

Ứng dụng ảnh viễn thám kết hợp mô hình thủy văn trong nghiên cứu dòng chảy lũ lưu vực sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi

Nguyễn Thị Thu Huyền*

Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về động lực học sông biển, Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam

Ngày nhận bài 9/10/2017; ngày chuyển phản biện 13/10/2017; ngày nhận phản biện 27/11/2017; ngày chấp nhận đăng 11/12/2017

Tóm tắt:

Ứng dụng ảnh viễn thám kết hợp mô hình thủy văn trong nghiên cứu dòng chảy lũ lưu vực sông Vệ trong bài báo này được tập trung vào 2 điểm: (1) Sử dụng ảnh viễn thám để phân tích, đánh giá sự thay đổi thảm phủ trên lưu vực sông Vệ; (2) Nghiên cứu điều chỉnh các thông số của mô hình thủy văn cho lưu vực sông Vệ dựa vào dữ liệu phân tích từ ảnh viễn thám. Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy, ảnh viễn thám phản ánh khách quan những biến động của các đối tượng trên bề mặt lưu vực và cho phép cập nhật kịp thời những biến động này để cung cấp cơ sở khoa học cho việc xác định các thông số của mô hình thủy văn phù hợp cho lưu vực. Đây là hướng nghiên cứu tốt cần tiếp tục phát triển để hoàn thiện công nghệ và nâng cao độ chính xác cho mô hình thủy văn.

Từ khóa: Ảnh viễn thám, lưu vực sông Vệ, mô hình thủy văn, mưa - dòng chảy.

Chỉ số phân loại: 2.1

Đặt vấn đề

Những năm gần đây, công nghệ viễn thám và GIS được chú trọng ứng dụng trong công tác quản lý thiên tai ở Việt Nam nói chung và công tác phòng chống lụt bão nói riêng. Ảnh viễn thám với nhiều ưu điểm như giàu thông tin, chu kỳ thu nhận thông tin ngắn, xử lý thông tin trên diện rộng và thông tin có tính khách quan cao. Kết quả phân tích từ ảnh vệ tinh cho các thông tin tức thời về các đối tượng trên bề mặt đất tại thời điểm chụp ảnh. Do vậy, việc khai thác ứng dụng ảnh viễn thám đã trở thành một trong những hướng đi chủ đạo của ứng dụng và phát triển công nghệ viễn thám, nhằm phục vụ quản lý thiên tai nói chung, công tác phòng chống lụt bão nói riêng [1].

Các lưu vực sông của Việt Nam rất thiếu các số liệu quan trắc về lưu lượng dòng chảy, do đó trong các nghiên cứu về dòng chảy lũ trên lưu vực thường sử dụng mô hình thủy văn để tính toán lưu lượng lũ. Thông thường mô hình thủy văn được thiết lập cho lưu vực nghiên cứu với các dữ liệu đầu vào là dữ liệu về khí tượng, thủy văn. Mô hình được hiệu chỉnh thông qua việc dò tìm bộ thông số, sau đó bộ thông số này được kiểm định lại qua một số trận lũ ở những thời điểm khác nhau, nếu kết quả tính toán ở bước kiểm định đạt yêu cầu thì đó là bộ thông số mô hình phù hợp cho lưu vực. Bộ thông số này được sử dụng để tính toán cho những thời

gian lũ khác nhau trên lưu vực cũng như áp dụng cho lưu vực tương tự. Như vậy, cách tiếp cận này có hạn chế là khi tính toán dòng chảy lũ cho những thời điểm khác nhau (cách nhau một vài năm hay hàng chục năm) thì khi đó các điều kiện mặt đệm lưu vực đã thay đổi không giống nhau, dẫn đến kết quả tính toán sẽ không đảm bảo, cần điều chỉnh lại các thông số của mô hình. Vấn đề đặt ra là cần điều chỉnh các thông số đó theo hướng nào, tăng hay giảm thông số nào và căn cứ vào đâu để điều chỉnh lại các thông số cho phù hợp. Khi có dữ liệu phân tích từ ảnh viễn thám, sẽ thành lập được bản đồ hiện trạng lớp phủ theo thời gian, từ bản đồ này sẽ phân tích biến động thành phần lớp phủ theo thời gian. Kết quả biến động thảm phủ sẽ giúp vi chỉnh lại các thông số của mô hình thủy văn phù hợp với từng khoảng thời gian cụ thể.

