

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWAT TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY PHẦN LƯU VỰC SÔNG MÃ THUỘC ĐỊA PHẬN TỈNH THANH HÓA

TS. Hoàng Ngọc Quang

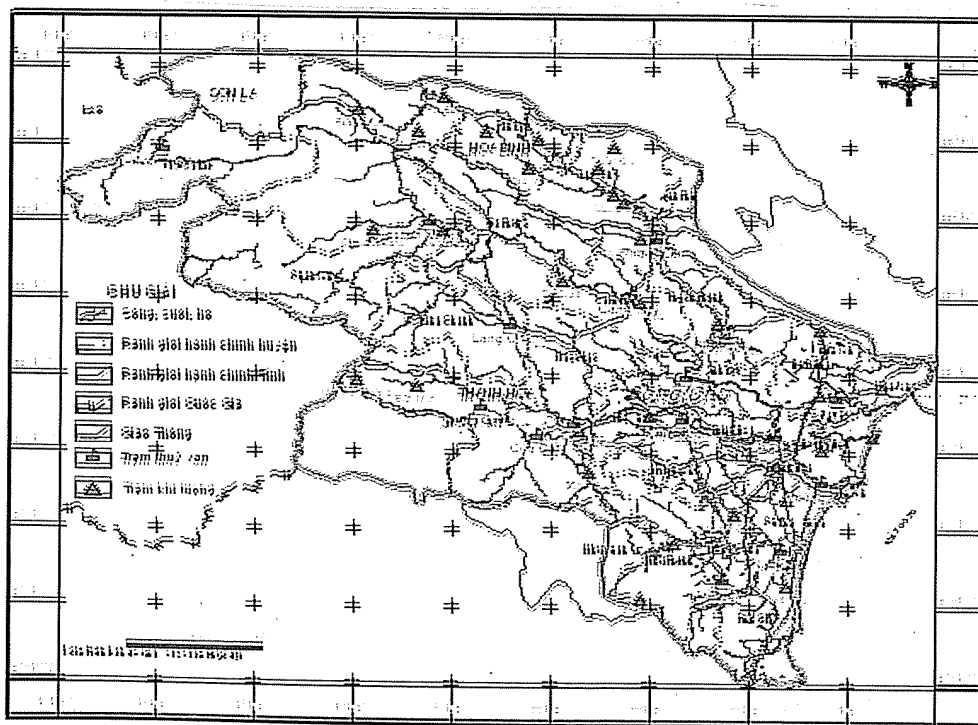
Trường Cao đẳng Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Mô hình SWAT (Soil and Water Assessment Tools) được xây dựng từ những năm 90 tại Trung tâm Nghiên cứu đất nông nghiệp USDA- Agricultural Research Service (ARS) nhằm mô phỏng ảnh hưởng của việc quản lý sử dụng đất đến nguồn nước, bùn cát và hàm lượng chất hữu cơ trong đất trên hệ thống lưu vực sông trong một khoảng thời gian nào đó. Mô hình này chia dòng chảy thành 3 pha: pha mặt đất, pha dưới mặt đất và pha trong sông. Việc mô tả các quá trình thủy văn được chia làm hai phần chính: phần thứ nhất là pha lưu vực với chu trình thủy văn kiểm soát khối lượng nước, bùn cát, chất hữu cơ được chuyển tải tới các kênh chính của mỗi lưu vực. Phần thứ hai là diễn toán dòng chảy, bùn cát, hàm lượng các chất hữu cơ tới hệ thống kênh và tới mặt cắt cửa ra của lưu vực. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình SWAT để tính toán dòng chảy cho lưu vực sông Mã tỉnh Thanh Hóa.

