

ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THÁM TRONG VIỆC NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÔ PHỎNG NGẬP LỤT LƯU VỰC SÔNG TRÀ KHÚC TỈNH QUẢNG NGÃI

Vũ Đình Cường, Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Thu Huyền,
Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về ĐLHSB
Phạm Thanh Tâm
Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
Nguyễn Hiệp
Chi cục Phòng chống thiên tai khu vực Miền trung - Tây nguyên

Tóm tắt: Phân tích ảnh viễn thám phục vụ nâng cao độ chính xác trong bài toán mô phỏng ngập lụt lưu vực được thể hiện trong nghiên cứu này tập trung vào 2 điểm: 1) Ảnh viễn thám giúp xác định được hệ số nhám của từng ô lưới cho vùng nghiên cứu để chính xác hóa số liệu đầu vào; 2) Phạm vi ngập phân tích xác định từ ảnh viễn thám được so sánh với kết quả mô phỏng của mô hình, giúp kiểm nghiệm độ chính xác của mô hình mô phỏng. Ảnh viễn thám có độ phân giải không gian khá chi tiết phản ánh khách quan được những biến động của các đối tượng trên bề mặt lưu vực và cho phép cập nhật kịp thời những biến động này cho mô hình mô phỏng. Diện ngập xác từ kết quả phân tích ảnh viễn thám có tính khách quan và là nguồn dữ liệu độc lập để so sánh đối chiếu với kết quả tính toán từ mô hình. Sự kết hợp giữa mô hình mô phỏng ngập lụt Mike Flood và ảnh viễn thám được thực hiện trong nghiên cứu ngập lụt lưu vực sông Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi đã cho thấy sự hỗ trợ rất hữu hiệu của ảnh viễn thám để nâng cao độ chính xác của mô hình mô phỏng và là một hướng nghiên cứu đúng đắn cần phát huy nhân rộng.

Từ khóa: sông Trà Khúc, mô hình ngập lụt, ảnh viễn thám và GIS.

Summary: Remote sensing analysis serving for improving accuracy of flood model for river basin is approached in this study focusing on 2 aspects: 1) Remote sensing image helps to determine the roughness coefficient of each grid cell of the model thus correcting input data; 2) The extent of inundation area from remote sensing image is compared with results of model calculation to test the accuracy of the simulation. Remote sensing data has a good spatial resolution, and objectives in the basin surface have been reflected quite clear thus allowing timely updates the changes of the basin's surface to the simulation model; The results of remote sensing analysis are useful for combining with simulated results to accurately determine the extent of flooding in the basin. The flood inundation modeling and remote sensing analysis was conducted for Tra Khuc river basin show the way of improving the accuracy of the modeling, and this is a proper research direction to extend.

Keyword: Tra Khuc river, flood model, Remote sensing and GIS

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, công nghệ viễn thám và GIS đang được ứng dụng rộng rãi trong công tác quản lý thiên tai nói chung và

công tác phòng chống lụt bão nói riêng (Đình Ngọc Đạt, 2015; Kebede Bishaw, 2012). 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 chiết tách từ ảnh vệ tinh cho ta các thông tin về các đối tượng trên

Ngày nhận bài: 24/7/2017

Ngày thông qua phản biện: 05/9/2017

Ngày duyệt đăng: 22/12/2017

bề mặt đất và phạm vi ngập lụt tại thời điểm chụp ảnh. Những lớp thông tin này là dữ liệu đầu vào rất quan trọng cho mô hình mô phỏng ngập lụt trên lưu vực sông, giúp nâng cao độ chính xác của các kết quả tính toán từ mô hình (Chu Hải Tùng và nnk, 2008).

Phân tích ảnh viễn thám phục vụ nâng cao độ chính xác trong bài toán mô phỏng ngập lụt lưu vực được thể hiện trong nghiên cứu này tập trung vào 2 điểm: 1) Ảnh viễn thám giúp xác định được hệ số nhám của từng ô lưới cho vùng nghiên cứu để chính xác hóa số liệu đầu vào; 2) Phạm vi ngập lụt phân tích trên ảnh viễn thám được so sánh với kết quả mô phỏng của mô hình giúp kiểm nghiệm độ chính xác của mô hình. Nghiên cứu này ứng dụng ảnh viễn thám trong mô phỏng lũ lưu vực sông Trà Khúc và sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi. Để có thêm dữ liệu kiểm chứng mô hình, số liệu vết lũ lịch sử trên lưu vực sông cũng đã được thu thập để phục vụ nghiên cứu.

2. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu đã ứng dụng mô hình mô phỏng ngập lụt MIKE FLOOD kết hợp giữa mô hình MIKE11 mô phỏng dòng chảy lũ trong sông và mô hình MIKE21 FM mô phỏng dòng chảy lũ tràn trên bề mặt lưu vực. Mô hình MIKE FLOOD được thiết lập trong hệ tọa độ đồng bộ với các dữ liệu đầu vào của mô hình được lấy từ các kết quả phân tích ảnh viễn thám bằng phần mềm GIS. Các phần mềm được sử dụng trong phân tích ảnh viễn thám của nghiên cứu này gồm ENVI, SNAP, ArcGIS (Luân N.T. và nnk, 2017) nhằm chi tiết hóa các thông tin về lớp phủ cũng như phạm vi ngập lụt trên bề mặt lưu vực sông. Ngoài ra, những khu vực có biến động lớn về địa hình trên lưu vực (như các khu công nghiệp, đường giao thông) cũng được kiểm tra thông tin và xác định cao độ thông

qua điều tra thực địa để bổ sung dữ liệu địa hình cho mô hình mô phỏng.

