

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWAT NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỘNG SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN CÂN BẰNG NƯỚC LƯU VỰC SÔNG VU GIA CHẢY QUA CÁC HUYỆN PHÍA BẮC TỈNH QUẢNG NAM

Nhận bài:
13 – 07 – 2016
Chấp nhận đăng:
20 – 09 – 2016
<http://jshe.ued.udn.vn/>

Nguyễn Thị Sâm^a, Trần Hữu Tuyên^b, Lê Ngọc Hành^c

Tóm tắt: Mục tiêu chính của nghiên cứu này là định lượng tác động của biến động sử dụng đất đến cân bằng nước tại lưu vực sông Vu Gia chảy qua các huyện Nam Giang, Đông Giang và Đại Lộc của tỉnh Quảng Nam bằng mô hình SWAT. Kết quả của mô hình được đánh giá qua phần mềm SWAT – CUP. Mô hình SWAT đã được hiệu chỉnh và kiểm định thành công với dữ liệu quan trắc thủy văn năm 2000 – 2015 với chỉ số hiệu quả NSE > 0.8 và phần trăm sai số PBIAS <± 20 tại Trạm Thủy văn Thanh Mỹ. Kết quả mô phỏng đã được phân tích để định lượng mức độ tác động của biến động sử dụng đất đến cân bằng nước trong lưu vực. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự tăng lên của diện tích có lớp phủ thực vật, đặc biệt là đất rừng đã làm cho lớp dòng chảy mặt giảm xuống và lớp dòng chảy ngầm tăng lên. Kết quả của đề tài có thể giúp ích cho công tác quy hoạch và quản lý bền vững lưu vực.

Từ khóa: GIS; SWAT; cân bằng nước; lưu vực sông; Vu Gia; Quảng Nam.

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, việc nghiên cứu về tác động của sự thay đổi sử dụng đất đến chu trình thủy văn của lưu vực đã trở thành chủ đề được quan tâm trong những năm qua [1]. Nhiều công trình nghiên cứu chỉ ra rằng những tác động của biến động sử dụng đất làm cho lớp dòng chảy bị thay đổi [2]. Việc sử dụng đất bị thay đổi sẽ tác động rất lớn đến nhiều hệ sinh thái, đa dạng sinh học và tài nguyên thiên nhiên, ảnh hưởng sâu rộng đến nhiều mặt trong đời sống và sản xuất của con người [3].

Lưu vực sông Vu Gia nằm ở phía Bắc của tỉnh Quảng Nam. Việc sử dụng tài nguyên nước trên lưu vực sông Vu Gia hiện tồn tại nhiều vấn đề đáng lưu tâm. Việc sử dụng tài nguyên nước chưa thật sự hiệu quả, việc phân bổ nguồn nước cũng chưa hợp lý, chưa đáp ứng được mục tiêu cho các đối tượng sử dụng nước phía hạ lưu. Dấu hiệu khan hiếm nước ngày càng rõ rệt, cụ

thể là thiếu hụt nguồn nước sử dụng cho các mục đích ở phía hạ lưu và nạn xâm nhập mặn vào mùa khô thường xuyên diễn ra. Sự thay đổi sử dụng đất trên lưu vực ảnh hưởng đến khả năng điều tiết dòng chảy lưu vực sông, tỷ lệ diện tích các thủy vực, nguồn nước mặt, nguồn nước bổ cập cho các tầng nước dưới đất vào mùa mưa và mực nước dưới đất vào mùa khô,... Để chỉ ra được sự tác động đó như thế nào thì cần phải hiểu được tác động của sự thay đổi sử dụng đất đến lớp dòng chảy như thế nào. Kiến thức này là cần thiết cho việc đưa ra giải pháp về quy hoạch sử dụng đất nhằm hạn chế và thích ứng với những tác động của thay đổi lớp dòng chảy đến tự nhiên và kinh tế - xã hội của khu vực.

Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, hệ thống thông tin địa lý (GIS) và việc ứng dụng mô hình SWAT là một công cụ hữu hiệu để đánh giá các thông số liên quan đến thảm thực vật, môi trường đất và nước, để phân tích và đánh giá tác động của việc biến động sử dụng đất đến lưu vực sông là một giải pháp khả thi [1].

Trong bài báo này, chúng tôi đi sâu vào nghiên cứu tác động của biến động sử dụng đất đến cân bằng nước của sông Vu Gia chảy qua các huyện Nam Giang, Đông Giang và Đại Lộc của tỉnh Quảng Nam. Kết quả

^aSở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Nam

^bTrường Đại học Khoa học – Đại học Huế

^cTrường Đại học Sư phạm - Đại học Đà Nẵng

* Liên hệ tác giả

Nguyễn Thị Sâm

Email: huyensam_200@yahoo.com

nghiên cứu sẽ góp phần hiệu quả trong công tác quy hoạch và phát triển khu vực theo lưu vực hiện nay.

2. Khái quát về khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là lưu vực sông Vu Gia nằm ở phía Bắc của tỉnh Quảng Nam, chảy qua địa phận của các huyện: Đông Giang, Nam Giang, Đại Lộc. Sông Vu Gia có chiều dài tính từ thượng nguồn sông Cái đến cửa Đà Nẵng là 204km. Tổng diện tích lưu vực tính đến Ái Nghĩa là 5.180km².



