

Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội

Nguyễn Ý Như¹, Lê Văn Linh², Nguyễn Thanh Sơn^{1,*}, Trần Ngọc Anh¹

¹*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

²*Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường 62 Nguyễn Chí Thanh, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 29 tháng 4 năm 2011

Tóm tắt. Lưu vực sông Đáy nằm trên địa bàn thành phố Hà Nội, vùng kinh tế trọng điểm quốc gia, tập trung đông dân cư, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh, những tác động của biến đổi khí hậu nghiêm trọng hơn không chỉ vì cường độ mà vì cả mật độ dân số. Vì thế việc nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy trên lưu vực và tìm kiếm giải pháp cho vấn đề này thực sự là một trong những bài toán hết sức cần thiết. Trên cơ sở đó bài báo đã sử dụng SWAT làm công cụ thực hiện đánh giá thay đổi dòng chảy theo điều kiện khí hậu tương lai của kịch bản B2. Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng mô phỏng quá trình dòng chảy với độ chính xác cao của mô hình SWAT và thể hiện tác động rất mạnh tới cực trị lũ của biến đổi khí hậu.

Từ khóa: SWAT, Nhuệ Đáy, Biến đổi khí hậu.

1. Mở đầu

Nghiên cứu về diễn biến theo không gian và thời gian của các quá trình thủy văn gần đây thu hút được rất nhiều quan tâm, đặc biệt là trong kết nối với vấn đề biến đổi khí hậu toàn cầu. Tuy nhiên tác động của nó đối với từng khu vực là khác nhau, đặc biệt là đối với lưu vực tập trung đông dân cư, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh như Hà Nội. Vì thế việc nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến các đặc trưng thủy văn trên lưu vực sông Đáy là hết sức cần thiết, từ đó xây dựng các giải pháp giảm nhẹ và hạn chế những tác hại của chúng, cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn cho các nhà quản lý,

các nhà hoạch định chính sách xác định chiến lược phát triển kinh tế bền vững và đảm bảo an sinh xã hội.

Cơ sở dữ liệu khí hậu cho tương lai xây dựng dựa trên nghiên cứu của Bộ Tài nguyên Môi trường thực hiện, được dẫn vào mô hình thủy văn phân bố SWAT để xem xét những thay đổi trong chế độ dòng chảy tính toán giữa hiện tại và kịch bản tương lai.