2.2. Cơ sở dữ liệu phục vụ nghiên cứu

1) Dữ liệu thủy văn:

- Mục nước (H) và lưu lượng (Q) thực đo tại các trạm biên Sơn Giang, An Chỉ và tại các trạm Trà Khúc, Sông Vệ để kiểm tra mô hình.

- Mục nước thủy triều dự tính từ các hằng số điều hòa thiên văn tại các biên cửa sông.

- Lưu lượng lũ tính toán bằng mô hình thủy văn Mike NAM tại các biên nhập lưu.

2) Dữ liệu vết lũ lịch sử trên lưu vực:

- Tài liệu vết lũ lịch sử điều tra và thu thập được trên lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ của các trận lũ lớn lịch sử năm 2009 và 2013.

3) Dữ liệu ảnh vệ tinh:

- Ảnh vệ tinh quang học để chiết tách thông tin lớp phủ và ảnh vệ tinh radar để chiết tách thông tin phạm vi ngập trên bề mặt lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ. Cụ thể:

+ Ảnh quang học: bao gồm 03 cảnh ảnh Landsat (độ phân giải không gian 30m x 30m) chụp vào thời điểm mùa khô trước thời điểm xảy ra lũ lớn vào các năm 1999, 2009, 2013 để chiết tách lớp phủ trên bề mặt lưu vực.

+ Ảnh radar: không có ảnh vệ tinh chụp trùng thời gian xảy ra các trận lũ lớn lịch sử năm 1999, 2009, 2013 trên lưu vực. Nghiên cứu này đã sử dụng ảnh Sentinel chụp tại thời điểm ngập lụt của trận lũ ngày 01/12/2016 (độ phân giải không gian 10m x 10m) để chiết tách phạm vi vùng ngập lụt.

4) Dữ liệu địa hình và công trình khu vực hạ du lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ:

- Tài liệu mặt cắt địa hình cho mô hình Mike11 mạng sông: sử dụng 370 mặt cắt ngang sông đo đạc từ năm 2010-2014 để thiết lập cho mô hình Mike11.

- Tài liệu địa hình vùng ngập lũ trên lưu vực:

sử dụng số liệu bình đồ tỷ lệ 1:10.000 cho toàn lưu vực và 1:2.000 cho khu vực TP. Quảng Ngãi do Cục Đo đạc và Bản đồ xuất bản năm 2011 để thiết lập địa hình vùng ngập lũ vùng hạ du lưu vực.

- Tài liệu các công trình trên khu vực hạ du lưu vực sông: Tổng hợp tài liệu về các công trình giao thông, thủy lợi trên lưu vực có ảnh hưởng đến quá trình lũ tràn trên lưu vực, như các cầu giao thông, tuyến đường bộ, đường sắt, các tuyến kênh tưới ngăn cản lũ rõ rệt. Các công trình này được đưa vào trong mô hình mô phỏng.

2.3. Thiết lập mô hình

a) *Thiết lập mạng sông và lưới tính mô hình MIKE FLOOD:*



Hình 1: Mô hình Mike Flood thiết lập cho vùng hạ du lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ

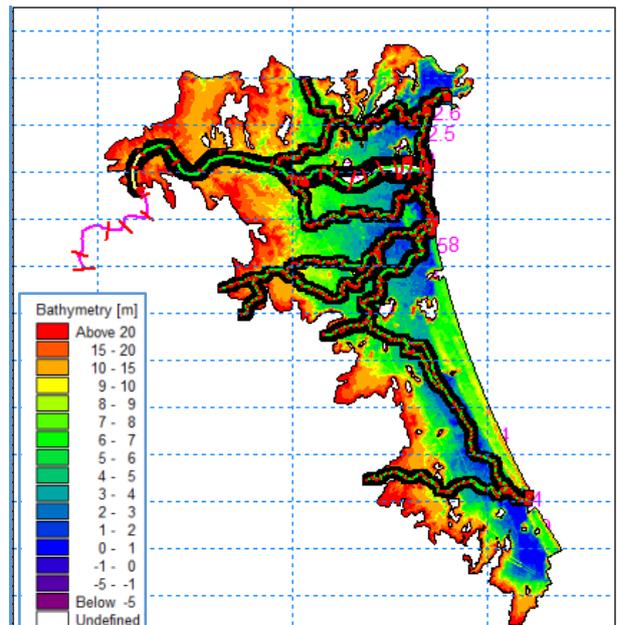
b) *Thiết lập các điều kiện biên cho mô hình:*

Mô hình gồm có các biên lưu lượng phía trên, các biên nhập lưu khu giữa và các biên mực nước phía dưới.