Bài báo này được thực hiện nhằm nghiên cứu khai thác nguồn dữ liệu phân tích từ ảnh viễn thám để điều chỉnh và lựa chọn được bộ thông số mô hình thủy văn MIKE NAM phù hợp cho lưu vực sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi. Nguồn dữ liệu này sẽ cung cấp những thông tin đầu vào và cơ sở khoa học rất quan trọng cho mô hình thủy văn tính toán dòng chảy lũ hình thành từ mưa trên lưu vực sông. Đó là cơ sở để hiệu chỉnh các thông số của mô hình, nhằm tìm được bộ thông số phù hợp cho lưu vực sông có tính biến động theo thời gian.

*Email: thuhuyen845@gmail.com

Application of satellite images in combination with the hydrological model for the study of flood flow in Ve river basin, Quang Ngai province

Thi Thu Huyen Nguyen*

Key laboratory of river and coastal engineering, Vietnam Academy for water Resources

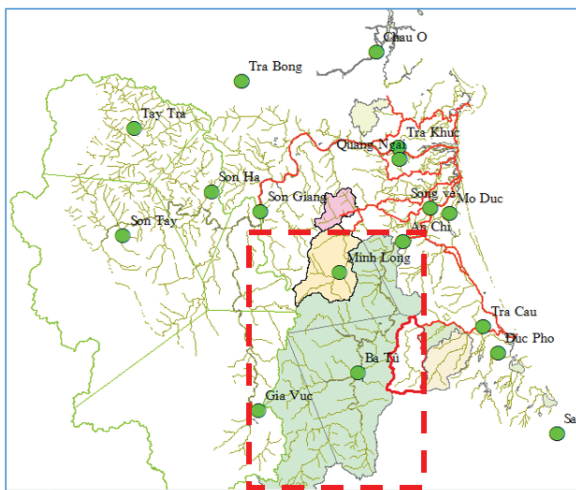
Received 9 October 2017; accepted 11 December 2017

Abstract:

In this paper, the application of satellite images in combination with the hydrological model for the study of flood flow in Ve river basin focused on 2 aspects: 1) Using satellite images to analyze and assess the change of vegetation cover in Ve river basin; 2) Study on the adjustment of parameters of the hydrological model for Ve river basin based on processed data from satellite images. Initial research results showed that satellite images reflect objectively the variability of objects on the surface of the river basin and allow timely updates of these changes to provide a scientific basis for determining the parameters of the hydrological model suitable for the river basin. This good approach should be further developed to improve the technology and accuracy for the hydrological model.

Keywords: Hydrological model, rainfall-runoff, satellite image, Ve river basin.

Classification number: 2.1



Hình 1. Vị trí lưu vực sông Vệ và các trạm khí tượng tỉnh Quảng Ngãi.

Phạm vi và phương pháp nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu: Nghiên cứu dòng chảy lũ trên lưu vực sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi, giới hạn không gian từ thượng nguồn về đến vị trí trạm khí tượng thủy văn An Chi với diện tích lưu vực không chế là 769 km².

Phương pháp nghiên cứu: Ba phương pháp nghiên cứu chính được áp dụng: 1) Phương pháp tổng hợp phân tích để tổng hợp các dữ liệu cơ bản của lưu vực; 2) Phương pháp viễn thám và GIS để phân tích ảnh viễn thám xác định thông tin lớp phủ của lưu vực; 3) Phương pháp mô hình toán ứng dụng mô hình thủy văn MIKE NAM để tính toán dòng chảy lũ.

Dữ liệu sử dụng: Nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám, dữ liệu khí tượng thủy văn và địa hình trên lưu vực. Cụ thể:

- Sử dụng ảnh Landsat 5, năm 2008, 2010; ảnh Landsat 7, năm 2009; ảnh Landsat 8, năm 2016 chụp khu vực lưu vực sông Vệ và tỉnh Quảng Ngãi. Các ảnh thu thập được mặc dù có số lượng lớn nhưng nhiều ảnh bị mây che phủ một phần hoặc toàn bộ lưu vực, nên số lượng ảnh sử dụng được còn hạn chế. Điều này ảnh hưởng ít nhiều đến công tác giải đoán ảnh.

- Dữ liệu 43 điểm mẫu chìa khóa để giải đoán ảnh (đi thực địa lấy mẫu để tăng độ chính xác của công tác giải đoán ảnh).

