

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWAT ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG ĐÁY TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Lê Văn Linh⁽¹⁾, Nguyễn Thanh Sơn⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

⁽²⁾Trường đại học Khoa học Tự nhiên

Báo cáo đã tìm hiểu sự thay đổi dòng chảy của sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội. Biến đổi khí hậu xảy ra làm lưu lượng nước mùa lũ tăng cao, lưu lượng nước mùa kiệt giảm đi.

1. Mở đầu

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Biến đổi khí hậu là một trong những thách thức lớn nhất đối với đời sống con người trong thế kỷ 21. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tác động đến mọi lĩnh vực trong đời sống con người. Chúng ta cần phải biết mức độ ảnh hưởng của biến đổi khí hậu như thế nào để đưa ra các phương án thích ứng những ảnh hưởng của biến đổi khí hậu.

Bài báo này trình bày kết quả thu được trong quá trình sử dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội.

2. Cơ sở lý thuyết của mô hình

Mô hình SWAT được phát triển từ những năm 90 của thế kỷ trước để hỗ trợ tác động của quản lý tài nguyên nước.

Cơ sở tính toán dòng chảy được sử dụng trong mô hình SWAT được dựa vào phương trình cân bằng nước.

$$SW_t = SW_o + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw}) [2]$$

Trong đó :

SW_t là tổng lượng nước tại cuối thời đoạn tính toán (mm);

SW_o là tổng lượng nước ban đầu tại ngày thứ i (mm);

t là thời gian (ngày);

R_{day} là số tổng lượng mưa tại ngày thứ i (mm);

Q_{surf} là tổng lượng nước mặt của ngày thứ i (mm);

E_a là lượng bốc thoát hơi tại ngày thứ i (mm);

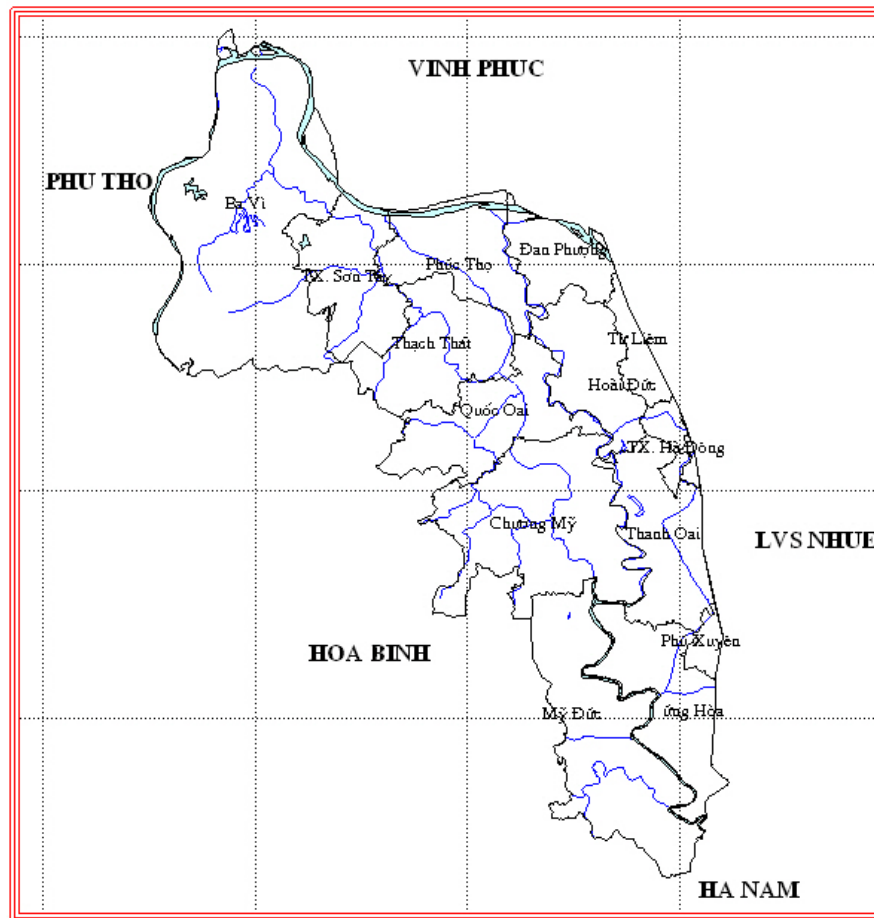
w_{seep} là lượng nước đi vào tầng ngầm ngày thứ i (mm);

Q_{gw} là số lượng nước hồi quy tại ngày thứ i (mm).