Hình 1. Bản đồ ranh giới lưu vực sông Vu Gia ở khu vực nghiên cứu (thu từ tỷ lệ 1:500000)

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Tổng quan về mô hình SWAT

SWAT là mô hình thủy văn phân phối được xây dựng bởi Trung tâm Phục vụ nghiên cứu Nông nghiệp (Agricultural Research Service) thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (United States Department of Agriculture) và Trung tâm Nghiên cứu nông nghiệp (Texas A&M AgriLife Research) thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ [1].

Trong quá trình tính toán dòng chảy, mô hình đã sử dụng phương pháp tính bốc hơi (theo Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Hardgreve hoặc đọc từ file), diễn toán dòng chảy theo phương pháp Muskingum, các phương pháp diễn toán chất lượng nước. Xét về toàn lưu vực thì mô hình SWAT là một mô hình phân bố. Mô hình này chia dòng chảy thành 3 pha: pha mặt đất, pha dưới mặt đất (sát mặt, ngầm) 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 dùng để kiểm soát khối lượng nước, bùn cát, chất hữu cơ và được chuyển tải tới các lòng dẫn chính của mỗi lưu vực. Phần thứ hai là diễn toán dòng chảy, bùn cát, hàm lượng

các chất hữu cơ trong hệ thống lòng dẫn và tới mặt cắt cửa ra của lưu vực [4].

Chu trình thủy văn được mô tả trong mô hình SWAT dựa trên phương trình cân bằng nước tổng quát như sau:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=0}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw})$$

Trong đó:

SW_t : Tổng lượng nước tại cuối thời đoạn tính toán (mm)

SW_0 : Tổng lượng nước ban đầu tại ngày thứ i (mm)

t : Thời gian (ngày)

R_{day} : Tổng lượng mưa tại ngày thứ i (mm)

Q_{surf} : Tổng lượng nước mặt của ngày thứ i (mm)

E_a : Lượng bốc thoát hơi tại ngày thứ i (mm)

W_{seep} : Lượng nước đi vào tầng ngầm tại ngày thứ i (mm)

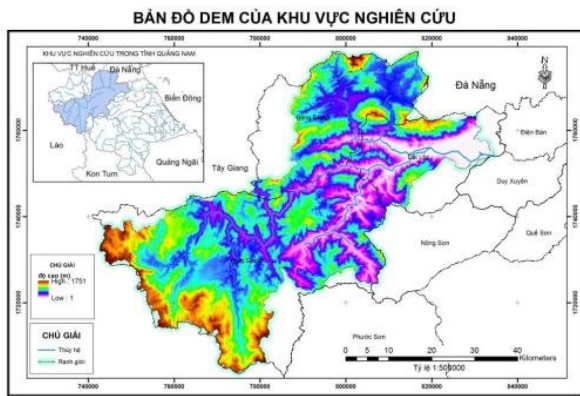
Q_{gw} : Lượng nước hồi quy tại ngày thứ i (mm)

3.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu đầu vào của SWAT được sắp xếp theo từng cấp độ chi tiết: lưu vực, tiểu lưu vực hay đơn vị thủy văn. Những đối tượng đơn lẻ như: hồ, nguồn điểm có dữ liệu đặc trưng của đối tượng đó và cũng nằm trong lưu vực. Phương pháp được lựa chọn để mô hình hóa khả năng bốc hơi trực tiếp và gián tiếp sẽ ứng dụng trên tất cả các đơn vị thủy văn (HRU). Dữ liệu ở mức độ tiểu lưu vực là những số liệu giống nhau trên tất cả HRUs trong tiểu lưu vực đó nếu dữ liệu thuộc một quá trình được mô hình trong HRU. Tương tự với dữ liệu ở cấp HRUs.

3.2.1. Dữ liệu địa hình

Dữ liệu địa hình được thể hiện bằng bản đồ số mô hình độ cao (DEM – Digital Elevation Model) được trích xuất từ dữ liệu ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model). Dữ liệu DEM của khu vực nghiên cứu nằm trên hai cảnh ảnh đó là N15E107 và N15E108. Dữ liệu DEM của lưu vực sông Vu Gia được đăng kí hệ tọa độ UTM WGS 84 tương ứng với vị trí của lưu vực sông Vu Gia. Sau đó được đưa vào dữ liệu SWAT, dựa trên DEM mô hình sẽ xác định hướng dòng chảy, mô phỏng mạng lưới dòng chảy, tạo cửa xả.



Hình 2. Bản đồ DEM khu vực nghiên cứu (thu nhỏ từ tỷ lệ 1:500000)

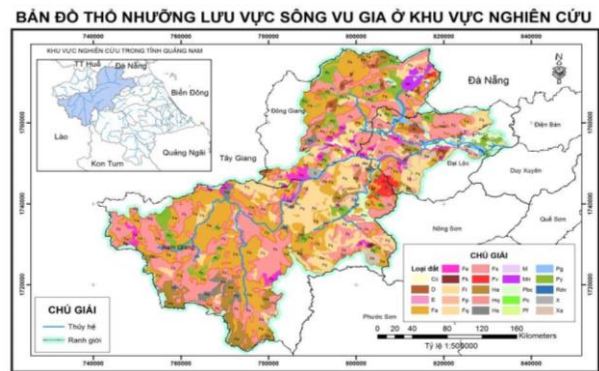
3.2.2. Dữ liệu thổ nhưỡng

Dữ liệu đất thu thập được bao gồm bản đồ đất và sử dụng đất kèm theo file chú thích về loại đất và sử dụng đất dạng *.txt. Đối với dữ liệu đất, 7 loại đất được xác định có mặt trong bộ dữ liệu thu thập được thể hiện theo tên của FAO (Food Agriculture Organization – United Nation) và tên tiếng Việt tương ứng kèm theo một số đặc tính chính của từng loại đất.