- Dữ liệu khí tượng thủy văn: Số liệu mưa, bốc hơi tại các trạm Ba Tơ, Minh Long, An Chi, Giá Vực; số liệu lưu lượng tại trạm An Chi trong các trận lũ năm 2008, 2009, 2010 và 2016 (lựa chọn theo thời gian phân tích ảnh viễn thám).

- Dữ liệu địa hình lưu vực sông dạng DEM 30 x 30 m kết hợp mạng sông để phân chia lưu vực và xác định các đặc trưng của lưu vực sông.

Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Phân tích biến động lớp phủ trên lưu vực sông Vệ [2, 3]

Từ nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 5, 7 và 8, sử dụng phần mềm ENVI xử lý để xác định lớp phủ trên bề mặt lưu vực tại các thời điểm khác nhau. Các bước cơ bản để thực hiện việc phân tích xác định lớp phủ như sau:

- + Xây dựng ảnh tổ hợp màu và tăng cường chất lượng ảnh: Tạo ra ảnh tổ hợp màu có chất lượng tốt nhất để phục vụ việc chọn mẫu và giải đoán ảnh được chính xác.

- + Nắn chỉnh hình học: Loại bỏ các sai số hình học, đưa ảnh về đúng hệ tọa độ.

- + Cắt ảnh: Cắt ảnh đúng theo ranh giới lưu vực sông và

theo ranh giới hành chính.

+ Định nghĩa các lớp: Xác định rõ chỉ tiêu cho các lớp đối tượng cần phân loại.

+ Lựa chọn các đặc tính: Bao gồm đặc tính về phổ và đặc tính về cấu trúc, có ý nghĩa rất quan trọng để tách biệt các lớp đối tượng với nhau.

+ Chọn vùng mẫu: Lấy mẫu và giải đoán bằng mắt. Trong kỹ thuật giải đoán ảnh bằng mắt thì kết quả giải đoán phụ thuộc nhiều vào tri thức, kinh nghiệm của người lấy mẫu. Điều này ảnh hưởng đến kết quả tính toán phân loại.

+ Tính toán chỉ số thống kê mẫu: Xác định số pixel được lựa chọn trong vùng mẫu, số tổ hợp trong vùng mẫu.

+ Phân loại các đối tượng: Các chỉ tiêu phân loại được xây dựng dựa trên các vùng mẫu đã lựa chọn, sử dụng các tham số thống kê tính được từ các vùng mẫu.

+ Ghép các nhóm đối tượng: Gộp các lớp đã phân loại có cùng tính chất thành một nhóm.

+ Kiểm tra thực địa: Kiểm chứng lại kết quả phân loại, sử dụng các mẫu chìa khoá suy giải ảnh có sẵn để kiểm tra ngẫu nhiên trên ảnh.

+ Xuất kết quả phân loại từ phần mềm ENVI sang khuôn dạng ArcGIS để phân tích.

+ Tích hợp kết quả phân loại với ranh giới lưu vực bộ phận.

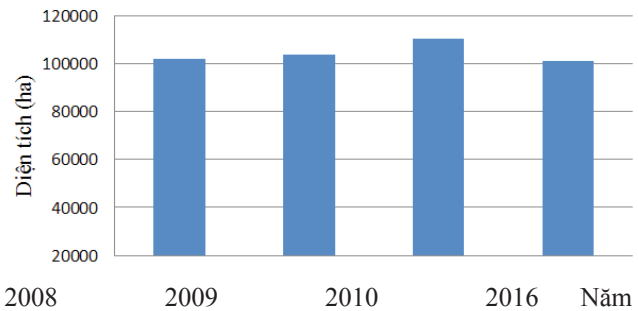
+ Tính tỷ lệ % các loại lớp phủ trên lưu vực tại các thời điểm chụp ảnh, từ đó xác định được biến động các loại lớp phủ theo các giai đoạn khác nhau.

Kết quả phân tích ảnh viễn thám Landsat 5, 7 và 8 theo các bước trên đã xác định được biến động lớp phủ các năm 2008, 2009, 2010, 2016 như trong bảng 1 và hình 2, 3.

