

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN DÒNG CHẢY TRÊN LƯU VỰC SÔNG SRÊPÔK

Đặng Xuân Phong¹, Đào Thị Thảo¹, Trương Phương Dung¹, Nguyễn Quang Minh¹

Tóm tắt: Lượng mưa và độ che phủ của thảm phủ thực vật là những nhân tố đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng tới sự thay đổi lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là làm rõ những ảnh hưởng của các yếu tố này tới lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông, lấy ví dụ lưu vực sông Srepok. Mô hình SWAT-CUP với thuật toán SU2F-2 được áp dụng để mô phỏng dòng chảy trên lưu vực trong 4 năm 2005, 2010, 2015 và 2018. Kết quả đã chứng tỏ tính ưu việt của mô hình SWAT trong mô phỏng dòng chảy và làm sáng tỏ vai trò của sự thay đổi độ che phủ của thảm phủ thực vật tới dòng chảy.

Từ khóa: SWAT, thay đổi thảm phủ, Srêpôk.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống lưu vực sông Srêpôk là con sông lớn nhất của Tây Nguyên và là một trong những phụ lưu quan trọng của sông Mê Công. Sông bắt nguồn từ vùng đất tỉnh Đắk Lắk, Việt Nam và chảy qua tỉnh Ratanakiri và Stung Treng, Campuchia. Sông Srêpôk nằm ở phía Tây Trường Sơn và chảy sang đất Campuchia trước khi nhập vào sông Mê Kông để sau đó lại chảy lại Việt Nam. Tổng diện tích lưu vực Srêpôk là 30.100 km² trong đó diện tích nằm trên lãnh thổ Việt Nam là 18.260 km² (Viện QHTL, 2006). Vì vậy, đây là hệ thống sông liên tỉnh, liên quốc gia có ý nghĩa rất quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội, an ninh - quốc phòng, môi trường và đối ngoại không chỉ Tây Nguyên mà còn với cả nước. Trong những năm gần đây, sự thay đổi dòng chảy cũng như sự gia tăng lượng xói mòn, bồi lắng trong lòng sông trên lưu vực diễn ra khá phức tạp, ảnh hưởng đến dân sinh và môi trường. Trong điều kiện tự nhiên ở Việt Nam, một số nghiên cứu điển hình đánh giá tác động của thay

đổi sử dụng đất, thảm phủ đối với dòng chảy sử dụng các chỉ tiêu được hiệu chỉnh cho phù hợp (Tô Kiều Trang, 2009; Nguyễn Ý Như và Nguyễn Thanh Sơn, 2009; Nguyễn Thị Âu và nnk, 2013). Tuy nhiên, trong nghiên cứu này các tác giả đã cập nhật và bổ sung dữ liệu trong những năm gần đây khi mà mức độ thay đổi sử dụng đất và thảm phủ là đáng kể so với trước kia. Qua đó, nghiên cứu làm rõ ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất qua từng giai đoạn trong khoảng từ năm 2005 tới 2018 đến lưu lượng dòng chảy. Kết quả của nghiên cứu là cơ sở khoa học quan trọng hỗ trợ cho công tác quy hoạch sử dụng đất trên lưu vực hướng tới sự phát triển bền vững.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Các dữ liệu sau khi thu thập sẽ được xử lý theo định dạng chuẩn của mô hình SWAT bao gồm: Địa hình có độ phân giải 30m, bản đồ hiện trạng sử dụng đất các năm 2005, 2010, 2015 và 2018, bản đồ đất, số liệu khí tượng (lượng mưa, nhiệt độ không khí lớn nhất và nhỏ nhất tại 10 trạm) (Bảng 1 và Bảng 2) và thủy văn (lưu lượng dòng chảy tại trạm Giang Sơn, Bản Đôn) từ 2000-2018.