Bảng 1. Thống kê các loại đất và diện tích ở khu vực nghiên cứu

STT	Ký hiệu	Mã trong SWAT	Diện tích (ha)
1	Fa	Fx17-2a-590	73909.0
2	Pbc	Je10-2-3a-679	7684.8
3	Xa	Af10-2b-4592	6190.4
4	Các	Ql10-1615	938.4
5	X	Af1-1016	1066.9
6	Fp	Fx1-2a-5740	712.6
7	Pf	Je11-3a-5772	503.4
8	Fl	Fx10-2a-584	88.1
9	Fs	Fp10-2a-560	77752.5
10	D	Dd2-2b-4181	3339.4
11	M	Zm2-2-3a-4444	249.6
12	Mn	Zm2-2-3a-4444	1765.8
13	E	Dd1-1ab-3923	926.6
14	Pg	Je12-2a-3985	1860.9
15	Py	Je1-2a-5550	14496.9
16	Pc	Je10-3a-5771	27.0
17	Fe	Fx12-2ab-1187	7111.7

18	Ha	Tm10-2bc-941	13325.7
19	Hs	Tm11-1-2a-942	3458.6
20	Fk	Lc100-c-4404	163.6
21	Hq	Tm12-2b-943	890.5
22	Fq	Fx14-2a-587	42451.4
23	Rdv	Lk10-1-2b-5950	32.0
24	Fv	Fr10-2-3a-566	2472.1



Hình 3. Bản đồ thổ nhưỡng khu vực nghiên cứu (thu nhỏ từ tỷ lệ 1:500000)

3.2.3. Dữ liệu sử dụng đất

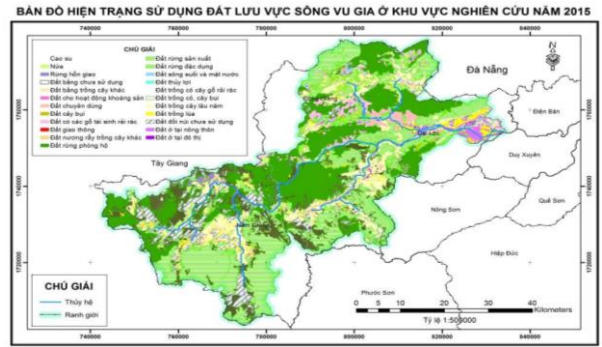
Hình thức sử dụng đất thể hiện các hoạt động của con người trên khu vực nghiên cứu. Đây là một thành phần quan trọng của dữ liệu đầu vào trong SWAT. Trên mỗi đơn vị diện tích ứng với mỗi loại hình sử dụng đất, SWAT sẽ ứng dụng các mô hình để tính toán, xác định, mô phỏng cân bằng nước trên phạm vi toàn khu vực nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng dữ liệu về hiện trạng sử dụng đất năm 2000, 2005 và dữ liệu quy hoạch sử dụng đất năm 2020.

Bản đồ sử dụng đất năm 2000, 2015 và quy hoạch sử dụng đất năm 2020 của lưu vực sông Vu Gia được phân thành lần lượt là 19, 23 và 20 loại hình sử dụng đất khác nhau. Trong giới hạn bài báo, chúng tôi chỉ thể hiện bản đồ hiện trạng sử dụng đất 2015.

Bảng 2. Thống kê các loại hình sử dụng đất và diện tích ở khu vực nghiên cứu

T	Hiện trạng sử dụng đất năm 2015	Mã trong SWAT	Diện tích (ha)
1	Cao su	RUBR	62.3
2	Đất bằng chưa sử dụng	RNGB	749.0
3	Đất bằng trồng cây hàng năm khác	AGRR	2608.7
4	Đất cây bụi	RNGB	1149.6

5	Đất khai thác khoáng sản	UIDU	27.3
6	Đất chuyên dùng	UINS	3823.5
7	Đất có các gỗ tái sinh tự nhiên rải rác	RNGB	9012.8
8	Đất đồi núi chưa sử dụng	RNGB	20419.5
9	Đất giao thông	UTRN	105.5
10	Đất nương rẫy trồng cây hàng năm khác	AGRL	1923.3
11	Đất ở tại đô thị	URHD	143.7
12	Đất ở tại nông thôn	URLD	5216.1
13	Đất rừng đặc dụng	FRSE	40794.3
14	Đất rừng phòng hộ	FRSE	69258.8
15	Đất rừng sản xuất	FRSD	37431.2
16	Đất sông suối và MNCD	WATR	3052.4
17	Đất thủy lợi	WATR	86.7
18	Đất trồng cây lâu năm	AGRL	27770.0
19	Đất trồng có cây gỗ rải rác	RNGB	25403.6
20	Đất trồng cỏ, cây bụi	RNGB	1795.6
21	Đất trồng lúa	RICE	6827.7
22	Núi	FRSD	2992.2
23	Rừng hỗn giao	FRST	764.1