- *Các biên lưu lượng:* Các biên lưu lượng thực đo tại Sơn Giang sông Trà Khúc, tại An Chỉ sông Vệ; Các biên lưu lượng sông Trà

Trên cơ sở phân tích mạng sông và địa hình tự nhiên lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ, nghiên cứu thiết mô hình mô phỏng trong mô hình Mike Flood như Hình 1. Trong đó: Các sông chính được đưa vào mô hình Mike11 gồm 10 tuyến sông (Trà Khúc dài 53,96 km, sông Vệ dài 21,67 km, Trà Câu dài 22,51 km, sông Thoá dài 28,35 km, sông Kinh dài 10,55 km, Phúc Thọ dài 6,11 km, Lê Thủy dài 28 km, Phước Giang dài 30 km, Bàn Giang dài 24,69 km và sông Đá dài 4,78 km).

Miền lưới tính của mô hình Mike21 FM có tổng số 130.000 phần tử ô lưới phi cấu trúc. Kích thước trung bình mỗi cạnh ô lưới 100m, khu vực quan trọng kích thước cạnh ô lưới 30m.



Câu, sông Lê Thủy, sông Đá, sông Phước Giang không có trạm đo lưu lượng được tính toán từ mô hình thủy văn MIKE NAM (đã được hiệu chỉnh kiểm định đảm bảo sai số cho phép).

- *Các biên nhập lưu khu giữa:* sông Trà Khúc, từ trạm Sơn Giang đến cửa sông có 7 nhập lưu: (1) tại xã Sơn Nham cách đập Thạch

Nham 8,5 km về phía thượng lưu; (2) tại xã Sơn Hạ cách đập Thạch Nham 10 km về phía thượng lưu; (3) sông Giang cách đập Thạch Nham 2,6 km về phía hạ lưu; (4) sông Bằng Đàng cách đập Thạch Nham 5,4km về phía hạ lưu; (5) sông Phước cách đập Thạch Nham 9 km về phía hạ lưu; (6) sông An Mỹ Trại cách đập Thạch Nham 11,5 km về phía hạ lưu; (7) sông Tam Hàn cách đập Thạch Nham 14,4 km về phía hạ lưu. Lưu lượng các nhập lưu được tính toán từ mô hình thủy văn MIKE NAM.

- *Các biên mực nước*: biên mực nước tại các cửa sông đổ ra biển, gồm 4 cửa sông Trà Khúc, cửa sông Vệ, cửa sông Kinh và cửa sông Trà Câu. Các cửa sông không có số liệu đo mực nước nên trong nghiên cứu sử dụng mực nước triều dự tính từ các hằng số điều hòa thiên văn.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết hợp dữ liệu ảnh viễn thám để hiệu chỉnh, kiểm định nâng cao chính xác của mô hình mô phỏng

1. Thiết lập thông số nhám cho mô hình

Mỗi loại đối tượng thực tế trên bề mặt lưu vực (đối tượng công trình dân cư, thủy lợi, giao thông, đất trồng cây, đất trồng lúa, đất xây dựng...) được đặc trưng bởi một giá trị hệ số nhám khác nhau trong mô hình toán 2 chiều, biểu thị cho mức độ cản trở dòng chảy lũ tràn trên bề mặt lưu vực. Mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông Trà Khúc của một số nghiên cứu trước đây thường sử dụng hai phương pháp để xác định hệ số nhám cho mô hình: (1)-Hệ số nhám là hằng số trung bình cho toàn lưu vực hoặc (2)-Hệ số nhám phân bố dựa vào bản đồ sử dụng đất. Khu vực hạ du lưu vực sông Trà Khúc có kinh tế xã hội khá phát triển nên các đối tượng trên bề mặt lưu vực có sự biến động lớn theo không gian, do đó việc sử dụng hệ số nhám theo phương pháp (1) chưa thỏa đáng do không phản ánh đúng được điều kiện bề mặt lưu vực. Xác định hệ số nhám theo phương pháp (2) có ưu điểm hơn phương pháp (1) là