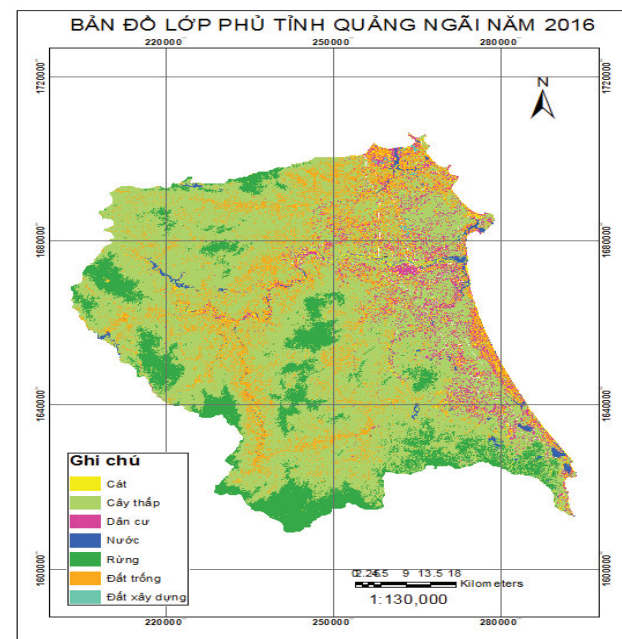
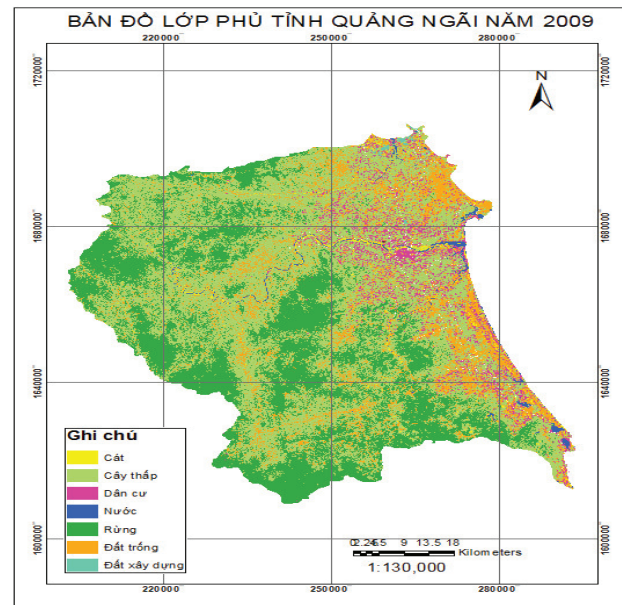
Bảng 1. Biến động lớp phủ trên lưu vực.

Loại lớp phủ	Diện tích thảm phủ theo các năm			
	Năm 2008	Năm 2009	Năm 2010	Năm 2016
Cát	106.898	778.455	230.138	6.233.372
Cây bụi	25.021,066	55.250,871	75.179,561	51.392,584
Đất trống	508.789	13.557.955	817.154	58.392.584
Đất xây dựng	16.943,235	46.233	5.809.712	13.369.312
Dân cư	50.029	5.125.079	3.153.080	28.127.345
Đường giao thông	185.579	186.074	186.074	23.735.815
Nước	845.945	586.661	416.852	57.020.236
Rừng	77.101,972	48.298,438	34.881,187	48.617,324
Tổng rừng + cây bụi	102.123,038	103.549,309	110.060,748	100.009,908

Biến đổi thảm phủ trên lưu vực (giai đoạn 2008-2016)



Hình 2. Biến đổi lớp phủ trên lưu vực.



Hình 3. Thảm phủ trên lưu vực sông Vệ năm 2009 và 2016.

Kết quả phân tích cho thấy, đã có sự biến đổi thảm phủ trên lưu vực sông Vệ rõ rệt từ năm 2008 đến 2016. Diện tích thảm phủ năm 2009 tăng so với năm 2008 khoảng 1.426 ha, năm 2010 tiếp tục tăng 6.511 ha so với năm 2009, nhưng đến 2016 thì diện tích thảm phủ giảm rõ rệt so với năm 2010, khoảng 10.050 ha. Dữ liệu này sẽ là cơ sở phân tích xác định thông số mô hình MIKE NAM trong quá trình hiệu chỉnh mô hình.

Kết hợp ảnh viễn thám và mô hình thủy văn MIKE NAM [4]

Phân tích độ nhạy của các thông số trong mô hình MIKE NAM:

Các thông số của mô hình: MIKE NAM có 9 thông số chính thay đổi theo đặc điểm lưu vực, 5 thông số khác ít thay đổi [5]. Các thông số chính của mô hình như bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp các thông số chính của mô hình Mike NAM.