Hình 4. Bản đồ HTSDD 2015 (thu từ tỷ lệ 1:500000)

3.2.4. Dữ liệu thời tiết

Dữ liệu thời tiết bao gồm các thành phần: trạm đo, lượng mưa, nhiệt độ không khí, độ ẩm, tốc độ gió,... Trong đó các số liệu về vị trí địa lý trạm đo, khí hậu, lượng mưa của khu vực nghiên cứu là các số liệu bắt buộc phải có. Các số liệu về độ ẩm không khí, năng lượng bức xạ mặt trời, độ ẩm không khí, tốc độ gió... có thể tùy chọn có hoặc không phụ thuộc vào điều kiện số liệu. Ở đề tài này, chúng tôi sử dụng số liệu quan trắc khí tượng ở các trạm Thạnh Mỹ. Bên cạnh đó, để tăng độ chính xác cho mô phỏng, đề tài còn sử dụng số liệu của 24 trạm quan trắc khí tượng toàn cầu từ trang web <http://globalweather.tamu.edu>.

Bảng 3. Các trạm khí tượng (a) bảng xử lý các thông số thời tiết tại trạm khí tượng Thạnh Mỹ (b)

```

TRAMDOTOANCAU.txt - Notepad
File Edit Format View Help
ID, NAME, LAT, LONG, ELEVATION
1, t1481072, 14.831, 107.188, 280.000
2, t1511072, 15.143, 107.188, 300.000
3, t1551072, 15.455, 107.188, 1305.000
4, t1581072, 15.768, 107.188, 1475.000
5, t1611072, 16.080, 107.188, 1391.000
6, t1481075, 14.831, 107.500, 464.000
7, t1511075, 15.143, 107.500, 1240.000
8, t1551075, 15.455, 107.500, 1067.000
9, t1581075, 15.768, 107.500, 437.000
10, t1611075, 16.080, 107.500, 468.000
11, t1481078, 14.831, 107.812, 1395.000
12, t1511078, 15.143, 107.812, 1406.000
13, t1551078, 15.455, 107.812, 340.000
14, t1581078, 15.768, 107.812, 200.000
15, t1611078, 16.080, 107.812, 789.000
16, t1481081, 14.831, 108.125, 1339.000
17, t1511081, 15.143, 108.125, 450.000
18, t1551081, 15.455, 108.125, 168.000
19, t1581081, 15.768, 108.125, 158.000
20, t1611081, 16.080, 108.125, 21.000
21, t1481084, 14.831, 108.438, 359.000
22, t1511084, 15.143, 108.438, 325.000
23, t1551084, 15.455, 108.438, 173.000
24, t1581084, 15.768, 108.438, 1.000
    
```

(a)

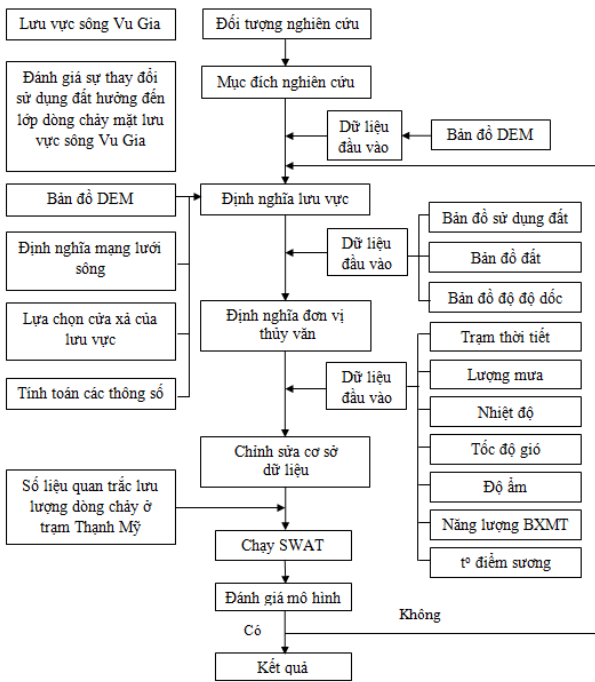
Các thông số khí tượng	Tháng											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TMPMX	21.61	25.32	28.39	32.44	32.88	33.55	33.05	31.79	29.51	25.82	23.23	21.01
TMPMN	14.85	15.43	17.25	19.33	20.68	21.54	21.20	20.99	19.73	18.05	17.01	15.45
TMPSTDMX	4.40	5.30	5.71	4.73	4.28	4.07	3.66	3.54	3.57	3.32	3.73	3.61
TMPSTDMN	2.60	3.01	2.85	2.31	1.77	1.43	1.62	1.49	1.72	2.55	2.78	2.92
PCPMM	123.76	30.48	51.54	84.45	157.68	105.82	114.45	179.58	399.01	642.48	522.01	257.05
PCPSTD	13.08	4.82	8.05	10.81	16.76	11.68	11.22	18.55	35.71	45.74	39.02	17.71
PCPSKW	8.33	8.52	11.37	5.83	8.06	6.19	5.35	6.94	5.15	4.13	4.22	4.00
PR_W1	0.25	0.15	0.15	0.15	0.27	0.19	0.22	0.24	0.34	0.42	0.28	0.36
PR_W2	0.69	0.51	0.48	0.55	0.53	0.49	0.54	0.61	0.69	0.78	0.81	0.76
PCPD	14.93	7.14	7.14	8.07	12.00	8.71	10.64	12.36	16.79	21.57	19.64	19.71
RAINMAX	0.48	0.36	0.68	1.95	1.96	2.37	1.51	1.85	1.87	3.65	2.56	1.27
SOLARAV	10.54	15.56	17.95	20.73	18.86	18.23	18.20	18.35	17.76	14.56	10.12	8.16
DEWPT	17.02	18.18	19.83	21.91	23.35	23.44	23.20	23.46	22.94	20.75	19.07	17.37
WIND	1.37	1.50	1.55	1.55	1.55	1.91	1.98	1.85	1.44	1.34	1.44	1.38