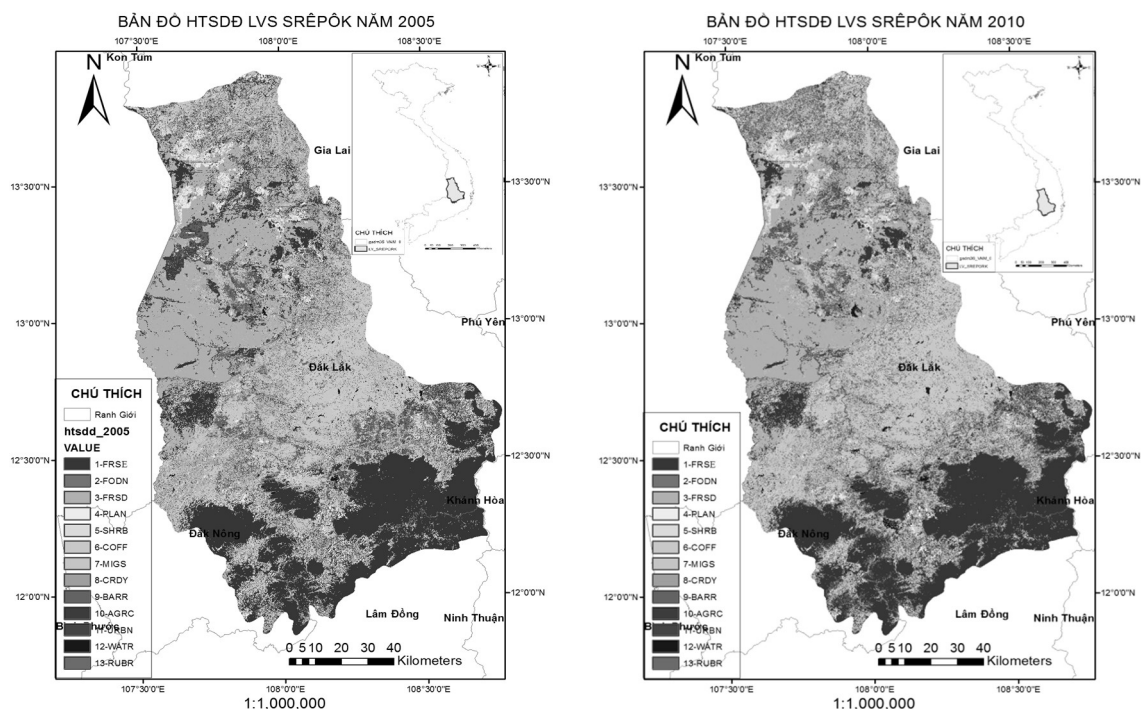
¹ Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Bảng 1. Danh sách các trạm thu thập số liệu lượng mưa

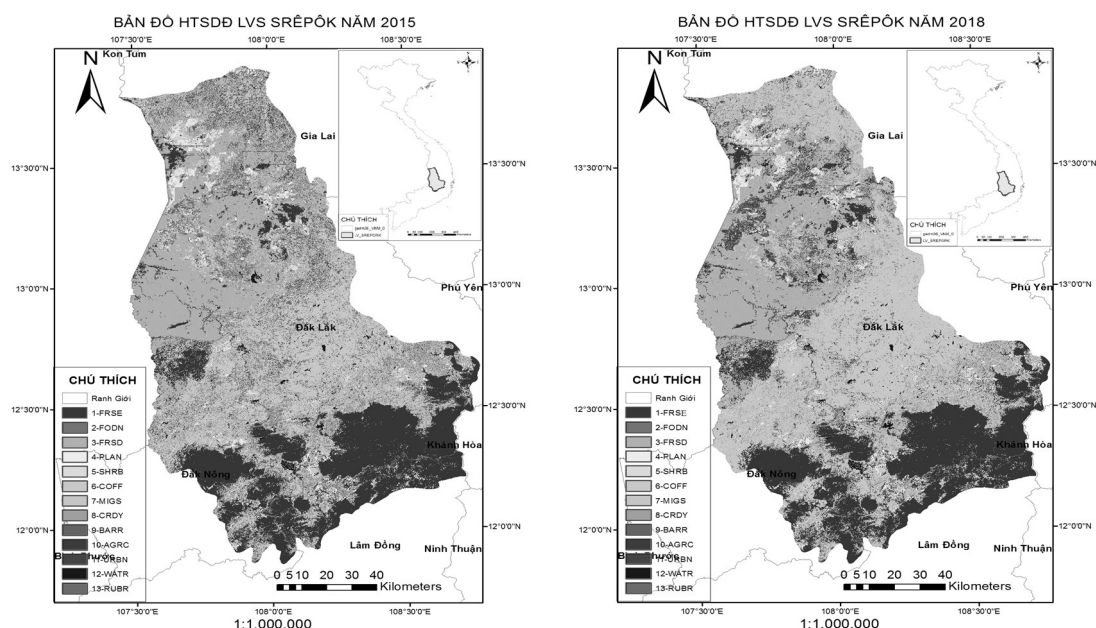
TT	Tên trạm	Năm thu thập	Tọa độ (độ)		Cao độ (m)
			Vĩ độ	Kinh độ	
1	M' drak	2000-2018	12.733	108.750	419
2	Bản Đôn	2000-2018	12.883	107.783	70
3	Buôn Mê thuật	2000-2018	12.667	108.050	470
4	Buôn Hồ	2000-2018	12.917	108.266	707
5	Cầu 14	2000-2018	12.600	107.933	41
6	Đăk Mill	2000-2018	12.450	107.616	760
7	Đức Xuyên	2000-2018	12.300	109.000	150
8	Giang Sơn	2000-2018	12.500	108.183	50
9	Krông Buk	2000-2018	12.766	108.366	80
10	Lăk	2000-2018	12.367	108.200	423