TT	Thông số	Đặc trưng	Giá trị
1	Umax	Hàm lượng nước tối đa trong dung lượng bề mặt	5-25 mm
2	Lmax	Hàm lượng nước tối đa trong dung lượng tầng rễ cây	50-350 mm
3	CQOF	Hệ số dòng chảy tràn	0,1-0,99
4	CKIF	Hệ số dòng chảy sát mặt	50-1.000 giờ
5	CK1,2	Hằng số thời gian chảy truyền của dòng chảy mặt	3-72 giờ
6	TOF	Ngưỡng dưới của dòng chảy tràn	0-0,9
7	TIF	Ngưỡng dưới của dòng chảy sát mặt	0-0,9
8	CKBF	Hằng số thời gian chảy truyền của dòng chảy ngầm	500-5.000 giờ
9	TG	Giá trị ngưỡng tầng rễ cây	0-0,9

Chỉ tiêu đánh giá mô hình: Sử dụng chỉ số NASH và sai số cân bằng nước WBL.

$$NASH = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{it}^i - Q_{it}^{tdb})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{it}^i - Q_{it}^{tđb})^2}$$

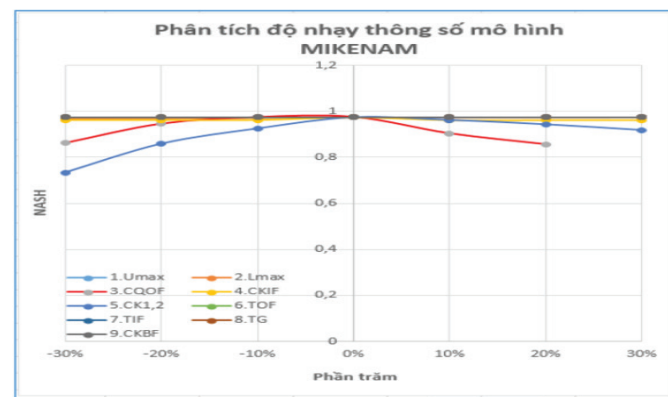
Trong đó: Q_{it}^i là lưu lượng thực đo tại thời điểm i ; Q_{it}^{tdb} là lưu lượng thực đo trung bình; Q_{it}^i là lưu lượng tính toán tại thời điểm i .

Phân tích độ nhạy thông số mô hình: Mỗi một thông số của mô hình MIKE NAM đều có những ảnh hưởng nhất định đến dòng chảy trên lưu vực. Nghiên cứu đã tính toán phân tích độ nhạy của các thông số mô hình đến kết quả tính toán dòng chảy lũ trên lưu vực thông qua việc đánh giá chỉ số NASH. Thực hiện việc đánh giá độ nhạy các thông số theo cách như sau: Hiệu chỉnh mô hình qua một trận lũ, sơ bộ xác định bộ thông số; thay đổi từng thông số (tăng/

giảm 10%, 20% và 30%), các thông số còn lại giữ nguyên; xem xét sự biến đổi hệ số NASH, WBL qua các trường hợp tính toán.

Bảng 3. Hệ số NASH qua các trường hợp thay đổi thông số.

Thông số	1.Umax	2.Lmax	3.CQOF	4.CKIF	5.CK1,2	6.TOF	7.TIF	8.TG	9.CKBF
-30%	0,973	0,966	0,862	0,961	0,734	0,964	0,975	0,975	0,975
-20%	0,973	0,969	0,945	0,961	0,859	0,969	0,975	0,975	0,975
-10%	0,974	0,972	0,974	0,961	0,925	0,973	0,975	0,975	0,975
0%	0,975	0,975	0,975	0,975	0,974	0,975	0,975	0,975	0,975
+10%	0,974	0,974	0,904	0,960	0,962	0,975	0,975	0,975	0,975
+20%	0,974	0,974	0,857	0,960	0,943	0,970	0,975	0,974	0,975
+30%	0,974	0,975	0,820	0,960	0,918	0,962	0,975	0,974	0,975



Hình 4. Độ nhạy thông số mô hình MIKE NAM.