1. Giới thiệu mô hình

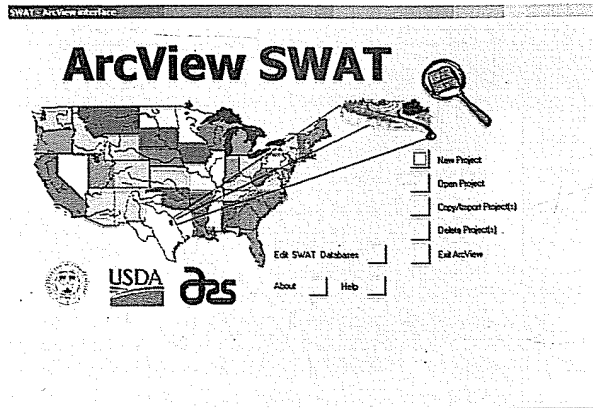
Sông Mã là một trong 9 lưu vực sông lớn ở Việt Nam, có tổng diện tích lưu vực 28.400 km², có chiều dài 512 km, chảy qua 8 các tỉnh Sơn La, Lai Châu,

Hoà Bình, Sầm Nưa (Lào), Thanh Hoá, Nghệ An đổ ra biển tại cửa Hới. Có đến hơn 80% diện tích tự nhiên của tỉnh Thanh Hóa thuộc lưu vực sông Mã.



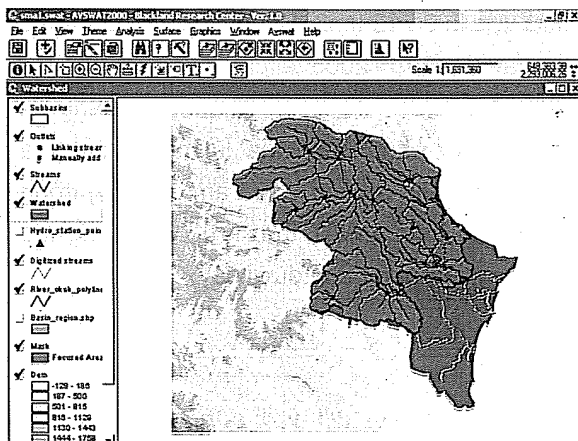
Hình 1. Giới hạn nghiên cứu

Phản biện: TS. Nguyễn Viết Thi

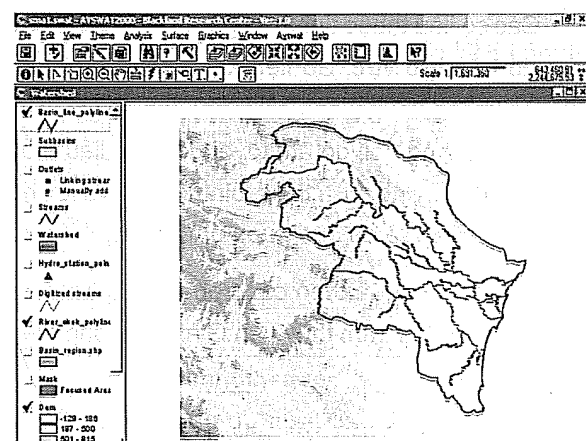


Hình 2. Giao diện của mô hình khi khởi động chương trình

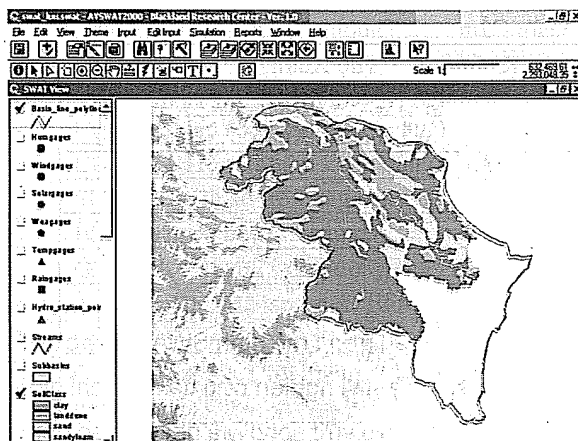
2. Thiết lập hệ thống thông tin, số liệu, bản đồ làm thông số đầu vào