(b)

3.3. Quy trình nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, lưu vực sông Vu Gia được phân chia thành 19 tiểu lưu vực khác nhau. Mô hình SWAT mô phỏng dòng chảy lưu vực với 3 kịch bản, kịch bản 1 (KB1) ứng với bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2000, kịch bản 2 (KB2) ứng với bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015 và kịch bản 3 (KB3) ứng với bản đồ quy hoạch sử dụng đất năm 2020. Ba kịch bản trên chỉ khác nhau về dữ liệu sử dụng đất, các dữ liệu còn lại

như thổ nhưỡng, thời tiết là như nhau. Sau đó, kết quả đầu ra của SWAT liên quan đến cân bằng nước sẽ được xem xét, so sánh giữa 3 kịch bản. Sử dụng số liệu hiện trạng sử dụng đất năm 2000, 2015 và quy hoạch sử dụng đất năm 2020 kết hợp với chuỗi số liệu khí tượng sử dụng chung từ năm 2000 – 2015, qua đó cho phép đánh giá định lượng tác động thay đổi sử dụng đất đến cân bằng nước của khu vực.



Hình 5. Quy trình nghiên cứu tác động của biến động sử dụng đất đến cân bằng nước lưu vực sông Vu Gia chảy qua khu vực nghiên cứu

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Kết quả mô phỏng dòng chảy trong SWAT được đánh giá dựa trên giá trị lưu lượng dòng chảy thực đo. Chỉ số hiệu quả NSE (Nash-Sutcliffe Efficiency) và phần trăm sai số PBIAS (Percent Bias) được sử dụng để đánh giá độ tin cậy của mô hình SWAT. Giá trị NSE và PBIAS chạy từ $-\infty \rightarrow 1$, chỉ số hiệu quả NSE đo mức độ phù hợp giữa số liệu mô phỏng với số liệu quan trắc trên đường 1:1, phần trăm sai số PBIAS đo xu hướng trung bình của số liệu mô phỏng là lớn hơn hay nhỏ hơn so với số liệu quan trắc.

Phân cấp cho lưu lượng dòng chảy:

- Rất tốt: $0,75 < NSE; \leq 1,00$ $PBIAS < \pm 10$
- Tốt: $0,65 < NSE \leq 0,75; \pm 10 \leq PBIAS < \pm 15$
- Chấp nhận: $0,50 < NSE; \leq 0,65; 15 \leq PBIAS < \pm 25$
- Không chấp nhận: $NSE \leq 0,50; PBIAS \geq \pm 25$

Công thức tính NSE và PBIAS được thể hiện lần lượt trong công thức (1) và (2)

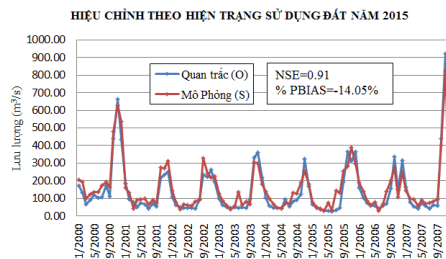
$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{mean})^2} \right] \quad (1)$$

$$PBIAS = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim}) \times 100}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs})} \right] \quad (2)$$

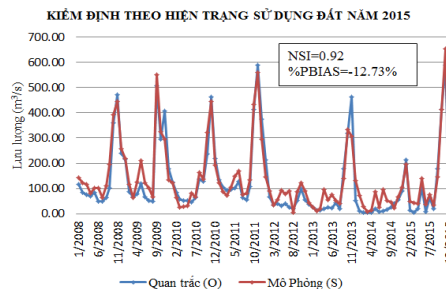
Trong đó, Y^{obs} là giá trị thực đo, Y^{sim} là giá trị mô phỏng, Y^{mean} là giá trị thực đo trung bình, n là số lượng giá trị tính toán.

Phân tích độ nhạy dựa trên dòng chảy mặt cho thấy các thông số nhạy nhất trong quá trình mô phỏng thủy văn trên lưu vực đó là CN2, ALPHA_BF, GW_DELAY và GWQMN. Bốn thông số này sau đó đã được lựa chọn để hiệu chỉnh thông qua phương pháp SUFI-2.