Từ bảng kết quả bảng 3 và đồ thị hình 4 cho thấy, hệ số dòng chảy mặt CQOF và hằng số thời gian chảy truyền CK12 có sự biến thiên lớn nhất. Do vậy mà 2 thông số này có ảnh hưởng lớn nhất, làm thay đổi lớn đến dòng chảy tính toán. Khi hiệu chỉnh kiểm định mô hình sẽ quan tâm đến 2 thông số này khi điều kiện mặt đệm thay đổi.

Phân tích hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM:

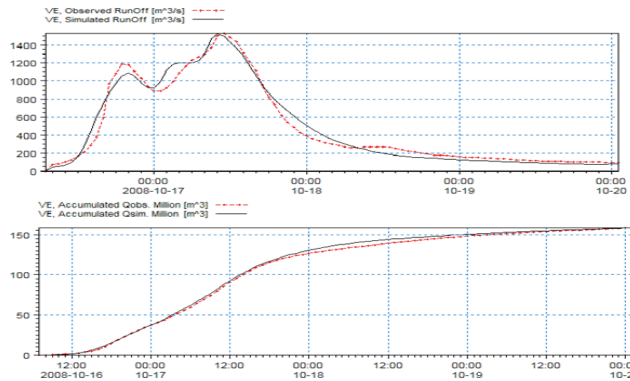
Lưu vực sông Vệ được mô phỏng trong mô hình thủy văn MIKE NAM giới hạn đến trạm thủy văn An Chỉ. Kết quả phân tích lớp phủ trong phần trên cho thấy, lưu vực sông Vệ chủ yếu là diện tích rừng và cây bụi. Do vậy khi xét ảnh hưởng của lớp thảm phủ đến dòng chảy lưu vực thông qua các thông số của mô hình MIKE NAM đề tài chỉ tập trung xem xét sự biến đổi của hai lớp này.

Lựa chọn chuỗi số liệu trận lũ từ 7 h (16/10/2008) ÷ 1 h (20/10/2008) làm số liệu hiệu chỉnh mô hình và lựa chọn các trận lũ 1 h (28/9/2009) ÷ 19 h (5/10/2009); trận lũ 1 h (13/11/2010) ÷ 13 h (19/11/2010) và trận lũ 1 h (11/12/2016) ÷ 19 h (31/12/2016) để kiểm định mô hình. Trong quá trình hiệu chỉnh kiểm định mô hình, nghiên cứu tập trung xem xét đến sự thay đổi của 2 thông số CQOF, CK12 trong điều kiện có dữ liệu về thảm phủ thực vật trên lưu vực.

Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình MIKE NAM được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Thông số mô hình MIKE NAM hiệu chỉnh lưu vực sông Vệ.

Năm	Thông số mô hình MIKE NAM									Chỉ số đánh giá	
	U_{max}	L_{max}	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF	NASH	WBL(%)
2008	16,7	180	0,9	413,7	17,7	0,446	0,596	0,31	1.487	0,98	0,00



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh mô hình với trận lũ 16/10/2008-20/10/2008.

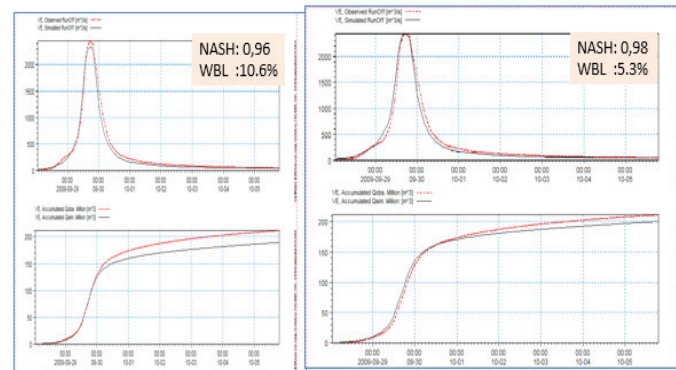
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (bảng 4, hình 5) cho thấy, đường quá trình lũ thực đo và tính toán khá phù hợp về đỉnh và quá trình, chỉ tiêu NASH bằng 0,98 đánh giá kết quả hiệu chỉnh mô hình khá cao, sai số về cân bằng nước bằng 0. Bộ thông số của mô hình sẽ được sử dụng trong quá trình kiểm định tiếp theo. Trong quá trình kiểm định, nghiên cứu đã xem xét 2 trường hợp (không có dữ liệu thăm phủ và có dữ liệu thăm phủ) để thấy được ảnh hưởng của việc có dữ liệu thăm phủ.