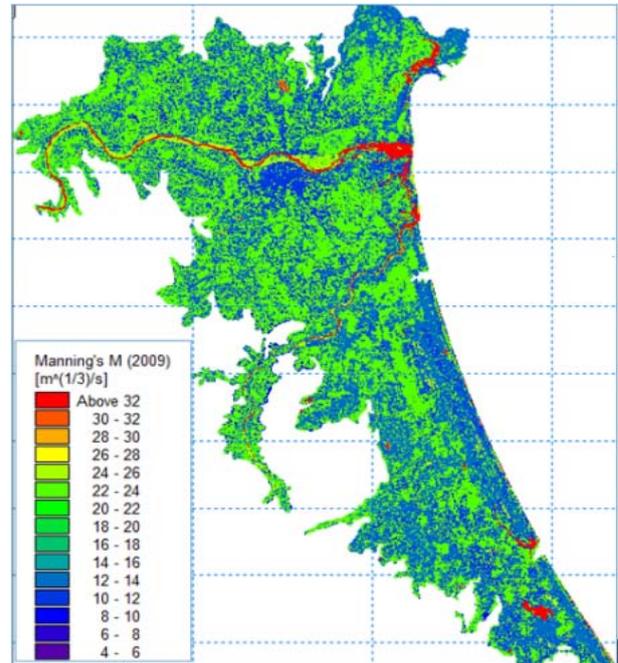
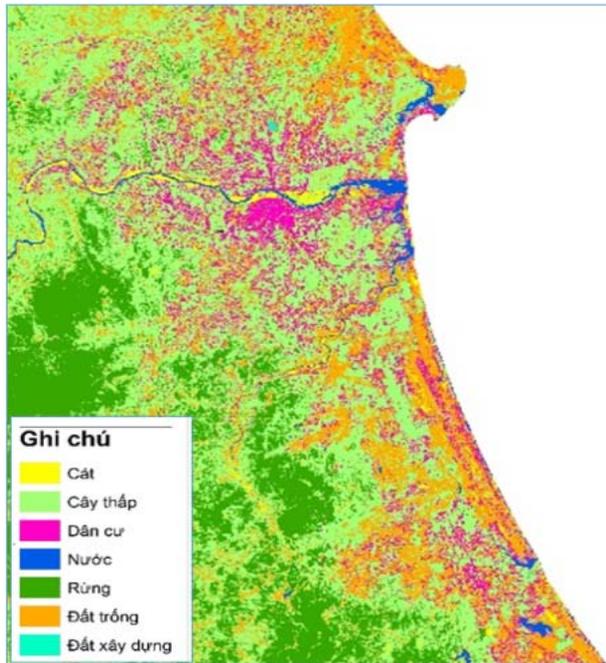
cho hệ số nhám phân bố biến đổi theo không gian lưu vực. Tuy nhiên hạn chế của phương pháp này là phụ thuộc hoàn toàn vào bản đồ hiện trạng sử dụng đất trên lưu vực; các bản đồ thường có mức độ chi tiết không cao (bản đồ tỷ lệ 1:25.000) nên hệ số nhám cũng đã bị trung bình hóa giữa các đối tượng; thời gian cập nhật bản đồ lâu (ít nhất 5 năm một lần) nên chưa phản ánh đúng được các đối tượng bề mặt lưu vực tại thời điểm trận lũ mô phỏng. Những hạn này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của mô phỏng.

Ứng dụng ảnh viễn thám để xác định hệ số nhám cho mô hình với các đối tượng trên bề mặt lưu vực có thể khắc phục được những hạn chế đối với số liệu đầu vào như phân tích ở trên. Nghiên cứu này xác định hệ số nhám bề mặt từ phân tích ảnh viễn Landsat độ phân giải 30m x 30m cho mô hình mô phỏng ngập lụt trên lưu vực. Mặt khác chu kỳ chụp lặp của ảnh Landsat là 16 ngày cho phép xác định được chính xác hệ số nhám tức thời gần sát với thời điểm xảy ra trận lũ cần tính toán mô phỏng từ đó nâng cao được độ chính xác của mô hình. Từ kết quả phân tích ảnh Landsat sẽ phân loại được các đối tượng cụ thể trên bề mặt lưu vực như Hình 2(a). Sau khi quy đổi giá trị hệ số nhám cho mỗi loại đối tượng cụ thể sẽ xác định được hệ số nhám phân bố theo không gian bề mặt lưu vực.

Dựa vào độ phân giải của ảnh viễn thám mỗi vùng ô lưới vuông kích thước 30m x 30m sẽ được gán một giá trị hệ số nhám. Giá trị hệ số nhám của các đối tượng trên bề mặt lưu vực trong mô phỏng thủy lực đã được rất nhiều các nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu và công bố, các tác giả nổi tiếng có thể kể đến như Chow VT., 1959]; Fazlul Karim, 2011; Connell Wagner, 2006; R. Lomulder, 2004]; Alexander Salmonsson, 2015. Nghiên cứu này trên cơ sở tham khảo các giá trị hệ số nhám của các tác giả đã công bố kết hợp với phân tích điều kiện bề mặt thực tế của lưu vực để sơ bộ lựa chọn được giá trị hệ số nhám làm đầu vào cho mô hình Mike Flood, hệ số nhám phân

bố thiết lập dưới dạng ô lưới 30m x 30m như Hình 2(b). Hệ số nhám này sẽ được điều chỉnh để tìm ra giá trị phù hợp nhất cho lưu vực thông qua

quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mô phỏng với một số trận lũ.