3. Kết quả

Lưu vực sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội dài 114km có diện tích lưu

vực khoảng 1900 km², ở vào khoảng 20⁰33' đến 21⁰19' vĩ độ Bắc và 105⁰17' đến 105⁰50' kinh độ Đông. Phía bắc được bao bởi đê sông Hồng, phía đông giáp lưu vực sông Nhuệ; phía Tây Bắc giáp sông Đà từ Ngòi Lát tới Trung Hà dài khoảng 33km; phía Tây giáp tỉnh Hòa Bình, phía Nam giáp tỉnh Hà Nam.



Hình 1 Lưu vực sông Đáy trên địa phận thành phố Hà Nội

3.1. Chuẩn bị số liệu

Số liệu đầu vào của mô hình SWAT bao gồm số liệu không gian và số liệu thuộc tính:

Số liệu không gian dưới dạng bản đồ bao gồm:

- ✓ Bản đồ độ cao số hóa DEM (90x90)
- ✓ Bản đồ thảm phủ
- ✓ Bản đồ loại đất
- ✓ Bản đồ mạng lưới sông suối, hồ chứa trên lưu vực

Số liệu thuộc tính bao gồm:

- ✓ Số liệu về khí tượng bao gồm nhiệt độ không khí tối cao, tối thấp, lượng mưa trung bình ngày thu thập tại 2 trạm Sơn Tây và trạm Ba Vì (1976 – 1980)

- ✓ Số liệu về thủy văn: lưu lượng trung bình ngày tại trạm Ba Thá (1976 – 1980)

3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Để đánh giá sự phù hợp giữa tính toán và thực đo trong báo cáo sử dụng phương pháp thử sai và dùng chỉ tiêu Nash – Sutcliffe (1970) để đánh giá kết quả tính toán của mô hình:

$$F^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n (x'_i - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Trong đó:

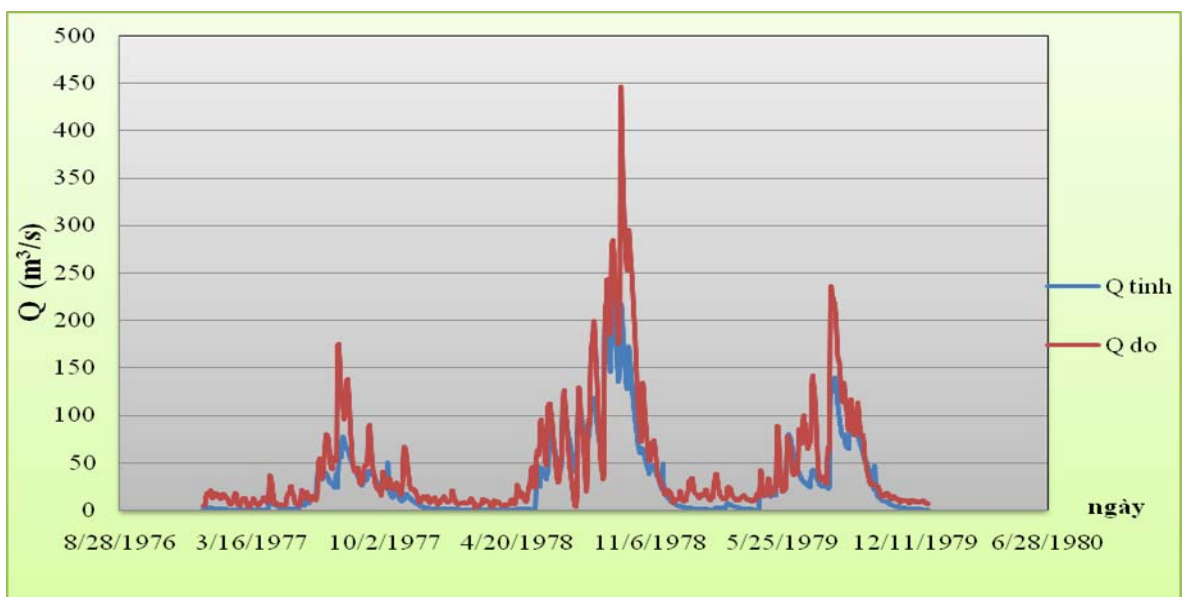
- F^2 : Hiệu số hiệu quả mô hình
- i : Chỉ số
- x_i : Giá trị đo đạc
- x'_i : Giá trị tính toán theo mô hình
- \bar{x} : Giá trị thực đo trung bình

Bảng 1. Mức độ mô phỏng của mô hình tương ứng với chỉ số Nash

R^2	0.9-1	0.7 - 0.9	0.5 – 0.7	0.3 - 0.5
Mức độ mô phỏng	Tốt	Khá	Trung bình	Kém

- Giai đoạn hiệu chỉnh (1977 – 1979)

Giai đoạn hiệu chỉnh sử dụng chuỗi số liệu dòng chảy trạm Ba Thá từ năm 1977 – 1979 để dò tìm bộ thông số mô hình.