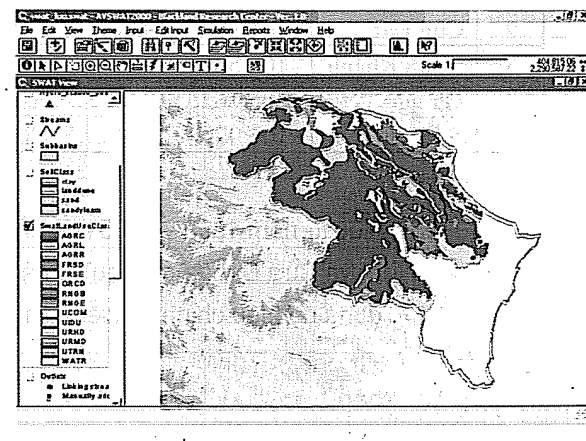
Hình 3. Cửa sổ làm việc chính của mô hình trên nền Arcview3.2a



Hình 4. Bản đồ DEM lưu vực sông Mã



Hình 5. Bản đồ đất lưu vực sông Mã

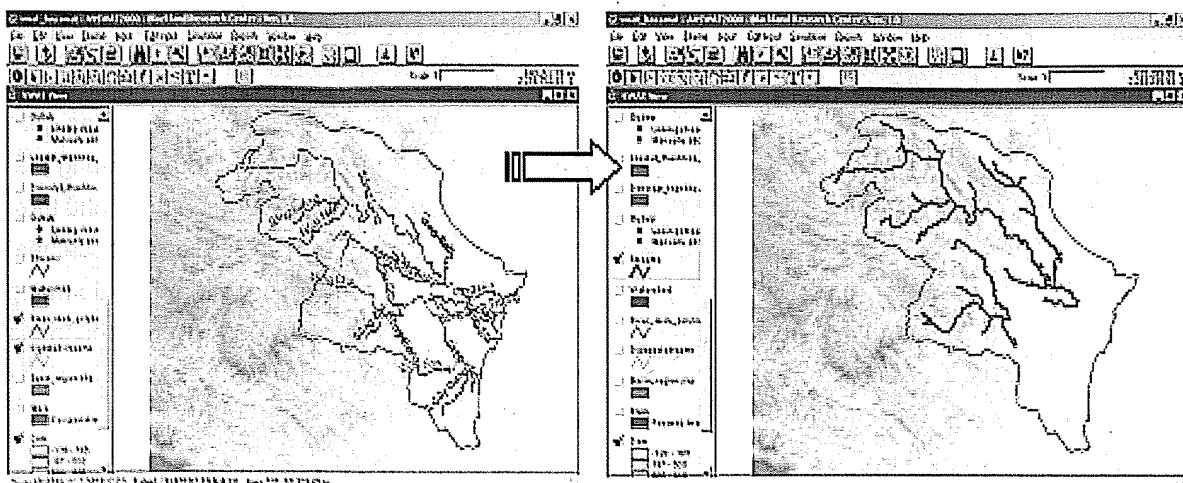


Hình 6. Bản đồ thảm phủ thực vật ứng với hiện trạng rừng và sử dụng đất của năm 1995 và năm 1998 lưu vực sông M

Số liệu vào của mô hình bao gồm số liệu không gian là các bản đồ và số liệu thuộc tính:

* Các bản đồ được dùng cho mô hình bao gồm (hình 4, 5, 6 và 7): Bản đồ DEM lưu vực sông Mã, Bản đồ đất lưu vực sông Mã, Bản đồ thảm phủ thực vật ứng với hiện trạng rừng và sử dụng đất của năm 1995 và năm 1998 lưu vực sông Mã, Bản đồ mạng lưới sông suối lưu vực sông Mã và Bản đồ hệ thống lưới trạm đo khí tượng thủy văn lưu vực sông Mã-Bản đồ mạng lưới sông suối lưu vực sông Mã

Bản đồ DEM và các loại bản đồ trên sử dụng thống nhất trên hệ tọa độ UTM_WGS84 múi chiều 49 độ Bắc



**Hình 7. (a) Mạng lưới sông suối lưu vực sông Mã ban đầu đưa vào mô hình
(b) Sông suối lưu vực sông Mã sau khi được mô hình số hóa lại dựa trên bản đồ DEM**

* Các số liệu thuộc tính bao gồm: Vị trí địa lý các trạm đo trên lưu vực, Số liệu khí tượng bao gồm nhiệt độ không khí (tối cao, tối thấp), tốc độ gió, bức xạ, độ ẩm tương đối, độ ẩm tuyệt đối, Số liệu thủy văn bao gồm lượng mưa trung bình ngày, lưu lượng trung bình ngày và độ đục trung bình ngày.