Bảng 2. Danh sách các trạm thu thập số liệu nhiệt độ không khí

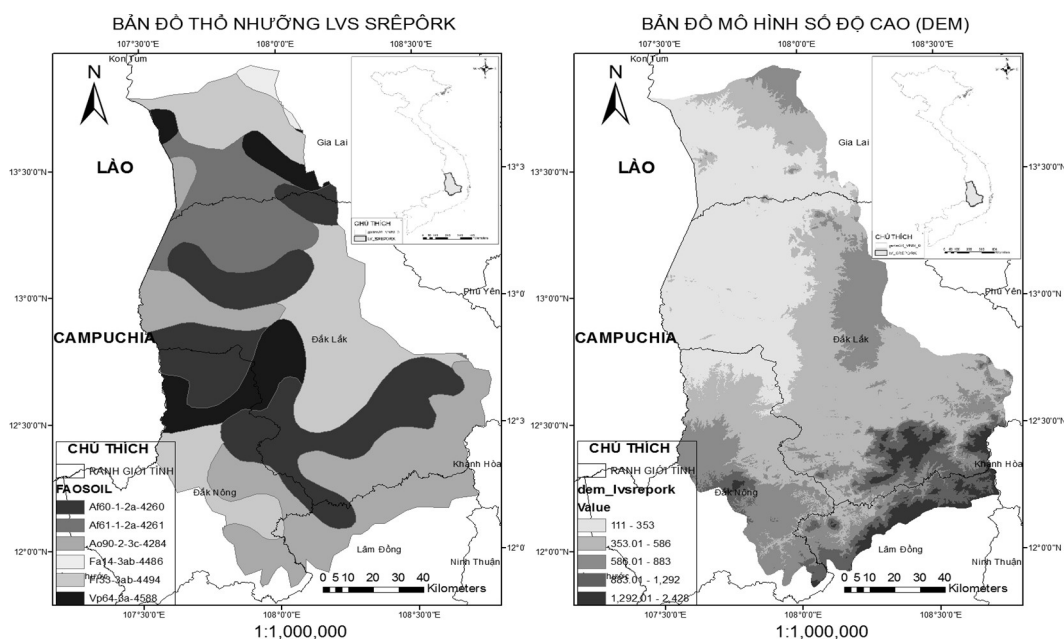
TT	Tên trạm	Năm thu thập	Tọa độ (độ)		Cao độ (m)
			Vĩ độ	Kinh độ	
1	Buôn Mê thuật	2000-2018	12.667	108.050	470
2	Buôn Hồ	2000-2018	12.917	108.266	707
3	M'Đrak	2000-2018	12.733	108.750	419



Hình 1. Bản đồ sử dụng đất năm 2005 và 2010



Hình 2. Bản đồ sử dụng đất năm 2015 và 2018



Hình 3. Bản đồ thổ nhưỡng (trái) và địa hình (phải)