Hình 2: Đồ thị so sánh đường quá trình lưu lượng tính toán và thực đo trạm Ba Thá

(1977 – 1979)

Kết quả tính toán giữa đường tính toán và thực đo theo chỉ tiêu Nash – Sutcliffe thu được kết quả $F= 0,73$. Kết quả mô phỏng đạt loại khá. Giai đoạn hiệu chỉnh mô hình thu được bộ thông số trong bảng dưới đây.

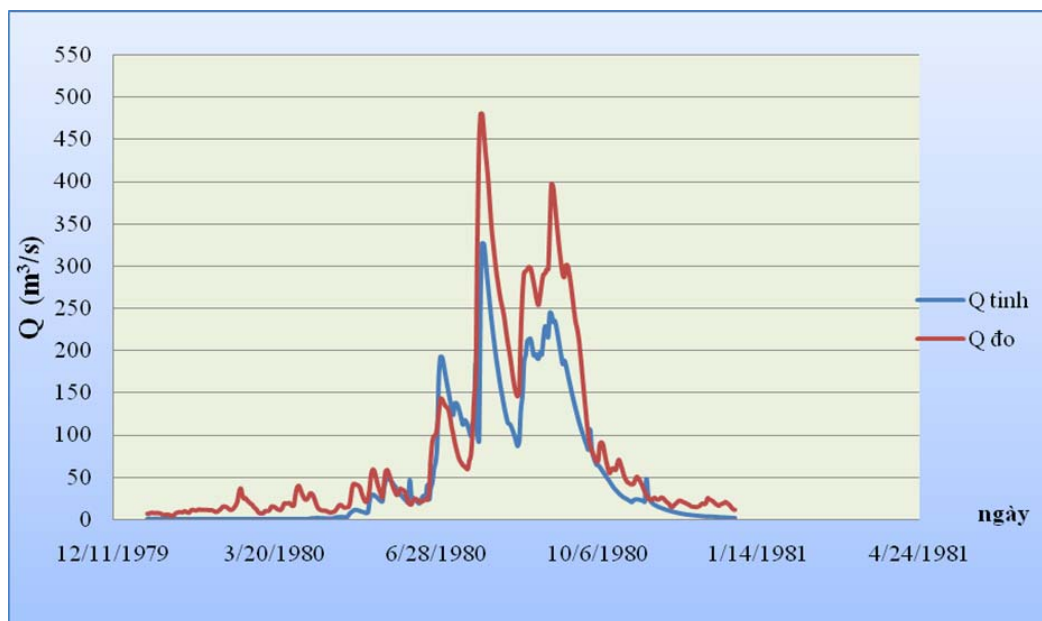
Bảng 2 Kết quả dò tìm thông số khi hiệu chỉnh mô hình SWAT

TT	Thông số	Mô tả	Giá trị
<i>I. Các thông số tính quá trình hình thành dòng chảy mặt</i>			
1	CN2	Chỉ số CN ứng với điều kiện âm II	80
2	SOL_AWC	Khả năng trữ nước của đất	0.4
3	SOL_K	Độ dẫn thủy lực ở trường hợp bão hoà	3.87
4	OV_N	Hệ số nhám Manning cho dòng chảy mặt	7.6
5	CH_N(1)	Hệ số nhám khe rãnh	0.2
6	CH_K(1)	Độ dẫn thủy lực của khe rãnh	0.01
7	SLOPE	Độ dốc bình quân lưu vực	0.015
<i>II. Các thông số tính toán dòng chảy ngầm</i>			
8	GW_DELAY	Thời gian trễ dòng chảy ngầm	20
9	ALPHA_BF	Hệ số triết giảm dòng chảy ngầm	0.1
<i>III. Các thông số diễn toán dòng chảy trong sông</i>			
10	CH_N(2)	Hệ số nhám của sông chính	0.025
11	CH_K(2)	Độ dẫn thủy lực của sông chính	0.1

- Giai đoạn kiểm định

Dùng bộ thông số thu được trong quá trình hiệu chỉnh mô hình. Chuỗi thời gian được sử dụng từ 1/1/1980 đến 31/12/1980 để kiểm định mô hình. Kết quả thu được cho hệ số $F= 0.76$ kết quả mô phỏng đạt loại khá.