Lưu vực sông Mã theo cách phân chia lưu vực tính toán tính đến trạm thủy văn Giàng có tổng diện

tích lưu vực là 9.712 km². Chuỗi số liệu mưa trung quân ngày từ 1999 - 2005 tại các trạm đo Cửa Đạt, Bát Mọt, Lang Chánh, Xuân Khánh và Giàng sẽ được dùng trong tính toán. Chất lượng số liệu mưa nhìn chung tương đối tốt. Các trạm đo dùng trong tính toán mô hình SWAT trên lưu vực sông Mã được thống kê trong bảng dưới đây

Bảng 1. Các trạm đo dùng trong tính toán mô hình SWAT trên lưu vực sông Mã

TT	Tên Trạm	X	Y	Sông	Xã	Huyện	Tỉnh
1	Lang Chánh	105.25	20.14	Ấm	Quang Hiến	Lang Chánh	Thanh Hoá
2	Cửa Đạt	105.30	19.88	Chu	Xuân Cẩm	Thường Xuân	Thanh Hoá
3	Xuân Khánh	105.58	19.92	Chu	Xuân Khánh	Thọ Xuân	Thanh Hoá
4	Giàng	105.76	19.88	Mã	Hoàng Giang	Hoàng Hoá	Thanh Hoá
5	Bát Mọt	105.07	20.00	Chu	Bát Mọt	Thường Xuân	Thanh Hoá

Chuỗi lưu lượng liệu từ năm 1999 – 2005 tại trạm Cẩm Thủy (sông Mã) và Cửa Đạt (sông Chu) là các chuỗi số liệu được dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

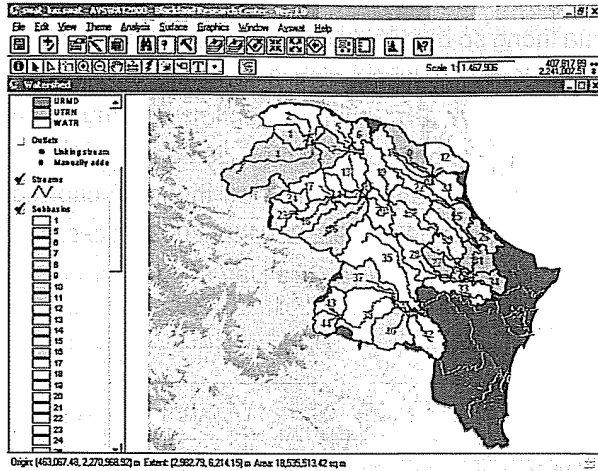
3. Nhiệm vụ tính toán

Từ quá trình mưa bình quân ngày thực đo từ 1999 đến 2005, áp dụng mô hình SWAT để tính toán dòng chảy bình quân ngày tại cửa ra của mỗi lưu

vực bộ phận.

4. Phạm vi tính toán

Phạm vi tính toán trong mô hình SWAT, được xác định trên cơ sở phạm vi nghiên cứu đã nêu, chỉ giới hạn ở phần hạ lưu lưu vực sông Mã nhưng bao gồm phần diện tích khu vực đồng bằng ven biển (tính từ vị trí dưới trạm Giàng trở xuống).