2.2. Tổng quan mô hình SWAT

Mô hình Soil and Water Assessment Tool (SWAT) (Neitsch và nnk. 2013) là công cụ đánh giá nước và đất được xây dựng bởi Tiến sĩ Jeff Arnold ở Trung tâm phục vụ Nghiên cứu Nông nghiệp thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ và Giáo sư Srinivasan thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ. Mô hình SWAT mô hình hóa chu trình thủy văn dựa trên phương trình cân bằng nước:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=0}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}) \quad (1)$$

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)

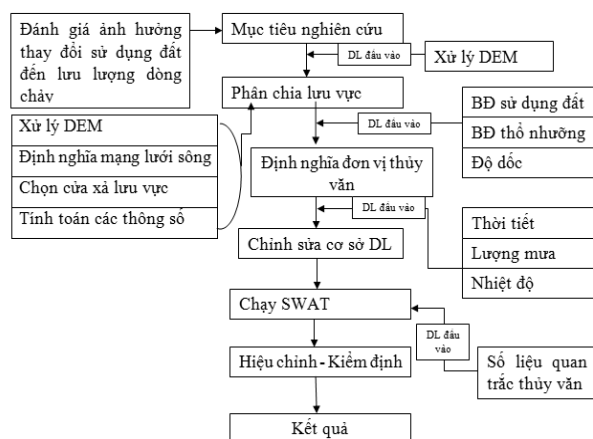
Q_{surf} : Tổng lượng nước mặt của ngày thứ i (mm)

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)

Mô hình SWAT có nhiều ưu điểm so với các mô hình tiền thân như cho phép mô hình hóa các lưu vực không có mạng lưới quan trắc, mô phỏng tác động của thay đổi dữ liệu đầu vào như sử dụng đất, thực hành quản lý đất đai và khí hậu (Neitsch et al., 2005). Trong nghiên cứu này, bản đồ sử dụng đất của 4 năm 2005, 2010, 2015 và 2018 được xử lý và đưa vào mô hình. Ngoài ra, các dữ liệu khí tượng và thủy văn cũng được xử lý và đưa vào mô hình để đánh giá tác động của sự thay đổi sử dụng đất đến lưu lượng dòng chảy mặt và lượng bùn cát trên lưu vực. Toàn bộ quá trình xử lý dữ liệu và chạy mô hình được thực hiện theo Hình 4.



Hình 4. Sơ đồ phương pháp luận cho mô hình

Bảng 3. Bảng kết quả đánh giá mô hình SWAT bằng chỉ tiêu NSE và R^2

Mức độ	Chấp nhận	Tốt	Rất tốt
NSE	0,50÷0,54	0,55÷0,65	> 0,65
R^2	0,50÷0,64	0,65÷0,81	> 0,82

Trong nghiên cứu, tác giả đã sử dụng bản đồ sử dụng đất năm 2005 với chuỗi số liệu từ năm 2000 – 2005 để hiệu chỉnh mô hình và sử dụng bản đồ sử dụng đất năm 2010 với chuỗi số liệu từ năm 2007 – 2013 để kiểm định lại mô hình. Bản đồ đất được sử dụng chung cho cả 2 giai đoạn. Việc đánh giá lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Srêpôk đã sử dụng số liệu quan trắc hàng tháng tại trạm thủy văn Giang Sơn. Giữa giá trị thực đo và mô phỏng trên tiểu lưu

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Trong lưu vực nghiên cứu, các thông số của mô hình được xác định theo phương pháp dò tìm thông số Rosenbrok. Các thông số được chia làm các nhóm thông số sau: (i) 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; (ii) Thông số tính toán dòng chảy ngầm; (iii) Thông số diễn toán trong kênh. Để so sánh giá trị tính toán với giá trị thực đo, nghiên cứu sử dụng chỉ số NSE và R^2 làm hàm mục tiêu. NASH càng tiến đến 1 thì kết quả tính toán càng chính xác và được cho theo công thức sau.