- Nhận xét: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình đạt kết quả lần lượt là 0,73 và 0,76 đều đạt loại khá. Do đó bộ thông số này được áp dụng vào tính toán cho các kịch bản biến đổi khí hậu.



Hình 3 Đồ thị so sánh đường quá trình lưu lượng tính toán và thực đo trạm Ba Thá năm 1980

3.3. Áp dụng kịch bản Biến đổi khí hậu đánh giá sự thay đổi dòng chảy lưu vực sông Đáy tại trạm Ba Thá.

a. Lựa chọn kịch bản Biến đổi khí hậu

Các kịch bản Biến đổi khí hậu được lựa chọn từ “Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam” của Bộ tài nguyên và Môi trường năm 2009. Lưu vực sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội được lựa chọn kịch bản B2 làm kịch bản đánh giá sự thay đổi dòng chảy do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu.

Bảng 3. Mức tăng nhiệt độ trung bình ($^{\circ}C$) so với thời kỳ 1980 – 1999 theo kịch bản phát thải (B2) [1]

Kịch bản	Thời đoạn	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
B2	Năm	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.8	2	2.2	2.4
	XII - II	0.5	0.8	1	1.3	1.7	2	2.3	2.6	2.8
	III - V	0.6	0.9	1.2	1.7	1.9	2.3	2.5	2.9	3.1
	VI - VIII	0.3	0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7
	IX - XI	0.4	0.6	0.8	1.1	1.3	1.5	1.8	1.9	2.2

Bảng 4. Mức thay đổi lượng mưa (%) so với thời kỳ 1980 – 1999 theo kịch bản

Kịch bản	Thời đoạn	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
B2	Năm	1.6	2.3	3.2	4.1	5	5.9	6.6	7.3	7.9
	XII - II	0.9	1.2	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	3.9	4.3
	III - V	-1.3	-2	-2.7	-3.6	-4.3	5	-5.7	-6.2	-6.8
	VI - VIII	2.9	4.4	6.1	7.9	9.6	11.1	12.9	13.9	15.1
	IX - XI	0.9	1.4	1.9	2.5	3.1	3.5	4	4.4	4.8

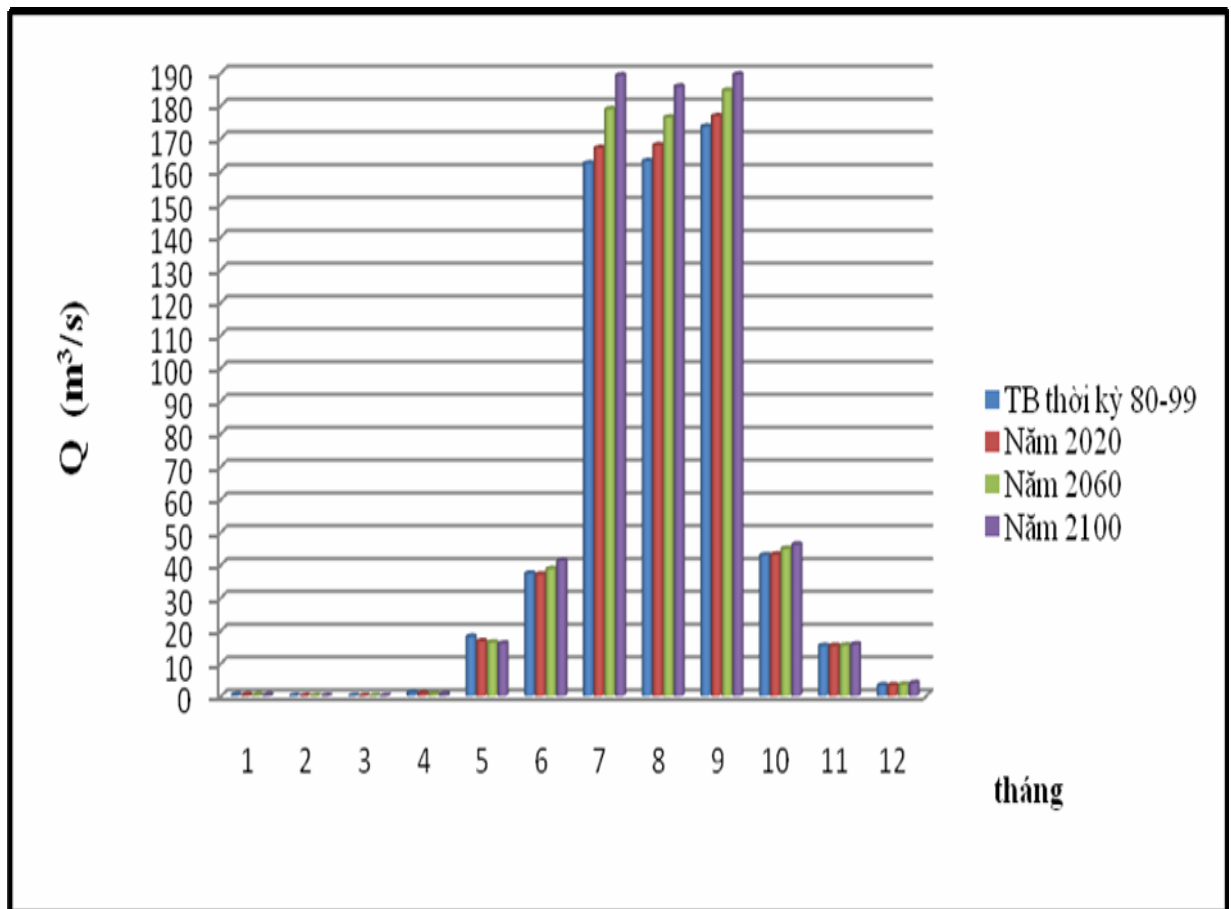
phát thải (B2)[1]