Hình 81 Phạm vi lưu vực tính toán và kết quả phân chia ra các lưu vực bộ phận

5. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Quá trình tính toán của mô hình được thiết lập đầy đủ theo các thông số và điều kiện cần thiết cho mô hình đã nêu ở trên, từ đó thiết lập các kịch bản tính toán với mục đích kiểm tra độ phù hợp với thực tế và việc lựa chọn bộ thông số tối ưu cho mô hình như việc xác định lại hệ số nhám, chỉ số bốc hơi, độ

ẩm mặt đệm, nhiệt độ, hệ số tổn thất ban đầu, thời gian tập trung nước... cho toàn lưu vực và tại mỗi lưu vực bộ phận thông qua quá trình thử sai dò tìm bộ thông số theo phương pháp dò tìm thông số Rosenbrok. Các thông số được chia làm các nhóm cơ bản như sau:

- Thông số tính quá trình hình thành dòng chảy mặt bao gồm: tính lượng mưa hiệu quả, tính lưu lượng đỉnh lũ, tính hệ số trễ dòng chảy mặt
- Thông số tính toán dòng chảy ngầm
- Thông số diễn toán trong kênh

Các kịch bản (scenarios) tính toán đã được thiết lập cho việc chạy mô hình theo các bộ thông số khác nhau và sau mỗi lần thử sai đều có sự so sánh, phân tích, đánh giá để lựa chọn bộ thông số tối ưu cho mô hình.

Mô hình đã chạy ổn định cho các kịch bản tính toán và đã cho những kết quả tương đối phù hợp với thực tế. Kết quả hiệu chỉnh các thông số mô hình với chuỗi số liệu từ năm 1999 đến 2002 được thống kê trong bảng 2.

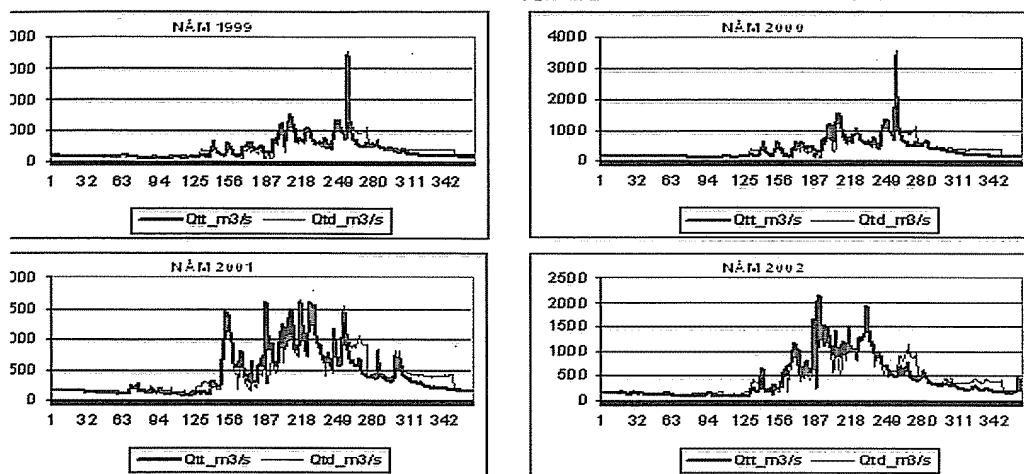
Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh thông số mô hình

Thông số	Nhóm thông số		
	Quá trình hình thành dòng chảy mặt	Dòng chảy ngầm	Diễn toán trong kênh
CN2: Chỉ số CN ứng với điều kiện ẩm II	61		
SOL_AWC: Khả năng trữ nước của đất	0.10		
SOL_K: Ksat độ dẫn thủy lực ở trường hợp bão hoà	10		
OV_N: Hệ số nhám Manning cho dòng chảy mặt	15.5		
CH_K(1): Hệ số dẫn thủy lực của kênh dẫn	0.5		
CH_N(1): Hệ số nhám kênh dẫn (mm/giờ)	0.025		
SURLAG: Hệ số trễ dòng chảy mặt	0.5		
ESCO: Hệ số bốc hơi của đất	0.5		
GWQMN: Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm		5	
ALPHA_BF: Hệ số triết giảm dòng chảy ngầm		0.05	
GW_DELAY: Thời gian trữ nước tầng ngầm (ngày)		31	
CH_N(2): Hệ số nhám của kênh chính			0.05
CH_K(2): Hệ số dẫn thủy lực của kênh chính (mm/giờ)			0.02

