Hình 4. Chuỗi dòng chảy ngày nhỏ nhất năm trạm Ba Thá.



Hình 5. Dòng chảy kiệt ứng với các khoảng thời gian khác nhau trung bình các thời kỳ.

Hình 5 thể hiện xu thế biến đổi của dòng chảy kiệt ứng với các khoảng thời gian khác nhau (1 tháng, 3 tháng và mùa) trung bình 4 thời kỳ. Gradient của đường xu thế lớn thể hiện giai đoạn dòng chảy kiệt ngắn và khoảng chênh lệch giữa các giá trị dòng chảy kiệt là tương đối lớn. Tuy nhiên độ dốc gradient có xu hướng giảm qua từng thời kỳ có thể suy đoán biên độ dao động dòng chảy kiệt có xu hướng bé hơn.

Đường xác suất vượt ngưỡng của dòng chảy minh họa trên hình 6 cho thấy xu thế tương đồng giữa 2 giai đoạn với một chút biến đổi ở phần dòng chảy có giá trị thấp. Phân vị Q50 của giai đoạn sau chỉ giảm khoảng 0.9% so với giai đoạn trước trong khi đó phân vị Q95 chênh lệch đến 87.1%, điều đó cho thấy giá trị dòng chảy kiệt đặc biệt là những giá trị cực trị càng có xu hướng giảm mạnh. Tỷ lệ Q95/Q50 giảm từ 0.6 trong giai đoạn 1969 – 1990 đến 0.32 trong giai đoạn 1990-2003. Trong khi đó Q50 được coi là giá trị thể hiện cho khả năng đóng góp của nước ngầm dẫn đến đóng góp của nước ngầm giảm. Đồng thời độ dốc của đường cũng thể hiện sự rút nước nhanh và đóng góp của nước ngầm nhỏ.



Hình 6. Đường phân bố xác suất vượt ngưỡng.

Bảng 2. Tần suất dòng chảy cực tiểu với khoảng thời gian khác nhau

P (%)	Tháng kiệt nhất		3 tháng kiệt nhất		Mùa kiệt	
	69-90	90-03	69-90	90-03	69-90	90-03
10	1.62	0.86	2.5	1.91	21.35	12.5
20	2.18	1.25	3.73	2.38	27	17.84
50	3.67	2.62	6.29	3.97	38.59	29.68
75	5.32	4.48	8.57	6.1	48.65	40.82

Phần mềm phân bố tần suất FFC2008 được sử dụng với hàm phân bố Pearson III. Kết quả cho thấy sự biến đổi của tần suất cũng tương tự với cực trị kiệt trong lưu vực, đồng thời những cực trị hiếm thay đổi mạnh hơn (Bảng 3), có cùng xu thế biến đổi của đại lượng cực trị trong nhiều nghiên cứu [3]. Cụ thể cường độ của dòng chảy mùa kiệt với tần suất xuất hiện lại là 10 năm giảm 70.8% trong khi đó chỉ giảm khoảng 19% trong cường độ của dòng chảy mùa kiệt với thời kỳ xuất hiện lại là 1.3 năm. Xu thế này cũng tìm thấy với cực trị của những khoảng thời gian khác.

## 6. Kết luận

Như vậy, tính trên cả thời gian dài từ 1969-2003, cực trị dòng chảy kiệt trạm Ba Thá có xu thế giảm với mức độ biến đổi tăng theo thời gian. Tính chất biến đổi của dòng chảy cực trị kiệt khá tuyến tính trong lưu vực nghiên cứu. Mỗi thời kỳ tốc độ biến đổi lại khác nhau, càng về sau càng biến đổi phức tạp hơn nhưng biên độ dao động bé hơn. Điều này cho phép ta dự báo rằng xu thế biến đổi này có thể vẫn tiếp diễn trong tương lai. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy tài nguyên nước ngầm có nguy cơ suy giảm và sự thay đổi trong tần suất của cực trị dòng chảy kiệt cung cấp những thông tin rất quan trọng trong bài toán thiết kế.

## Tài liệu tham khảo

- [1] DHI (2007)-MIKE 11 Reference Manual – DHI software 2007.
- [2] Smakhtin VU, Low flow hydrology : a review. *J.Hydrol* 240(2001) 147.
- [3] Nguyen Y Nhu, Nguyen Thanh Son, Tran Ngoc Anh, Nguyen Quang Trung, The potential impacts of climate change on flood flow in Nhue – Day river basin. The second International MAHASRI/HyARC Workshop, 2011.

# Variation of low flow under climate change in Nhue Day River Basin

Nguyen Y Nhu, Nguyen Thanh Son

*Faculty of Hydro-Meteorology and Oceanography, VNU University of Science,  
334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

For the purpose to investigate the variation of extreme low flow of Nhue Day river basin during the last century. Discharge time series in Ba Tha station - present the characteristics of flow in Nhue Day catchment is reconstructed by using rainfall - runoff model NAM in MIKE 11. Ther results indicated that extreme low flow of the study saw a strong decrease and also varied with large intensification.

*Key word:* NAM, Nhue Day, Climate Change, low flow.