(a) Chiết tách lớp phủ từ ảnh Landsat

(b) Hệ số nhám quy đổi cho các đối tượng

Hình 2: Thiết lập thông số nhám mô hình từ kết quả phân tích ảnh viễn thám

2. Hiệu chỉnh mô hình

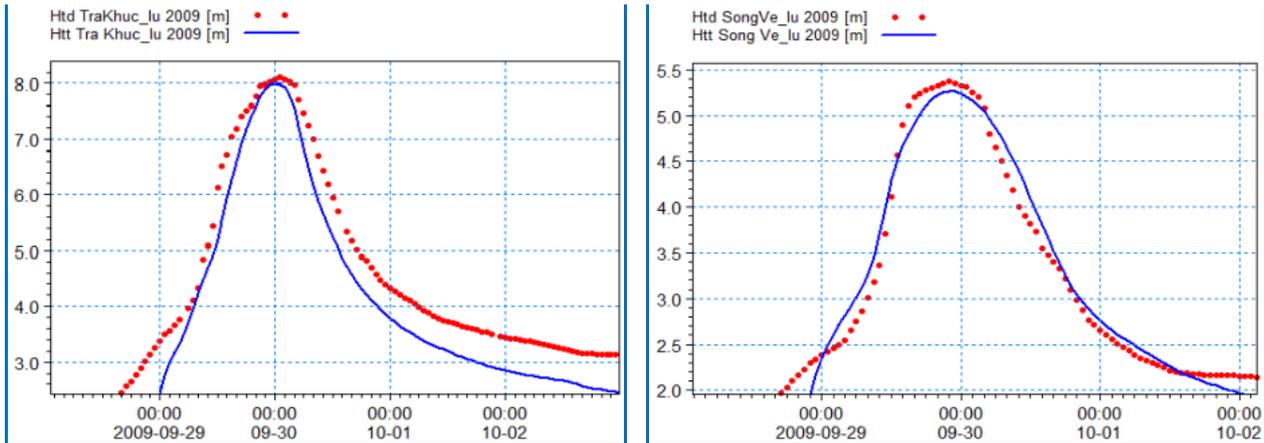
Mô hình được hiệu chỉnh với trận lũ năm 2009. Trận lũ năm 2009 là trận lũ lịch sử đặc biệt lớn trên cả sông Trà Khúc và sông Vệ: tại trạm Sơn Giang $Q_{max} = 11800 \text{ m}^3/\text{s}$, tại trạm Trà Khúc $H_{max} = 8.12 \text{ m}$ (trên báo động 3 là 1.62 m), tại trạm An Chỉ $Q_{max} = 2420 \text{ m}^3/\text{s}$, tại trạm Sông Vệ $H_{max} = 5.38 \text{ m}$ (trên báo động 3 là 0.88 m). Sử dụng tài liệu thực đo mực nước các trạm Trà Khúc, Sông Vệ, Trà Câu kết hợp với số liệu khảo sát của 57 vết lũ lịch sử trên lưu vực để hiệu chỉnh bộ thông số mô hình.

- Hiệu chỉnh mực nước tại các trạm đo:

Hiệu chỉnh mực nước tại các trạm đo cho kết quả tốt: Trên sông Trà Khúc tại trạm Trà Khúc, mực nước tính toán $H_{max} = 8.0\text{m}$ thấp hơn đỉnh lũ thực đo 0.12m; Trên sông Vệ tại trạm Sông Vệ, mực nước tính toán $H_{max} = 5.27\text{m}$ thấp hơn đỉnh lũ thực đo 0.11m (Hình 3). Chỉ số Nash đánh giá sai số hiệu chỉnh mô hình giữa kết quả tính toán và số liệu thực đo cho kết quả tốt: trạm Trà Khúc Nash = 0.93, trạm Sông Vệ Nash = 0.98 (Bảng 2).

Bảng 1: Bảng chỉ số Nash đánh giá sai số hiệu chỉnh mô hình

TT	Tên trạm	Tên sông	Hmax tính toán (m)	Hmax thực đo (m)	Sai số đỉnh (m)	Chỉ số Nash
1	Trà Khúc	Sông Trà Khúc	8.0	8.12	0.12	0.93
2	Sông Vệ	Sông Vệ	5.27	5.38	0.11	0.98



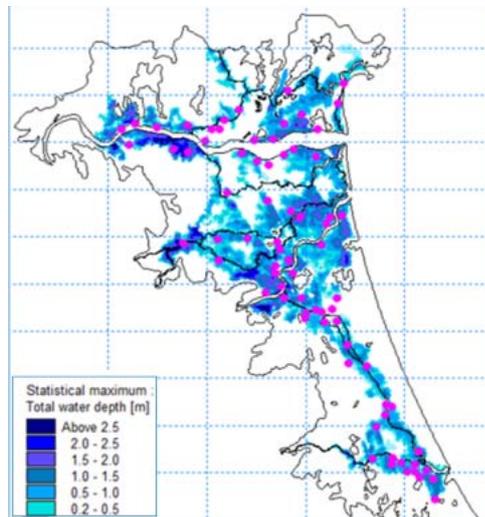
Hình 3: Hiệu chỉnh mực nước tại trạm Trà Khúc và Sông Vệ với trận lũ năm 2009

- Hiệu chỉnh với vết lũ điều tra:

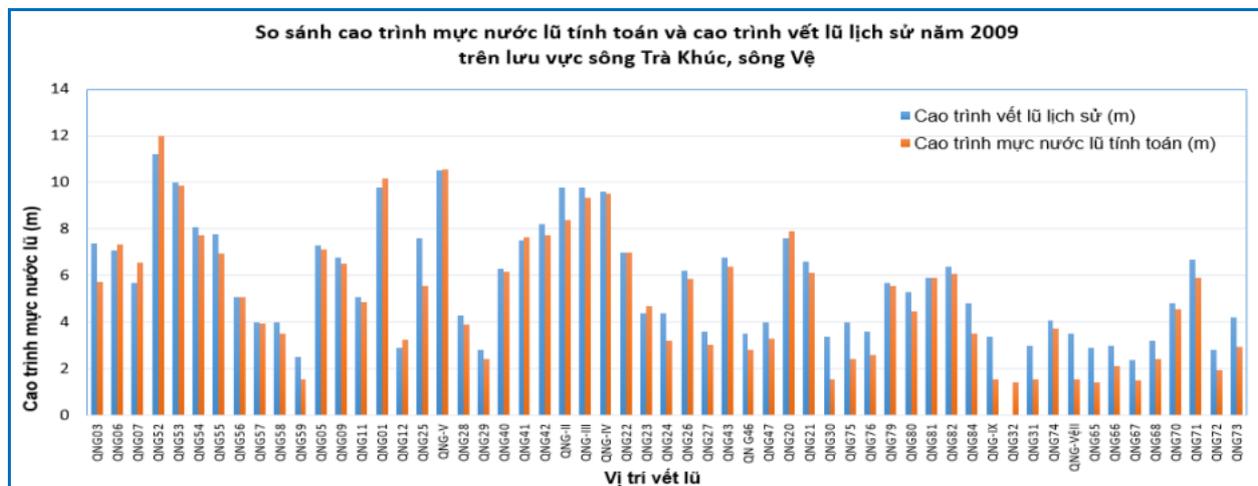
Hiệu chỉnh với số liệu điều tra vết lũ trên lưu vực cho kết quả tốt:

- Về phạm vi ngập: phạm vi ngập từ kết quả tính toán mô hình có sự tương đồng tốt với phạm vi của các vết lũ điều tra thu thập được trên lưu vực (Hình 4);

- Về cao trình mực nước lũ: so sánh cao trình mực nước lũ giữa kết quả tính toán và thực tế tại các điểm vết lũ điều tra cũng có sự phù hợp tốt. Sai số mực nước lũ trung bình khoảng 0.5-1.0m (Hình 5).



Hình 4: So sánh phạm vi ngập lụt trận lũ 2009 với các vết lũ điều tra trên lưu vực



Hình 5: So sánh hiệu chỉnh mực nước trận lũ 2009 với cao trình vết lũ điều tra

3. Kiểm định mô hình

Mô hình được kiểm định lại với trận lũ từ ngày 30/11/2016 - 04/12/2016. Đây là trận lũ lớn gây ngập lụt phía sông Vệ và sông Trà Câu, nhưng lũ không lớn trên sông Trà Khúc: tại trạm Sơn Giang $Q_{\max} = 2750 \text{ m}^3/\text{s}$, tại trạm Trà Khúc $H_{\max} = 5.45 \text{ m}$ (trên báo động 2 là 0.45 m), tại trạm An Chỉ $Q_{\max} = 1530 \text{ m}^3/\text{s}$, tại trạm Sông Vệ $H_{\max} = 5.18 \text{ m}$ (trên báo động 3 là 0.68 m). Sử dụng tài liệu thực đo mực nước các trạm Trà Khúc, Sông Vệ kết hợp so sánh với phạm vi vùng ngập chiết tách từ ảnh viễn

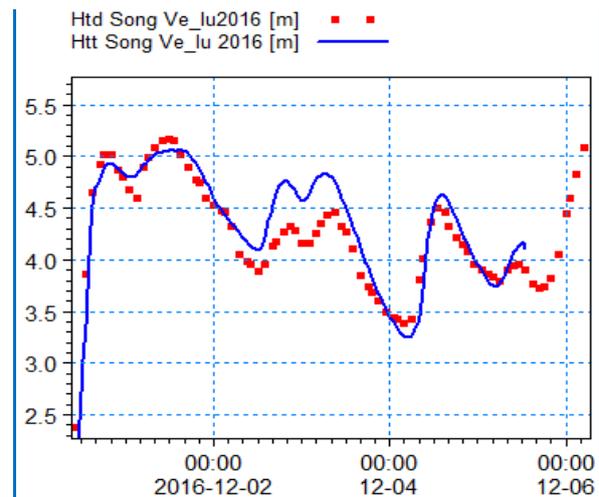
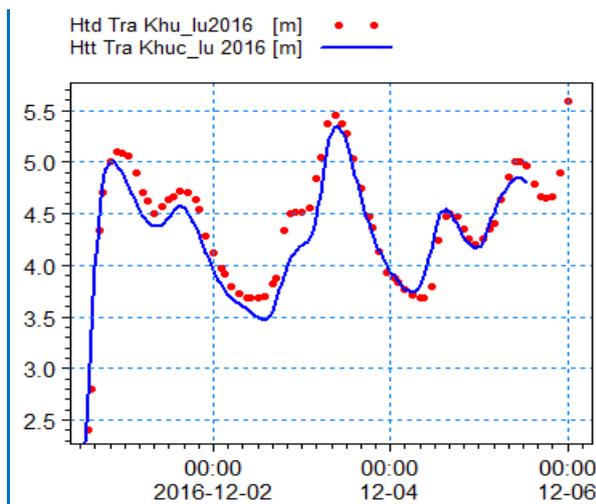
thám Sentinel để kiểm chứng mô hình.

- *Kiểm định mực nước tại các trạm đo:*

Kiểm định mực nước tại các trạm đo cho kết quả tốt: tại trạm Trà Khúc mực nước tính toán $H_{\max} = 5.34 \text{ m}$ thấp hơn đỉnh lũ thực đo 0.11 m; tại trạm Sông Vệ mực nước tính toán $H_{\max} = 5.06 \text{ m}$ thấp hơn đỉnh lũ thực đo 0.12 m (Hình 6). Chỉ số Nash đánh giá sai số kiểm định mô hình giữa kết quả tính toán và số liệu thực đo cho kết quả tốt: trạm Trà Khúc Nash = 0.89, trạm Sông Vệ Nash = 0.76 (Bảng 2).