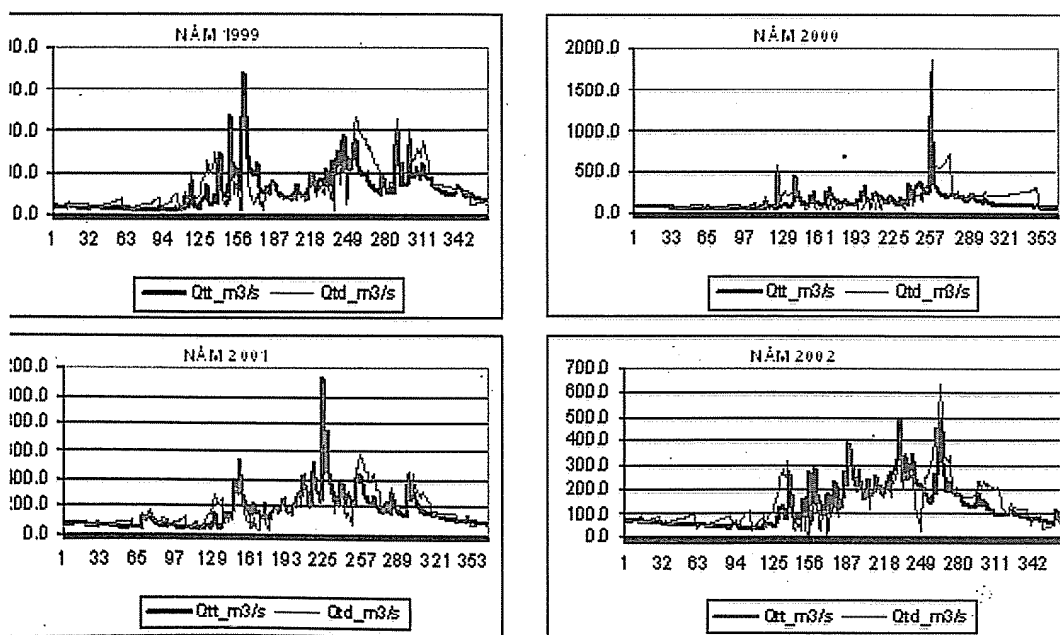
Nghiên cứu & Trao đổi

Khi tăng giá trị của thông số chỉ số CN ứng với điều kiện ẩm II (CN2) lên thì đỉnh lũ tăng, quá trình lũ lên không tăng, trong khi đó quá trình lũ xuống giảm. Điều đó chứng tỏ lớp dòng chảy mặt phụ thuộc vào điều kiện thấm phủ và sử dụng đất cũng như độ ẩm của đất trên lưu vực. Nếu tăng hệ số dẫn thủy lực của kênh dẫn (CH_K(1)) thì đỉnh lũ giảm, trong khi đó quá trình lũ lên và lũ xuống không đổi. Nếu tăng hoặc giảm giá trị của thông số khả

năng trữ nước của đất (SOL_AWC) cũng như giá trị của thông số độ dẫn thủy lực ở trường hợp bão hoà (SOL_K) thì lưu lượng đỉnh lũ cũng thay đổi. Qúa đó thấy rằng, lưu lượng đỉnh lũ trên lưu vực phụ thuộc rõ rệt vào lớp phủ rừng và điều kiện ẩm của đất. Kết quả tính toán hiệu chỉnh bộ thông số cho mô hình trong các năm 1999, 2001 và 2002 tại các vị trí Cẩm Thủy/ sông Mã và Cửa Đạt/ sông Chu.