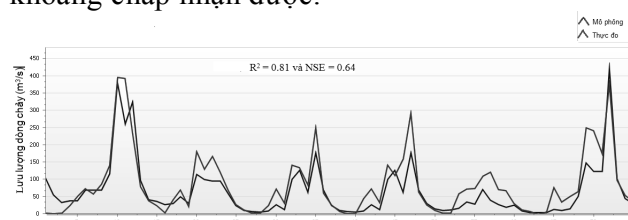
$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - Q_{sim}^i)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - \bar{Q}_{obs})^2} \quad (2)$$

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - \bar{Q}_{obs}) * (Q_{sim}^i - \bar{Q}_{sim})]^2}{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs}^i - \bar{Q}_{obs})^2 * \sum_{i=1}^n (Q_{sim}^i - \bar{Q}_{sim})^2]} \quad (3)$$

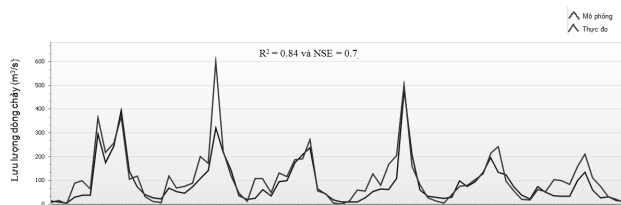
Trong đó: n là số giá trị của chuỗi quan trắc

và mô phỏng; Q_{obs}^i , $\bar{Q}_{obs}$ là giá trị thực đo và thực đo trung bình; Q_{sim}^i , $\bar{Q}_{sim}$ là giá trị mô phỏng và mô phỏng trung bình.

vực số 15, cho thấy kết quả tương đối tốt, trong khoảng chấp nhận được.



Hình 5. So sánh giữa Q_{tb_sim} và Q_{tb_obs} tại trạm Giang Sơn (2000-2005)



Hình 6. So sánh giữa Q_{tb_sim} và Q_{tb_obs} tại trạm Giang Sơn (2007-2013)

3.2 Biến động sử dụng đất qua các giai đoạn 2005-2015

Nhìn dưới góc độ động thái thay đổi trong giai đoạn trên, các nhóm sử dụng đất đã có sự thay đổi qua các giai đoạn, các nhóm sử dụng đất đã có sự

chuyển hóa qua lại với nhau, kết quả được trình bày trong bảng 4. Từ đó, rút ra một số điểm chuyển đổi đất sử dụng như sau: (i) Các loại rừng giảm mạnh, phần lớn diện tích đất chuyển sang trồng cây bụi hoặc bỏ trống, một phần rừng lá rộng rụng lá ngày càng phát triển rộng thêm; (ii) Diện tích đất trồng cho cây công nghiệp, công nghiệp cao su và cây nông nghiệp giảm, diện tích mặt nước và đất xây dựng tăng, có thể thấy một phần diện tích đất đã được sử dụng cho việc xây dựng công trình lấy nước, tích nước. Điều này khiến cho dòng chảy ngầm; (iii) Diện tích đất trống hầu như không thay đổi.

Bảng 4. Mức độ thay đổi các loại hình sử dụng đất qua năm 2005 và 2015

TT	Tên sử dụng đất (SWAT)	Diện tích 2005 (km ²)	Diện tích 2010 (km ²)	Diện tích 2015 (km ²)	Diện tích 2018 (km ²)	Mức độ thay đổi					
						2005-2010		2010-2015		2015-2018	
						Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
1	FRSE	923.8	776.5	289.8	150.2	-147.3	-16%	-486.7	-63%	-139.7	-48%
2	FODN	573.5	372.2	182.0	142.3	-201.3	-35%	-190.1	-51%	-39.7	-22%
3	FRSD	4378.2	4948.5	5951.9	7442.3	570.3	13%	1003.4	20%	1490.4	25%
4	PLAN	623.5	328.7	303.2	303.1	-294.8	-47%	-25.5	-8%	-0.1	0%
5	SHRB	11.5	11.5	42.7	46.7	0.0	0%	31.3	272%	4.0	9%
6	COFF	2487.4	2228.1	2206.4	2170.8	-259.3	-10%	-21.7	-1%	-35.6	-2%
7	MIGS	1795.6	1767.2	1822.7	1390.3	-28.5	-2%	55.5	3%	-432.4	-24%
8	CRDY	437.4	433.1	576.5	506.5	-4.3	-1%	143.5	33%	-70.0	-12%
9	BARR	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0	0%	0%	0%	0.0	0%
10	AGRC	4584.1	4553.0	4358.0	4077.3	-31.1	-1%	-195.0	-4%	-280.7	-6%
11	URBN	61.1	133.9	134.8	172.6	72.8	119%	0.9	1%	37.7	28%
12	WATR	157.9	799.3	1092.0	307.8	641.3	406%	292.7	37%	-784.2	-72%
13	RUBR	1199.1	881.1	273.0	523.2	-318.0	-27%	-608.1	-69%	250.2	0.9