Bảng 2: Bảng chỉ số Nash đánh giá sai số kiểm định mô hình

TT	Tên trạm	Tên sông	Hmax tính toán (m)	Hmax thực đo (m)	Sai số đỉnh (m)	Chỉ số Nash
1	Trà Khúc	Sông Trà Khúc	5.34	5.45	0.11	0.89
2	Sông Vệ	Sông Vệ	5.06	5.18	0.12	0.76

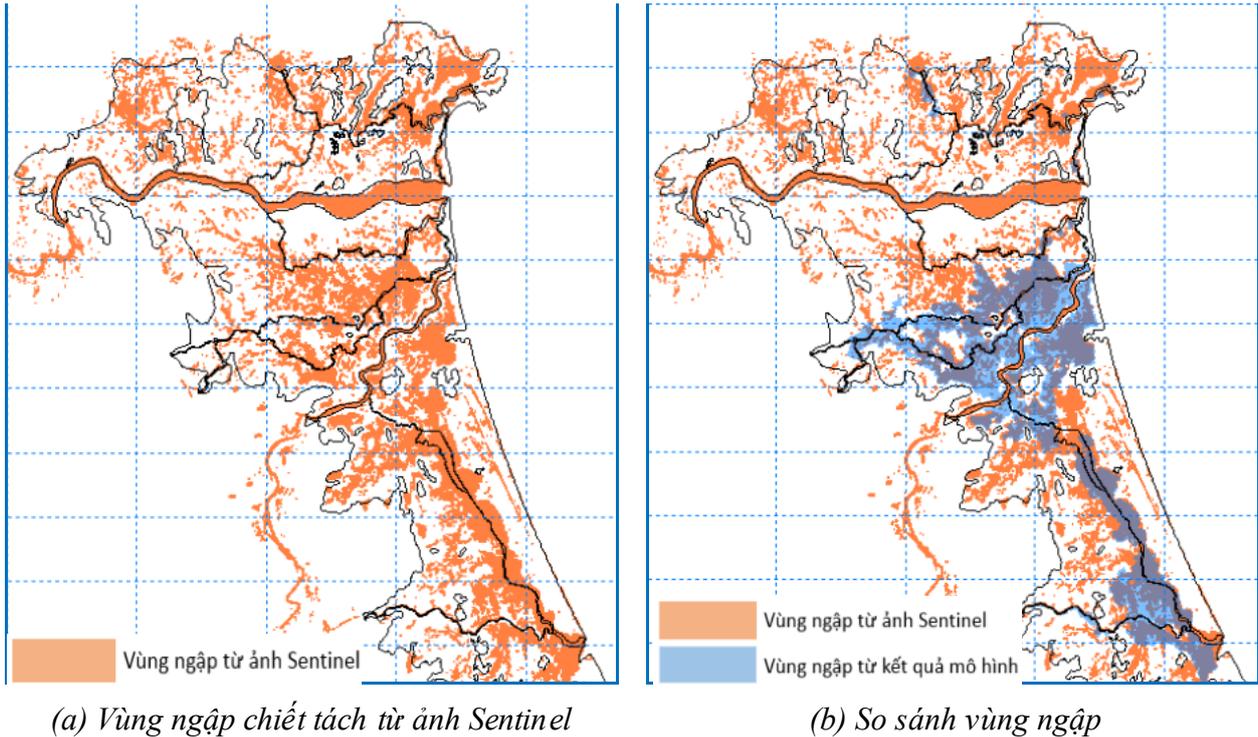


Hình 6: Kiểm định mực nước tại trạm Trà Khúc và Sông Vệ với trận lũ năm 2016

- *Kiểm định với phạm vi vùng ngập chiết tách từ ảnh viễn thám Sentinel*

Kết quả kiểm định mô hình với phạm vi ngập lụt chiết tách từ ảnh Sentinel thể hiện như Hình 7(b). Phạm vi ngập tính toán từ mô hình có sự tương đồng khá tốt đối với phạm vi ngập xác định từ ảnh Sentinel ở những khu vực địa hình thấp dọc các tuyến sông Vệ, Trà Câu,

Phước Giang, Bàu Giang, nhưng có sự khác biệt rất lớn về diện ngập ở các khu vực khác, đặc biệt là phía sông Trà Khúc. Điều này có thể lý giải như sau: Trên sông Trà Khúc mực nước lũ mới trên báo động 2 nên lũ chưa thể tràn bờ gây ngập lụt trên lưu vực được, các khu vực ngập xác định được trên ảnh vệ tinh là các khu có địa hình trũng thấp bị ngập úng cục bộ do mưa trực tiếp trên bề mặt.



Hình 7: So sánh phạm vi ngập lụt trận lũ 2016 với vùng ngập chiết tách từ ảnh Sentinel

- Bộ thông số nhám của mô hình Mike Flood: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình đã xác định được bộ thông số nhám phù hợp cho khu vực nghiên cứu. Đối với mô hình Mike11, hệ số nhám lòng sông trong khoảng 0.02 -

0.04. Đối với mô hình Mike21 FM, hệ số nhám bề mặt lưu vực trong khoảng 0.035 - 0.30 tùy thuộc vào từng loại đối tượng. Giá trị hệ số nhám cụ thể như Bảng 3.