Hình 9. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán tại trạm Cẩm Thủy các năm 1999, 2000, 2001 và 2002



Hình 10. Đường quá trình lưu lượng thực đo và tính toán tại trạm Cửa Đạt các năm 1999, 2000, 2001 và 2002

Mô hình SWAT dùng chỉ tiêu của Nash – Sutcliffe (1970) để đánh giá chất lượng mô hình tính toán mô

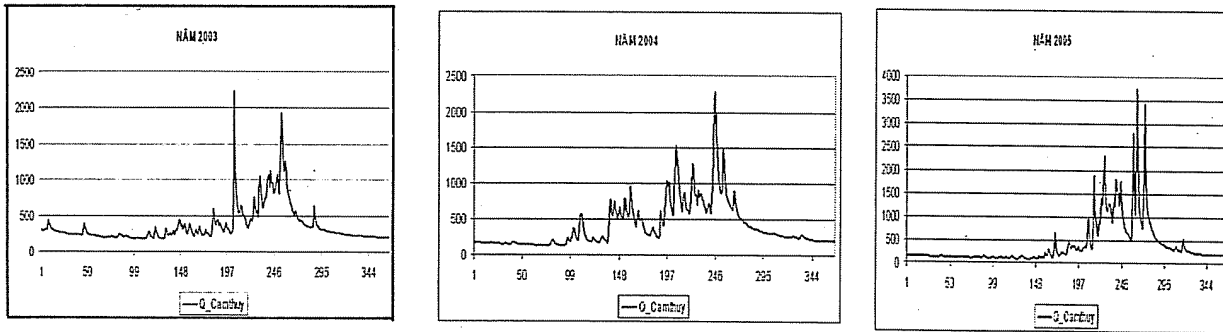
phỏng mô hình, chỉ tiêu Nash đánh giá chất lượng hiệu chỉnh qua các năm như sau:

Bảng 3. Kết quả chỉ tiêu Nash đánh giá chất lượng hiệu chỉnh mô hình

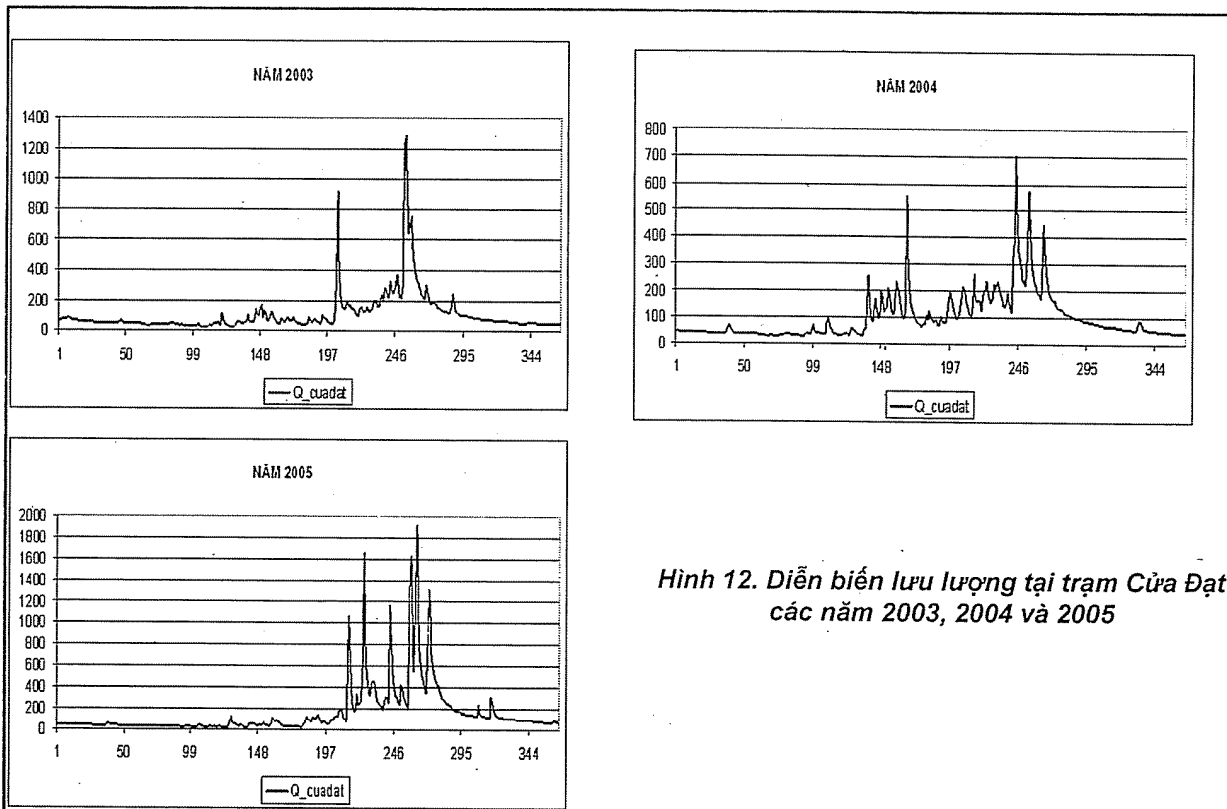
Năm	Tr. Cẩm Thủy	Tr. Cửa Đạt
1999	0.81	0.78
2000	0.87	0.83
2001	0.83	0.82
2002	0.84	0.81