(Dấu “-” là chiều giảm)

3.3. Đánh giá ảnh hưởng thay đổi sử dụng đất đến lưu lượng dòng chảy và lượng bùn cát trên lưu vực

Lưu lượng dòng chảy là đại lượng thể hiện lượng nước chảy qua một mặt cắt bất kỳ (sông, suối) trong thời gian 1 giây và sự thay đổi của lưu lượng thay đổi phụ thuộc vào lượng mưa, độ che phủ của thảm phủ thực vật. Nghiên cứu đã mô phỏng dòng chảy tại cửa xả của lưu vực. Nhìn vào bảng 5, có thể thấy rõ sự phân bố dòng

chảy không đều theo thời gian một cách rõ rệt, ở thời gian đầu mùa khô dòng chảy sinh ra không lớn do vào các tháng đầu năm trên lưu vực lượng mưa rất ít, sau khi mưa xuất hiện với cường độ mạnh hơn thì trên bề mặt lưu lượng dòng chảy mặt tăng dần. Đặc biệt, dòng chảy tăng mạnh vào các tháng mùa mưa (7, 8, 9, 10), đến tháng 12 dòng chảy bắt đầu giảm dần và đến tháng 2 có sự giảm mạnh về dòng chảy do vào mùa khô.

Bảng 5. Dòng chảy tính toán và lượng mưa trung bình tháng trên lưu vực

Lượng mưa trung bình tháng trên lưu vực (mm/tháng)					Dòng chảy tính toán (m ³ /s)				
Tháng/năm	2005	2010	2015	2018	Tháng/năm	2005	2010	2015	2018
1	4.1	36.6	2.7	17.5	1	362	762	587	571
2	6.0	3.3	7.0	7.6	2	333	700	538	524
3	23.7	18.8	16.3	59.1	3	284	597	459	447
4	75.9	88.5	42.0	92.2	4	257	537	415	407
5	202.1	133.9	169.8	191.8	5	325	535	424	466
6	186.3	178.7	247.8	240.7	6	381	542	566	480
7	290.9	257.2	239.2	311.8	7	503	672	564	526
8	362.6	229.7	241.6	303.0	8	719	696	626	606
9	401.2	206.7	234.2	317.4	9	1019	796	638	859
10	204.0	269.7	156.5	77.9	10	815	792	629	640
11	106.0	267.4	91.6	94.1	11	713	937	547	626
12	114.5	32.0	28.3	70.6	12	752	692	466	565
X_tb	164.8	143.5	123.1	148.6	Qtb_năm	539	688	538	560

Ngoài ra nhìn vào bảng 4, thấy được mức độ thay đổi của việc sử dụng đất qua các năm. Như vậy, có thể thấy lưu lượng tăng hay giảm không những phụ thuộc vào lượng mưa mà còn phụ thuộc vào việc thay đổi cơ cấu sử dụng đất trên lưu vực. Như đã phân tích ở trên về biến động sử dụng đất, thì độ che phủ của thảm phủ thực vật giảm như 1 số loại rừng giảm, diện tích xây dựng tăng, tuy nhiên rừng lá rộng rụng lá và cây bụi tăng mạnh, cụ thể:

Từ năm 2005 - 2010: hầu hết các diện tích lớp phủ thực vật giảm, thay vào đó là diện tích xây dựng và các khu chứa nước tăng, khiến mực nước ngầm giảm do lớp phủ thực vật giảm. Tuy nhiên, lượng mưa của năm 2010 lại giảm làm dòng chảy mặt giảm.