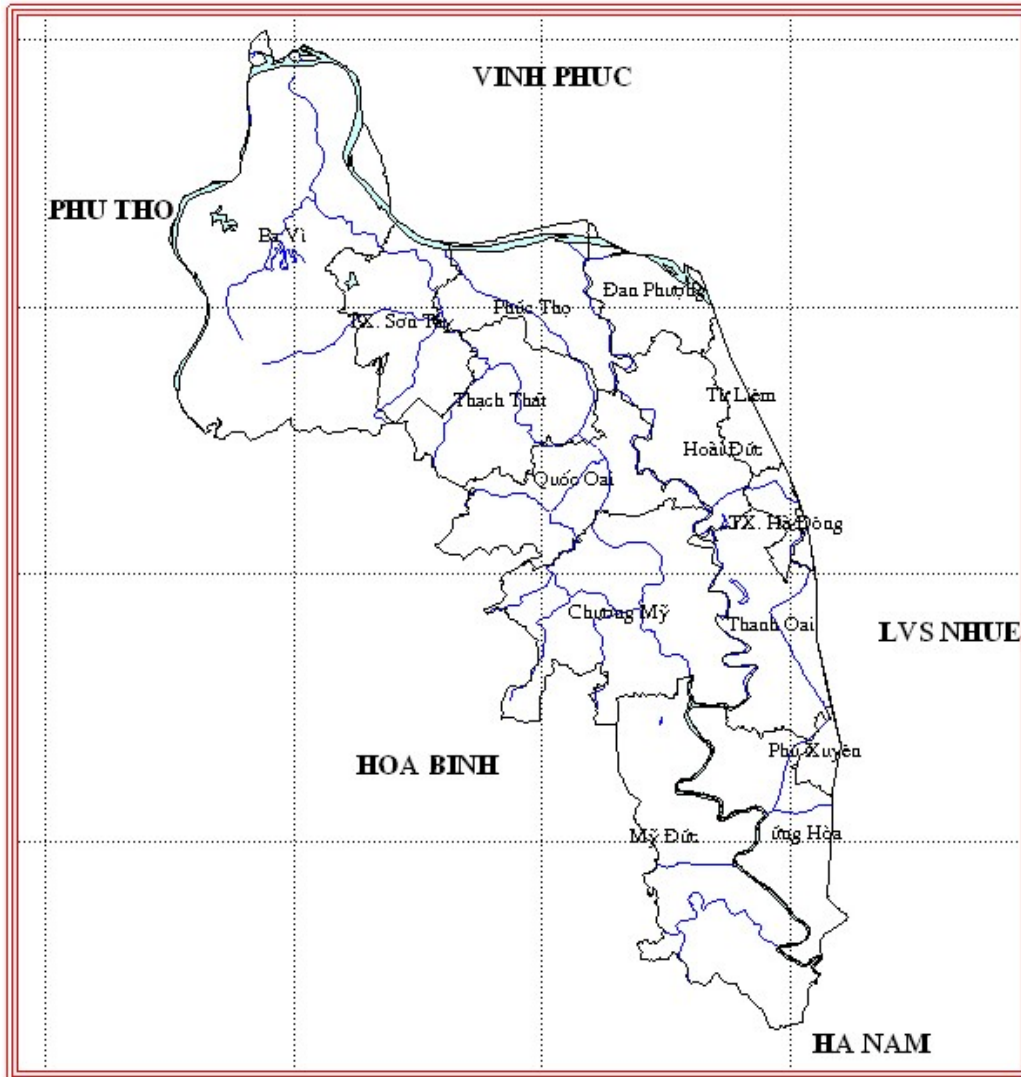
2. Lưu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội dài 114km có diện tích lưu vực khoảng 1900 km², ở vào khoảng 20^o33' đến 21^o19' vĩ độ Bắc và 105^o17' đến 105^o50' kinh độ Đông.

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

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 thuộc địa phận thành phố Hà Nội.

Chế độ dòng chảy tại trung lưu, thượng lưu và các nhánh bờ tây sông Đáy bị chi phối rõ rệt bởi khí hậu. Phân mùa trong lưu vực gồm có mùa lũ bắt đầu từ tháng 6 đến tháng 10, chiếm 70-80% tổng lượng dòng chảy năm. Lượng nước trong các tháng mùa lũ rất dồi dào, đặc

biệt là tháng 9, trung bình từ 1961 đến 1980 tại trạm Ba Thá là 120.8 m³/s. Mùa kiệt bắt đầu từ tháng 11 đến tháng 5 sang năm, trong đó kiệt nhất là 3 tháng đầu năm. Đặc biệt là tháng 3 dòng chảy trung bình chỉ 9.7 m³/s tại Ba Thá.

3. Phương pháp nghiên cứu

SWAT là mô hình vật lý có khả năng đánh giá tác động của sử dụng đất, khí hậu đối với dòng chảy, bùn cát và hóa chất nông nghiệp trên các lưu vực cơ sở cũng như các đơn vị sử dụng đất trong giai đoạn thời gian dài. Trong đó, dòng chảy mặt được tính bằng phương pháp đường cong SCS biến đổi dựa vào hàm lượng ẩm. Mặc dù biến đổi trong phương pháp này có thể cho kết quả xác định hàm lượng ẩm đất chính xác hơn, tuy nhiên những thay đổi này khiến cho việc tính toán dòng chảy phụ thuộc nhiều hơn vào thông tin của profin đất như phân loại lớp đất, cụ thể là độ sâu profin đất. So với phương pháp SCS ban đầu, mô tả hàm lượng ẩm theo mưa, phương pháp SCS biến đổi có thể dẫn đến vấn đề hiệu chỉnh liên quan đến cấu trúc đất, độ sâu profin và sự phát triển của cây trồng.