Căn cứ vào kết quả phân tích sự biến động lớp thảm phủ (lớp rừng, cây bụi) được thể hiện ở bảng 1 và hình 2, thay đổi 2 thông số nhạy nhất của mô hình là CQOF và CK12 theo diện tích lớp phủ theo nguyên tắc: Diện tích thảm phủ tăng lên thì hệ số dòng chảy (CQOF) sẽ giảm đi, hằng số thời gian chảy truyền (CK12) tăng lên. Kết quả mô phỏng dòng chảy tính toán và thực đo được thể hiện ở bảng 5, hình 6 và hình 7.

Bảng 5. Thông số mô hình MIKE NAM qua các trường hợp.

Năm	Thông số mô hình MIKE NAM									Chỉ số đánh giá		Ghi chú
	U_{max}	L_{max}	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF	NASH	WBL(%)	
2008	16,7	180	0,9	413,7	17,7	0,446	0,596	0,31	1.487	0,98	0,00	Hiệu chỉnh
2009	16,7	180	0,9	413,7	17,7	0,446	0,596	0,31	1.487	0,96	10,6	Chưa có dữ liệu thăm phủ
	16,7	180	0,8	413,7	17,7	0,446	0,596	0,31	1.487	0,98	5,30	Có dữ liệu thăm phủ
2010	16,7	180	0,9	413,7	17,7	0,446	0,596	0,31	1.487	0,80	3,80	Chưa có dữ liệu thăm phủ
	16,7	180	0,78	413,7	17,9	0,446	0,596	0,31	1.487	0,82	0,00	Có dữ liệu thăm phủ
2016	16,7	180	0,9	413,7	17,7	0,446	0,596	0,31	1.487	0,88	13,9	Chưa có dữ liệu thăm phủ
	16,7	180	0,9	413,7	17,7	0,446	0,596	0,31	1.487	0,95	0,10	Có dữ liệu thăm phủ

Trận lũ 1h 28/9/2009 - 19h 5/10/2009

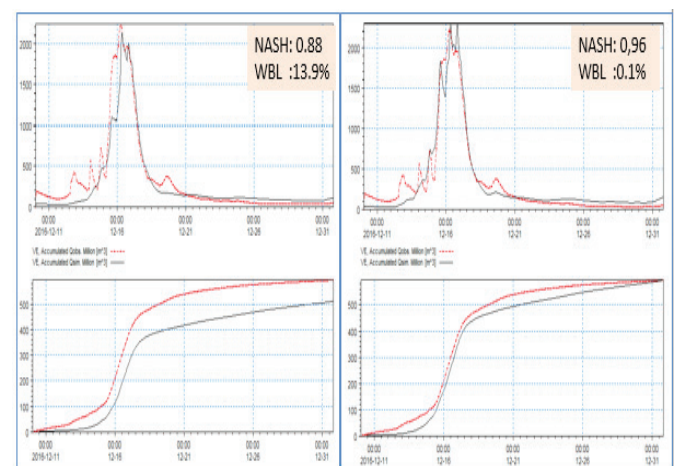


(1) Chưa có dữ liệu thăm phủ

(2) Có dữ liệu thăm phủ

Hình 6. Kết quả kiểm định mô hình với trận lũ lịch sử năm 2009.

Trận lũ 1h 11/12/2016 - 19h 31/12/2016



(1) Chưa có dữ liệu thăm phủ

(2) Có dữ liệu thăm phủ

Hình 7. Kết quả kiểm định mô hình với trận lũ năm 2016.

Kết quả tính toán (bảng 6) đã xác định được:

- Với trận lũ tháng 9/2009: Khi chưa có dữ liệu thăm phủ thực vật thì hệ số NASH là 0,96, sai số cân bằng nước WBL là 10,6%, hai hệ số này đã thay đổi khi quá trình kiểm định có sử dụng thông tin về ảnh viễn thám.

- Với trận lũ tháng 11/2010: Khi chưa có dữ liệu thăm phủ thì NASH = 0,8, WBL = 3,8%; khi có dữ liệu thăm phủ thì NASH = 0,82, WBL = 0%.

- Với trận lũ tháng 11/2016: Khi chưa có dữ liệu thăm phủ thì NASH = 0,88, WBL = 13,9%; khi có dữ liệu thăm phủ thì NASH = 0,95 và WBL = 0,1%.