Kết quả tính toán dòng chảy tại các vị trí Cẩm Thủy/ sông Mã và Cửa Đạt/ sông Chu các năm 2003, 2004 và 2005 dựa trên bộ thông số của mô

hình đã xác lập được trong bài toán hiệu chỉnh như sau



Hình 11. Diễn biến lưu lượng tại trạm Cẩm Thủy các năm 2003, 2004 và 2005



Hình 12. Diễn biến lưu lượng tại trạm Cửa Đạt các năm 2003, 2004 và 2005

6. Kết luận và kiến nghị

Với những tính năng dần được cải tiến qua các phiên bản khác nhau cho thấy: mô hình SWAT là một công cụ hữu hiệu trong phân tích, đánh giá nguồn tài nguyên nước và mang lại khả năng ứng dụng thực tiễn cao.

Mô hình đã mô phỏng đầy đủ quá trình dòng chảy dựa trên cơ sở vật lý của các hiện tượng thủy văn và có thể áp dụng trong việc tính toán dòng chảy ở các mặt cắt không chế để tính toán tài nguyên nước, tính số liệu đầu vào cho bài toán cân bằng nước hoặc có thể sử dụng cho việc thực hiện các bài toán dự báo dòng chảy, nhất là dòng chảy lũ trong sông.

Nhưng do có quá nhiều thông số nên khi chạy chương trình có nhiều khó khăn. Vì vậy, cần phải xem xét kỹ các yếu tố ảnh hưởng thông qua bộ thông số của mô hình để đưa ra một giới hạn trên và dưới cho từng thông số ứng với lưu vực nghiên cứu nhằm đạt kết quả tốt hơn.

Kết quả nghiên cứu trên mới chỉ là bước đầu mà chưa thể xem xét, ứng dụng hết các tính năng của mô hình vì vậy cần có sự tiếp tục nghiên cứu sâu hơn (mô phỏng chất lượng dòng chảy, tính toán bùn cát, ... đánh giá ảnh hưởng của rừng tới các đặc trưng thủy văn) để có thể sử dụng mô hình trong những lĩnh vực rộng hơn cũng như tiến tới đưa vào làm tài liệu giảng dạy cho học sinh, sinh viên của trường Cao đẳng Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.

Tài liệu tham khảo

1. Arnold et al., (2001): *ArcView Interface for SWAT2000, User Guider*.
2. Atlas Việt Nam, Bộ Khoa học Công Nghệ và Môi trường, 2000.
3. Các báo cáo trong Tuyển tập báo cáo khoa học: Hội thảo khoa học lần thứ nhất 8 – Viện Khí tượng Thủy Văn.
4. Đất Việt Nam - nhà xuất bản nông nghiệp, Hà Nội 1996..
5. *Getting to know Arc View GIS*.
6. Neitsch S. L. et al., (2000): *Util Interface for SWAT 2000*.
7. Thủy văn ứng dụng – Nhà xuất bản nông nghiệp, Hà Nội 1985.
8. Williams et al., (2001): *Soil and Water Assesment Tools, User Manual, Version 2000*.
9. Williams et al., (2001): *Soil and Water Assesment Tools, Theoretical Documentation, Version 2000*.