Phương trình chi phối mô hình SWAT biểu diễn dưới dạng [1]:

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

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 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 lượng nước hồi quy tại ngày thứ i (mm).

4. Số liệu và khả năng ứng dụng của mô hình

4.1. Dữ liệu vào

Số liệu đầu vào của mô hình SWAT [2] bao gồm số liệu không gian và số liệu thuộc tính:

Số liệu không gian 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)

4.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Trong nghiên cứu chỉ tiêu Nash – Sutcliffe (1970) được sử dụng như hàm mục tiêu để đánh giá mức độ phù hợp của mô hình đối với khả năng mô phỏng dòng chảy trên lưu vực:

$$F^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x}_i)^2}$$

Trong đó: F^2 : Hệ số hiệu quả mô hình; i : Chỉ số; x_i : Giá trị đo đạc; \hat{x}_i : Giá trị tính toán theo mô hình; \bar{x} : Giá trị thực đo trung bình.

Bảng 1. Khả năng mô phỏng của mô hình tương ứng với chỉ số Nash

F^2	0.9-1	0.7 - 0.9	0.5 – 0.7	0.3 - 0.5
Khả năng mô phỏng	Tốt	Khá	Trung bình	Kém

Hiệu chỉnh

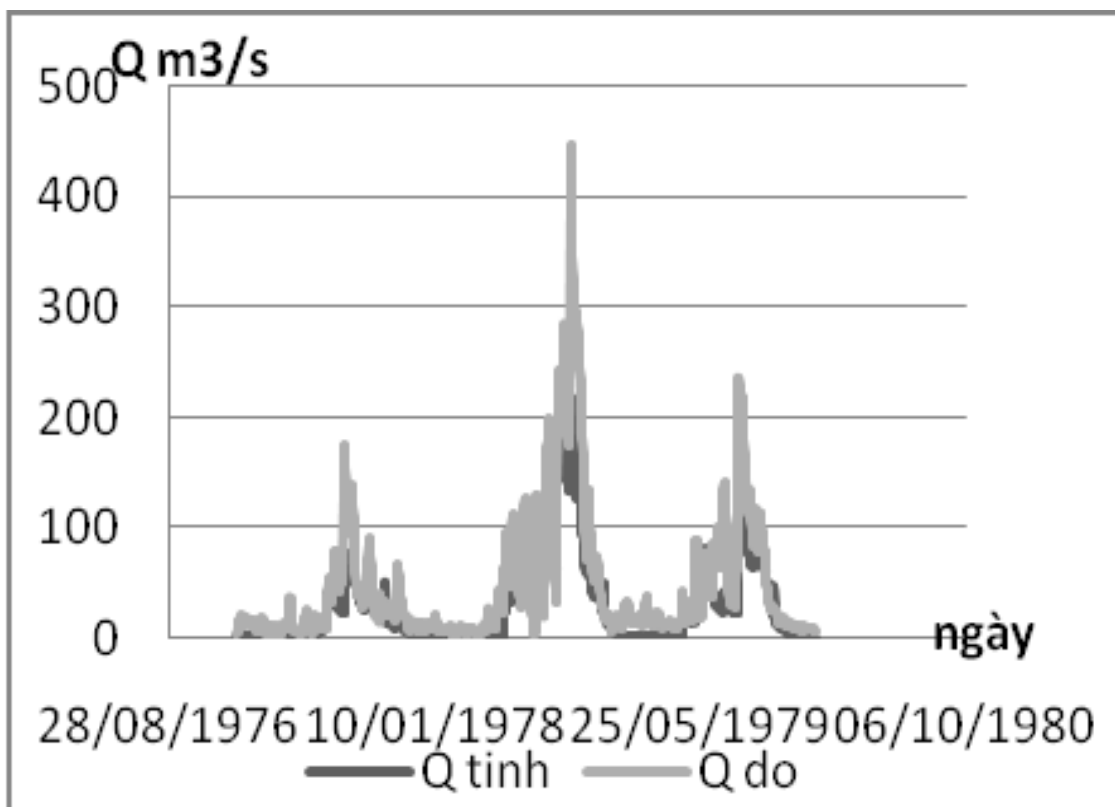
Sau khi dữ liệu vào đã được xử lý, những dữ liệu này sẽ được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình cho lưu vực từ năm 1977 – 1979. Bản đồ sử dụng đất theo năm 2000 và được coi là