Dữ liệu quan trắc dòng chảy thực tế thu thập từ 2000 đến 2015, được chia thành 2 giai đoạn: giai đoạn hiệu chỉnh từ 2000 đến 2007 và kiểm chứng từ 2008 đến 2015. Nghiên cứu đã sử dụng thuật toán tối ưu hóa SUFI-2 tích hợp trong giao diện SWAT-CUP được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Bài báo trình bày kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho kịch bản 2 (sử dụng bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015). Trong giai đoạn hiệu chỉnh từ 2000 đến 2007, giá trị NSE theo tháng là 0.91 và tỷ lệ % PBIAS là -14.05%. Trong giai đoạn kiểm chứng từ 2008 đến 2015, giá trị NSE là 0.92 và tỷ lệ % PBIAS là -12.73%.



Hình 6. Kết quả hiệu chỉnh mô hình



Hình 7. Kết quả kiểm định mô hình

Bảng 4. Phạm vi và giá trị tối ưu của các thông số hiệu chỉnh mô hình SWAT

Thông số	Mô tả	Giá trị hiệu chỉnh		
		Giá trị tối ưu	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
r_CN2	Chỉ số CN ứng với điều kiện ẩm II	-0.0833	-0.2	0.2
v_ALPHA_BF	Hệ số triết giảm dòng chảy	0.625	0	1
v_GW_DELAY	Sự chậm trễ nước ngầm	47.5	30	450
v_GWQMN	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	1.75	0	2

Với giá trị NSE và PBIAS như vậy, những kết quả của mô hình có thể ứng dụng để đánh giá cân bằng nước do biến động sử dụng đất ở lưu vực sông Vu Gia chảy qua khu vực nghiên cứu.

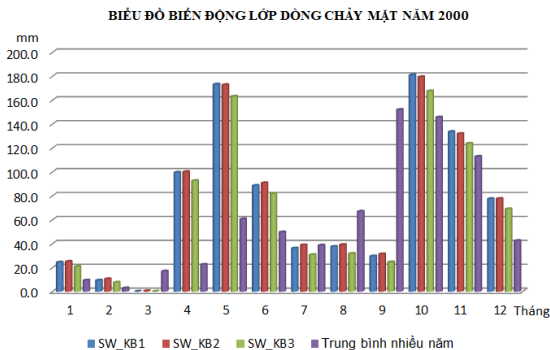
4.2. Đánh giá tác động của biến động sử dụng đất đến cân bằng nước tại lưu vực

4.2.1. Biến động lớp dòng chảy mặt

a. Biến động lớp dòng chảy mặt năm 2000 theo 3 kịch bản

Bảng 5. Biến động lớp dòng chảy mặt (SUR_Q) năm 2000 (Đơn vị: mm)

Tháng	SW_K B1	SW_K B2	SW_K B3	TB nhiều năm
1	24.4	25.1	20.9	9.4
2	9.3	10.5	7.6	2.8
3	0.1	0.5	0.1	17.0
4	99.5	100.1	92.6	22.6
5	173.3	172.8	163.1	60.7
6	88.6	90.8	81.8	49.6
7	36.2	38.8	30.7	38.7
8	37.6	39.1	31.7	66.9
9	29.6	31.3	24.6	152.0
10	181.0	179.4	167.6	145.7
11	133.6	131.9	123.8	112.9
12	77.5	77.6	69.0	42.4
Tổng	890.8	897.9	813.6	



Hình 8. Biểu đồ biến động lớp dòng chảy mặt (SUR_Q) năm 2000 theo 3 kịch bản sử dụng đất

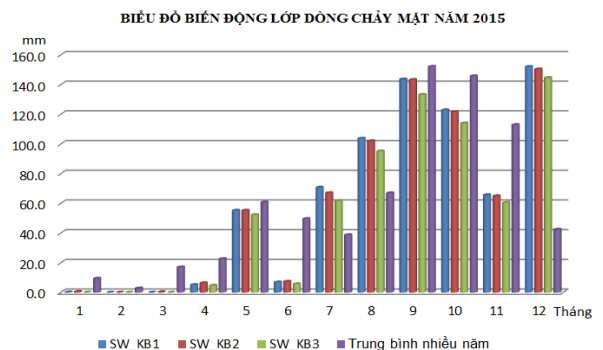
Lớp dòng chảy mặt năm 2000 của KB2 (HTSDD năm 2015) cao hơn lớp dòng chảy mặt năm 2000 của KB1 (HTSDD năm 2000) và KB3 (QHSDD năm 2020).

Lớp dòng chảy mặt đều giảm qua tất cả các tháng mùa khô (từ tháng 1 đến tháng 3 và từ tháng 7 đến tháng 9) có tỷ lệ biến động lớp dòng chảy mặt mạnh hơn so với các tháng mùa mưa.

b. Biến động lớp dòng chảy mặt năm 2015 theo 3 kịch bản

Bảng 6. Biến động lớp dòng chảy mặt (SUR_Q) năm 2015 (Đơn vị: mm)

Tháng	SW_K B1	SW_K B2	SW_K B3	TB nhiều năm
1	0.2	0.5	0.1	9.4
2	0.0	0.0	0.0	2.8
3	0.0	0.3	0.0	17.0
4	5.1	6.3	4.7	22.6
5	55.1	55.2	52.2	60.7
6	6.9	7.3	5.6	49.6
7	70.7	67.0	61.7	38.7
8	103.7	102.0	95.1	66.9
9	143.6	143.2	133.2	152.0
10	122.8	121.5	113.9	145.7
11	65.6	64.9	60.5	112.9
12	152.0	150.3	144.5	42.4
Tổng	725.6	718.6	671.6	720.7



Hình 9. Biểu đồ biến động lớp dòng chảy mặt (SUR_Q) năm 2000 theo 3 kịch bản sử dụng đất

Lớp dòng chảy mặt năm 2015 của KB3 (QHSDĐ năm 2020) thấp hơn lớp dòng chảy mặt năm 2015 của KB1 (HTSDĐ năm 2000) và KB2 (HTSDĐ năm 2015). Vào các tháng mùa mưa, lớp dòng chảy mặt thay đổi nhiều hơn. Tuy nhiên, nếu so sánh theo tỷ lệ biến động thì lớp dòng chảy mặt biến động mạnh hơn vào mùa khô (từ tháng 1 đến tháng 4 và tháng 5 năm 2015).