Như vậy, với việc ứng dụng ảnh viễn thám phân tích xác định biến động lớp phủ để cung cấp thông tin cơ sở nhằm hiệu chỉnh các thông số của mô hình MIKE NAM đã tăng được độ chính xác các kết quả tính toán mô phỏng xác định dòng chảy lũ trên lưu vực sông Vệ.

Bảng 6. So sánh sai số kiểm định mô hình MIKE NAM cho lưu vực sông Vệ.

TT	Trận lũ	Chưa sử dụng ảnh viễn thám		Có sử dụng ảnh viễn thám	
		NASH	WBL (%)	NASH	WBL (%)
1	28/9/2009 đến 5/10/2009	0,96	10,6	0,98	5,3
2	13/11/2010 đến 19/11/2010	0,80	3,8	0,82	0
3	11/12/2016 đến 31/12/2016	0,88	13,9	0,95	0,1

Kết luận

Bước đầu đã ứng dụng được ảnh viễn thám trong việc phân tích xác định các thông số của mô hình thủy văn MIKE NAM cho lưu vực sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi. Kết quả tính toán hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy, sử dụng nguồn dữ liệu phân tích từ ảnh viễn thám để cung cấp các thông tin về biến động lớp phủ trên bề mặt lưu vực làm căn cứ cho việc điều chỉnh và lựa chọn được bộ thông số tốt hơn cho mô hình MIKE NAM.

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự biến đổi thảm phủ có mối liên hệ trực tiếp đến sự thay đổi của các thông số CQOF và CK12 trong mô hình MIKE NAM. Hệ số dòng chảy lưu vực tỷ lệ nghịch với diện tích thảm phủ, tức là khi diện tích thảm phủ tăng thì hệ số dòng chảy giảm (lượng sinh dòng chảy nhỏ) và ngược lại.

Tuy nhiên trong nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế như: Ảnh vệ tinh Landsat là ảnh quang học nên bị ảnh hưởng bởi mây, ảnh có độ phân giải chưa cao nên kết quả phân tích biến động còn bị ảnh hưởng nhất định. Mặt khác,

mô hình MIKE NAM là mô hình thông số tập trung nên chưa mô tả lưu vực chi tiết như các mô hình thủy văn thông số phân bố khác (như mô hình SWAT).

Phương pháp tiếp cận ứng dụng thông tin dữ liệu từ ảnh viễn thám để lựa chọn bộ thông số phù hợp cho mô hình thủy văn MIKE NAM và vi chỉnh theo điều kiện thảm phủ của lưu vực sông Vệ cần được tiếp tục nghiên cứu sâu hơn để áp dụng cho các lưu vực sông khác không chỉ trong phạm vi tỉnh Quảng Ngãi mà còn cho các lưu vực sông khác trên cả nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đinh Ngọc Đạt (2015), *Báo cáo ứng dụng địa không gian đánh giá nhanh về mưa lũ*, Viện Công nghệ Vũ trụ.
- [2] Nguyễn Huy Anh, Đinh Thanh Kiên (2012), *Ứng dụng viễn thám và GIS thành lập bản đồ lớp phủ mặt đất khu vực Chân Mây, huyện Phú Lộc, tỉnh Thừa Thiên - Huế*, Kỷ yếu Hội thảo GIS toàn quốc, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [3] Nguyễn Quang Tuấn và cs (2009), “Ứng dụng GIS và viễn thám thành lập bản đồ hiện trạng thảm thực vật năm 2008 tỷ lệ 1:50.000 huyện Kỳ Anh, tỉnh Hà Tĩnh”, *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, 5, tr.159-172.
- [4] Nguyễn Thanh Hùng (2017), *Báo cáo kết quả đề tài Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám để theo dõi, đánh giá, hoàn thiện và nâng cao độ chính xác của công tác dự báo ngập lụt phục vụ công tác quản lý phòng chống lũ lụt vùng hạ du các sông*, Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam.
- [5] Phạm Văn Chiến và cs (2013), *Báo cáo kết quả đề tài Nghiên cứu, hiệu chỉnh bản đồ nguy cơ ngập lụt, mức báo lũ theo các mức báo động lũ mới phục vụ phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai tỉnh Quảng Ngãi*, Đài Khí tượng thủy văn khu vực Trung Trung Bộ.