không thay đổi. Mặc dù sẽ lý tưởng nếu bản đồ sử dụng đất được hiệu chỉnh. Nghiên cứu tập trung hiệu chỉnh các thông số vật lý đất như độ dẫn thấm thủy lực bão hòa, các thông số ảnh hưởng đến dòng chảy cơ sở, dòng chảy ngầm, một bộ thông số tối ưu với lưu vực được xác định (bảng 2). Kết quả hiệu chỉnh thể hiện trên hình 2 đối với trạm Ba Thá, với chỉ tiêu Nash – Sutcliffe là 0,73 Sự sai khác giữa kết quả tính toán và thực đo thể hiện rõ trong mùa lũ, giá trị ước tính nhỏ hơn so với giá trị quan trắc. Ngoại trừ điểm này mô hình mô phỏng đường quá trình với độ chính xác cao.

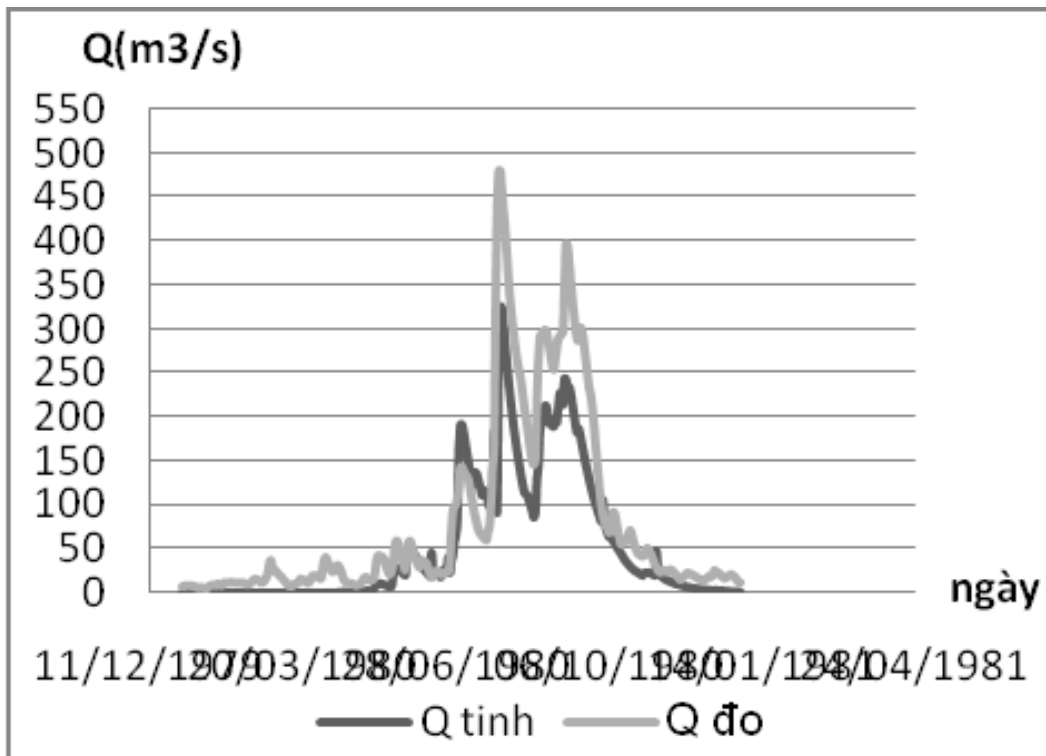
Kiểm định

Kết quả kiểm định được thể hiện trên hình 3 So sánh chuỗi số liệu tính toán và thực đo từ 1/1/1980 đến 31/12/1980 cho $F= 0.76$, độ chính xác cao hơn một chút so với giai đoạn hiệu chỉnh, phản ánh cơ bản qua số đỉnh lũ ít hơn trong giai đoạn kiểm định.