Lớp dòng chảy mặt của thời điểm này cũng có xu hướng giảm so với lớp dòng chảy mặt năm 2000.

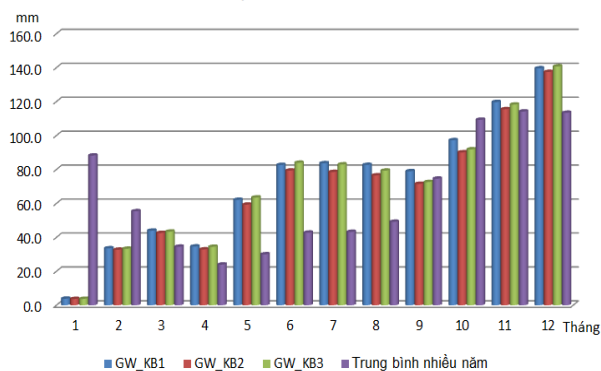
4.2.2. Biến động lớp dòng chảy ngầm

a. Biến động lớp dòng chảy ngầm năm 2000 theo 3 kịch bản

Bảng 7. Biến động lớp dòng chảy ngầm (QW_Q) năm 2000 (Đơn vị: mm)

Tháng	GW_K B1	GW_K B2	QW_K B3	TB nhiều năm
1	3.9	3.7	3.8	88.2
2	33.5	32.7	33.3	55.4
3	44.0	42.6	43.4	34.5
4	34.6	32.9	34.5	24.0
5	62.1	59.3	63.5	30.0
6	82.7	79.4	84.0	42.8
7	83.7	78.5	83.0	43.2
8	82.7	76.5	79.3	49.2
9	79.0	71.5	72.6	74.6
10	97.2	90.1	91.9	109.3
11	119.8	115.5	118.3	114.2
12	139.6	137.5	140.7	113.4
Tổng	862.8	820.2	848.2	778.8

BIỂU ĐỒ BIẾN ĐỘNG LỚP DÒNG CHẢY NGẦM NĂM 2000



Hình 10. Biểu đồ biến động lớp dòng chảy mặt (GW_Q) năm 2000 theo 3 kịch bản sử dụng đất

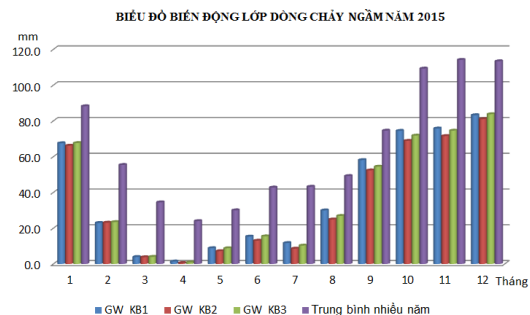
Dựa vào bảng thống kê và biểu đồ biến động nước ngầm năm 2000 của cả ba kịch bản, ta thấy: Lớp dòng chảy ngầm năm 2000 của KB2 (HTSDĐ năm 2015) thấp hơn lớp dòng chảy ngầm năm 2000 của KB1

(HTSDĐ năm 2000) và KB3 (QHSDĐ năm 2020) ở tất cả các tháng.

b. Biến động lớp dòng chảy ngầm năm 2000 theo 3 kịch bản

Bảng 8. Biến động lớp dòng chảy ngầm (QW_Q) năm 2015 (Đơn vị: mm)

Tháng	GW_K B1	GW_K B2	QW_K B3	TB nhiều năm
1	67.6	66.2	67.6	88.2
2	23.0	23.1	23.4	55.4
3	3.9	3.8	4.0	34.5
4	1.4	0.6	0.9	24.0
5	8.9	7.2	8.8	30.0
6	15.3	13.1	15.5	42.8
7	11.7	8.6	10.3	43.2
8	30.0	24.9	26.9	49.2
9	58.1	52.3	54.5	74.6
10	74.5	68.9	71.8	109.3
11	75.8	71.6	74.6	114.2
12	83.2	81.0	83.8	113.4
Tổng	453.4	421.4	442.1	



Hình 11. Biểu đồ biến động lớp dòng chảy mặt (GW_Q) năm 2015 theo 3 kịch bản sử dụng đất

Lớp dòng chảy bề mặt phụ thuộc vào lượng mưa, độ che phủ của rừng, biến động sử dụng đất của lưu vực. Ở thời gian đầu hoàn toàn không sinh dòng chảy, khi mưa xuất hiện và cường độ tăng dần thì mặt đất xuất hiện dòng chảy bề mặt và một phần ngấm xuống đất tạo nên dòng chảy ngầm. Cả ba kịch bản, vào những tháng mùa khô dòng chảy thấp, khi lượng mưa tăng (các tháng 9, 10, 11, 12) thì lớp dòng chảy tăng, đặc biệt là các tháng cao điểm trong mùa mưa. Về độ lớn của dòng chảy qua hai kịch bản có sự khác biệt nhìn về mặt tổng quan cho thấy lớp dòng chảy mặt giảm và ngược lại lớp dòng chảy ngầm tăng mà nguyên nhân là do độ che phủ rừng tăng, HTSDĐ có sự thay đổi theo hướng sử dụng hợp lý và hiệu quả hơn nên dòng chảy mặt giảm và dòng chảy ngầm tăng.