Từ năm 2010 - 2015: diện tích trồng rừng lá rộng rụng lá và cây bụi tăng mạnh, điều này làm cho dòng chảy ngầm tăng lên, dòng chảy mặt giảm, thêm vào đó lượng mưa của năm 2015 lại giảm khiến dòng chảy mặt càng giảm mạnh.

Từ năm 2015 - 2018: diện tích rừng lá rộng rụng lá và diện tích xây dựng lại tăng mạnh, làm dòng chảy mặt chảy tràn trên bề mặt nhiều, hơn nữa lượng mưa năm 2018 cũng tăng lên,

khiến dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm đều được bổ sung.

4. KẾT LUẬN

Qua hiện trạng sử dụng đất và lượng mưa năm 2005, 2010, 2015 và 2018, có thể thấy lưu lượng thay đổi nhiều là do lượng mưa và việc thay đổi cơ cấu đất sử dụng trên lưu vực. Mặt khác, trên thực tế khi dòng chảy mặt giảm, dòng chảy ngầm và dòng chảy trong kênh sẽ tăng do sự giữ nước của thảm phủ. Tuy nhiên, ở đây ảnh hưởng bởi yếu tố mưa nên dòng chảy ngầm và dòng chảy trong kênh ảnh hưởng khá nhiều.

Qua kết quả trên cho thấy, mô hình SWAT là mô hình tích hợp, có thể mô phỏng các quá trình diễn ra trong môi trường đất và nước. Điều này giúp người sử dụng có thể đánh giá được chất lượng nước và đất trên diện rộng và phức tạp hơn.

LỜI CẢM ƠN:

Bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài TN18/T10. Tập thể tác giả bài báo xin chân thành cảm ơn Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã cấp kinh phí để triển khai thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Kim Lợi, Lê Hoàng Tú, Nguyễn Duy Liêm, (2013). *Tài liệu hướng dẫn sử dụng mô hình SWAT phiên bản 2012 (ArcSWAT 2012, ArcGIS10.0/10.1)*. Trường Đại học Nông lâm TP. Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Ý Như, Nguyễn Thanh Sơn, 2009. *Ứng dụng mô hình SWAT khảo sát ảnh hưởng của các kịch bản sử dụng đất đối với dòng chảy lưu vực sông Bến Hải*. Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội số 3S (2009): 492 – 498.
- Nguyễn Thị Tịnh Âu, Nguyễn Duy Liêm và Nguyễn Kim Lợi. "Ứng dụng mô hình SWAT và công nghệ GIS đánh giá lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Đắc Bla." VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences 29, no. 3 (2013).
- Tô Kiều Trang (2009). *Ứng dụng GIS và mô hình SWAT đánh giá tác động của thay đổi sử dụng đất tác động đến môi trường huyện Dĩ An tỉnh Bình Dương*. Luận văn tốt nghiệp. Trường ĐH Nông Lâm TP.HCM.
- Viện Quy hoạch Thủy lợi (2006) *Quy hoạch tổng hợp và bảo vệ nguồn nước lưu vực sông Srêpôk*.
- Neitsch S.L., Arnold J.G., Kiniry J.R. and Williams J.R., (2005). *Soil and Water Assessment Tool, Theoretical Documentation: Version 2005*. Agricultural Research Service and Texas A&M Blackland Research Center, Temple, TX, USDA.

Abstract:

EVALUATION OF EFFECTS OF CHANGES IN LAND USE ON DISCHARGE IN THE SREPOK RIVER BASIN

Precipitation and land cover are important factors that affect the changes in discharge in the river basin. Therefore, the purpose of this study is to interpret the effects of these factors on the discharge in the river basin, taking Srepok as a pilot basin. SWAT-CUP model with SUFI-2 is applied to simulate discharge in 4 years 2005, 2010, 2015 and 2018. The results illustrate the superiority of SWAT model in simulating the discharge and interpreting the role of land use changes in discharge.

Keywords: SWAT, Landuse change, Srêpôk.

Ngày nhận bài: 07/8/2020

Ngày chấp nhận đăng: 14/9/2020