Nhận xét: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho thấy SWAT có khả năng mô phỏng dòng chảy với điều kiện của lưu vực nghiên cứu với độ chính xác tương đối cao. Những kết quả này đảm bảo bộ thông số hiệu chỉnh được là phù hợp để sử dụng đánh giá thay đổi dòng chảy đối với biến đổi khí hậu.



Hình 2. Đồ thị so sánh đường quá trình lưu lượng tính toán và thực đo trạm Ba Thá (1977-1979) Nhuệ-Đáy.



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

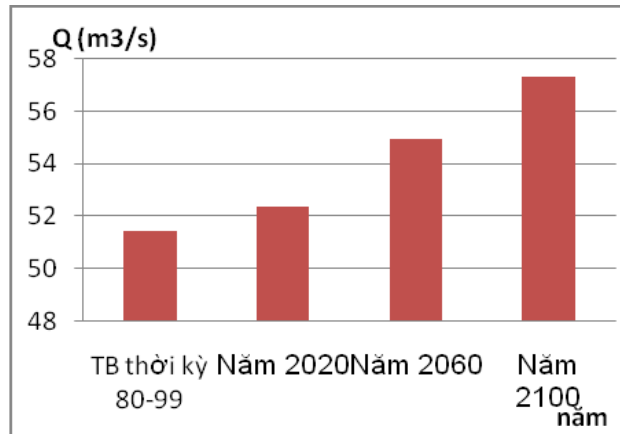
Bảng 2. Kết quả dò tìm thông số khi hiệu chỉnh mô hình SWAT

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 ẩm 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

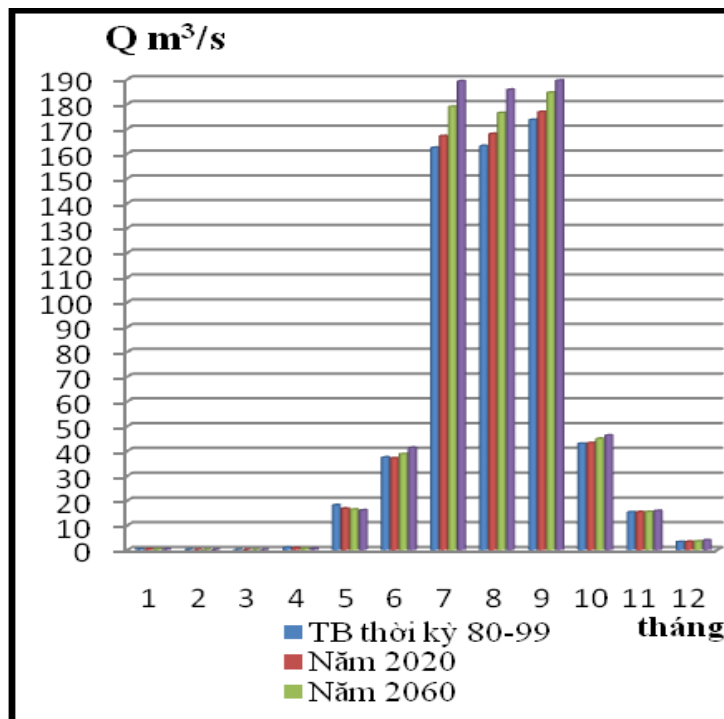
4.3. Áp dụng kịch bản Biến đổi khí hậu đánh giá sự thay đổi dòng chảy lưu vực sông Đáy tại trạm Ba Thá.