5. Kết luận

Qua nghiên cứu tác động của biến động sử dụng đất đến thay đổi lớp dòng chảy của lưu vực sông Vu Gia, đề tài có một số kết luận sau:

- Mô hình SWAT ứng dụng trong nghiên cứu tác động của biến động sử dụng đất đến thay đổi lớp dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm đem lại hiệu quả cao, tiết kiệm thời gian và chi phí.

- Dựa trên các số liệu đầu vào, đề tài đã tiến hành mô phỏng các thông số liên quan đến lưu vực sông Vu Gia như: ranh giới lưu vực, tiêu lưu vực, đơn vị thủy văn, đặc biệt hai thông số quan trọng đó là lớp dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm theo từng kịch bản khác nhau.

- Trên cơ sở đó, đề tài tiến hành đánh giá tác động của biến động sử dụng đất đến lớp dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm theo từng kịch bản khác nhau.

- Khả năng ứng dụng của mô hình SWAT là rất lớn. Tuy nhiên, yêu cầu số liệu đầu vào của mô hình khá nhiều và cần nhiều thời gian để xử lý đặc biệt là các số liệu bản đồ như bản đồ địa hình, bản đồ hiện trạng sử dụng đất và các số liệu thuộc tính của chúng. Để có thể sử dụng mô hình này đánh giá về định lượng sự ảnh hưởng của biến động sử dụng đất đến lớp dòng chảy của lưu vực, nhất thiết phải có một bộ số liệu đầu vào đồng bộ. Do đó, trong thời gian tới rất cần có những chương trình, dự án về các yếu tố như khí tượng, khí hậu, đất đai, thổ nhưỡng, thủy văn, rừng,... để có thể đưa bộ mô hình này vào sử dụng rộng rãi hơn.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Kỳ Phùng, Lê Thị Thu An (2012), Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai, *Tạp chí Khoa học và công nghệ thủy lợi*, số 12, tr.96 -101.
- [2] Nguyễn Thị Tịnh Âu, Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi (2013), Ứng dụng mô hình SWAT và công nghệ GIS đánh giá lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Đắk Bla, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 29, số 3, tr.1-13.
- [3] Trần Hữu Hùng, Lê Hồng Giang, Nguyễn Duy Bình (2011), Ứng dụng phần mềm mô phỏng SWAT để đánh giá tác động của biến động diện tích rừng đến chế độ dòng chảy lưu vực thượng nguồn Sông Mã, *Tạp chí Khoa học và phát triển, Đại học Nông nghiệp Hà Nội*, Tập 9, số 3, tr.384-392.
- [4] Nguyễn Kim Lợi, Nguyễn Hà Trang (2011), Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại tiêu lưu vực sông La Ngà, *Kỷ yếu Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc năm 2011, Đà Nẵng*, tr.460-473.
- [5] Nguyễn Thanh Sơn (2003), Tính toán thủy văn, NXB Đại học Quốc gia, Hà Nội.
- [6] Arnold J. G., Srinivasan R., Muttiah R. S., and Williams J. R., (1998), Large area hydrologic modeling and assessment part I: model development, *American Water Resources Association*, 34, 1, tr.73-89.
- [7] Sivapalan M., (2000), Process Complexity at Hillslope Scale, Process Simplicity at the Watershed Scale: Is There a Connection? *Hydrological Processes*, 17, 5, tr.1037-1041.
- [8] Singh V. P. and Woolhiser D. A., (2002), Mathematical Modeling of Watershed Hydrology, *Journal of Hydrologic Engineering*, 7, 4, tr.270-292.

IMPLEMENTING THE SWAT MODEL TO STUDY THE IMPACT OF LAND USE CHANGES ON THE WATER BALANCE OF VU GIA'S WATERSHED IN NORTHERN DISTRICTS OF QUANG NAM PROVINCE

Abstract: Based on the SWAT model, this research is primarily aimed at quantifying the impact of land use changes on water balance at the watershed of Vu Gia river flowing through the districts Nam Giang, Dong Giang and Dai Loc in Quang Nam province. The results of the model were evaluated through the software SWAT - CUP. The SWAT model was revised and successfully validated with hydromonitoring data from 2000 to 2015 with its Nash - Sutcliffe efficiency index above 0.8 and its PBIAS percentage error less than ± 20 in Thanh My hydrostation. Simulation results were analyzed to quantify the impact of land use changes on the water balance at the watershed. The research results show an increase in the area with vegetation cover, especially woodland, which has slowed down the surface layer flow and speeded up the underground layer flow. The results of the research can be helpful to the planning and sustainable management of the watershed.

Key words: GIS; SWAT; water balance; watershed; Vu Gia; Quang Nam.