b. Áp dụng kịch bản B2 đánh giá sự thay đổi dòng chảy lưu vực sông Đáy trạm Ba Thá

Tính theo kịch bản B2 áp dụng cho các năm 2020, 2060, 2100 để đánh giá sự thay đổi dòng chảy do ảnh hưởng của kịch bản Biến đổi khí hậu.



Hình 4. Thay đổi dòng chảy năm với các thời đoạn tính toán kịch bản B2



Hình 5. Thay đổi dòng chảy tháng so với thời kỳ 80-99 của các giai đoạn kịch bản B2

Nhìn vào hình 4 cho thấy sự tăng dòng chảy năm theo các thời kỳ. Về sau thế kỷ 21 lượng dòng chảy càng tăng cao. Lưu lượng bình quân năm tăng tuyến tính theo thời gian.

Hình 5 cho thấy sự thay đổi dòng chảy theo các tháng mùa lũ rất cao. Còn các tháng mùa kiệt sự thay đổi là nhỏ. 3 tháng mùa lũ là tháng 7, 8, 9 có sự thay đổi dòng chảy lớn nhất; càng về sau thế kỷ 21 lưu lượng càng tăng cao có khả năng gây ra lũ lớn nhiều hơn. 3 tháng mùa kiệt là tháng 3, 4, 5 dòng chảy giảm đi không đáng kể tuy nhiên có thể gây ra hạn hán nhiều hơn trong những năm tới.

Kết luận

1. Báo cáo đã tìm bộ thông số phù hợp với mô hình SWAT tại lưu vực sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội.
2. Áp dụng bộ thông số để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới dòng chảy.
3. Trong giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định hệ số Nash lần lượt là 0,73 và 0,76. Muốn nâng cao độ chính xác của mô hình thì cần bản đồ DEM có độ chính xác cao và bản đồ thảm phủ, bản đồ sử dụng đất có độ chính xác cao hơn.

4. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu làm dòng chảy mùa lũ tăng cao và dòng chảy mùa kiệt giảm nhiều. Làm cho các hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra mạnh hơn so với trước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Bộ tài nguyên và Môi trường năm 2009.
2. S.L.Neitsch, J.G. Arnold, J.R.Kiniry, J.R.Williams (2001), Soil and water assessment tool theoretical documentation, USDA_ARIS Publications.

APPLICATION OF SWAT MODEL TO ASSESS IMPACTS OF CLIMATE CHANGE TO THE FLOW OF DAY RIVER- BASIN IN HANOI CITY

*Le Van Linh, Nguyen Thanh Son
Institute of Meteorology, Hydrology and Environment
Hanoi University of Science*

Abstract

The report shows the change of Day river basin in Hanoi city. Climate change have an effect on the flow discharge: increasing of the flow discharge in flood season and decreasing in dry season..