Để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, kịch bản nền sử dụng số liệu trung bình giai đoạn từ 1980 đến 1999 được sử dụng. Kết quả tính toán cho kịch bản này được sử dụng làm cơ

sở để so sánh kết quả từ mô hình tương ứng với kịch bản được lựa chọn trong nghiên cứu, B2 (“Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam” của Bộ tài nguyên và Môi trường năm 2009). Sự khác nhau đó thể hiện tác động của biến đổi khí hậu đối với dòng chảy.



Hình 4. Thay đổi dòng chảy năm với các thời đoạn tính toán kịch bản B2 của lưu vực sông Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội.



Hình 5. Thay đổi dòng chảy tháng so với thời kỳ 80-99 của các giai đoạn kịch bản B2 của lưu vực sông Đáy trên địa bàn Hà Nội.

Bảng 3. Mức tăng nhiệt độ trung bình (0C) 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 phát thải (B2)[1]

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	-5,0	-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

Tính toán thay đổi của phản ứng thủy văn theo kịch bản biến đổi khí hậu B2 cho các năm 2020, 2060, 2100.

Kết quả đánh giá cho thấy xu hướng tăng dòng chảy năm theo thời gian và tốc độ tăng diễn ra mạnh hơn (Hình 4). Đến năm 2020 dòng chảy chỉ tăng xấp xỉ 2% so với trung bình giai đoạn 80-99, trong khi đó đến năm 2060 đã tăng 7% và đến cuối 21 dòng chảy tăng gần 14%, gấp 2 lần so với thời kỳ tăng trước đó.

Trong khi giá trị trung bình của dòng chảy năm tăng tuyến tính theo thời gian với mức độ tương đối lớn, dòng chảy lũ lại thể hiện xu thế tăng nguy hiểm hơn (Hình 5). 3 tháng dòng chảy lớn nhất 7, 8, 9 có dòng chảy tăng tương ứng 3%, 12.5% và xấp xỉ 19% so với trung bình thời kỳ 80-99. Trong khi đó 3 tháng kiệt nhất 1, 2, 3 dòng chảy giảm đi tuy không đáng kể về lượng nhưng lại có tác động nghiêm trọng do bản thân dòng chảy kiệt ở khu vực đã rất thấp.

Kết luận

Nghiên cứu cho thấy biến đổi khí hậu tác động đối với lưu vực sông Đáy là tiêu cực, nó

đẩy mạnh các hiện tượng cực đoan, làm tăng đại lượng trung bình, tăng cực trị lũ, đặc biệt trong 3 tháng lũ lớn nhất 7, 8, 9. Hai tháng bắt đầu và kết thúc mùa lũ vẫn thể hiện xu hướng tăng mặc dù nhỏ do dòng chảy trong thời gian này chưa cao. Trong khi đó lại giảm cực trị dòng chảy kiệt, đặc biệt là vào 3 tháng kiệt nhất 1, 2, 3. Các tháng đầu và cuối mùa kiệt cũng thể hiện xu hướng giảm, nhưng cuối mùa kiệt giảm mạnh hơn, hơn nữa dòng chảy của nó không quá bé gây tác động không lớn. Đồng thời kết quả tính toán cũng cho thấy diễn biến dòng chảy này xấu đi vào cuối thế kỷ 21. Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài nhóm A, Đại học Quốc gia Hà Nội, QGTD.10-06

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.

Impact assessment of climate change on flow of Day river-basin in Hanoi city

Nguyen Y Nhu¹, Le Van Linh², Nguyen Thanh Son¹, Tran Ngoc Anh¹

¹*Faculty of Hydro-Meteorology & Oceanography, Hanoi University of Science, VNU,
334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

²*Institute of Hydrology Meteorology and Environment, 62 Nguyen Chi Thanh, Hanoi, Vietnam*

Day river basin in Ha Noi; a key economic, populus region and strong urbanization, the effect of climate change would be more serious not only because of intensity but also population. Investigating the impact of climate change on streamflow of basin and research the solution of this problem are therefore really neccessary. Thus, this paper applied SWAT as tool to assess the changes in flow under future climate condition following B2 scenario. The result reveals a high accuracy of SWAT in simulating flow, and indicates strongly influences on flood extreme of climate change.