Bảng 3: Bộ thông số nhám của mô hình Mike Flood phù hợp cho vùng nghiên cứu

Phân loại các lớp phủ đặc trưng trên lưu vực	Giá trị hệ số nhám (n)
Cát: nền cát ở các khu vực bãi sông, cửa sông	0.04
Cây thấp: khu vực cây trồng, lúa và hoa màu	0.04 - 0.05
Dân cư: khu dân cư nông thôn và thành thị (nhà cửa)	0.1 - 0.3
Nước: khu vực lòng sông chính	0.033
Rừng: khu vực rừng nguyên sinh và rừng tái sinh (cây cao)	0.12 - 0.2
Đất trống: khu vực cây bụi, cỏ (ít thực vật)	0.07 - 0.1
Đất xây dựng: khu vực đang san lấp xây dựng công trình	0.035

4. Nhận xét kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định cho kết quả tốt. Sai số về mực nước tại các trạm kiểm tra Trà Khúc và Sông Vệ đều chỉ nhỏ hơn khoảng 10 cm. Phạm vi ngập từ kết quả tính toán so với phân bố của các điểm điều tra

vết lũ có sự tương đồng tốt, mực nước tính toán so với cao trình vết lũ sai số trong khoảng 0.5 - 1.0 m trên phạm vi toàn lưu vực với 57 vết lũ là có thể chấp nhận được. Hệ số nhám phân bố của mô hình phù hợp với các kết quả đã công bố của các nghiên cứu trước đây. Như vậy với việc ứng dụng kết hợp ảnh viễn thám

làm đầu vào và số liệu kiểm chứng đã nâng cao được độ chính xác cho mô hình, bộ công cụ mô hình đã đảm bảo độ tin cậy và có thể sử dụng để tính toán mô phỏng cho các trận lũ khác trên lưu vực.

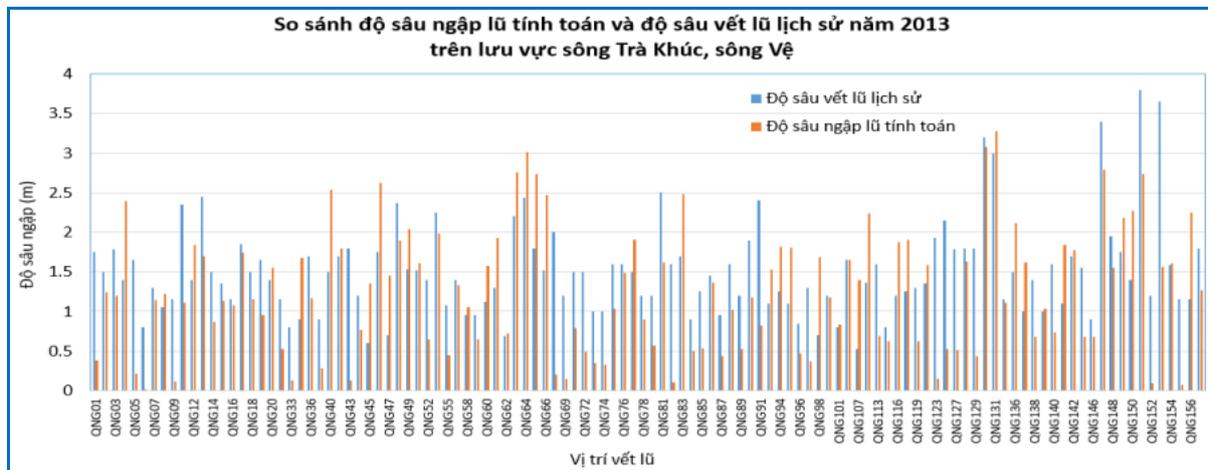
3.2. Mô phỏng ngập lụt trên lưu vực trong một số trận lũ lịch sử

Trận lũ lịch sử năm 2013

Trận lũ năm 2013 là trận lũ có lưu lượng lũ lớn nhất đã xảy ra trên cả sông Trà Khúc và sông Vệ: tại trạm Sơn Giang $Q_{\max} = 16400 \text{ m}^3/\text{s}$, tại trạm Trà Khúc $H_{\max} = 8.76 \text{ m}$ (trên báo động 3 là 2.26 m), tại trạm An Chỉ $Q_{\max} = 3770 \text{ m}^3/\text{s}$, tại trạm Sông Vệ $H_{\max} = 6.03 \text{ m}$ (trên báo động

3 là 1.53 m).

Nghiên cứu đã điều tra thu thập được 114 vết lũ (độ sâu ngập) trên phạm vi toàn lưu vực, độ sâu ngập phổ biến từ 0.5 - 1.5m, một số điểm ngập sâu trên 3m. Kết quả tính toán độ sâu ngập so với số liệu điều tra tại các vết lũ cho thấy có sai khác khá lớn, phổ biến trong khoảng 1.0 - 1.5m (Hình 8). Điều này có thể lý giải là do nguyên nhân: độ sâu ngập lũ tại các vết lũ điều tra là độ sâu ngập cục bộ với địa hình thực tế tại điểm vết lũ, trong khi đó độ sâu ngập lũ tính toán từ mô hình là độ sâu ngập trung bình của ô lưới tính với địa hình ô lưới đã trung bình hóa giữa các điểm địa hình.

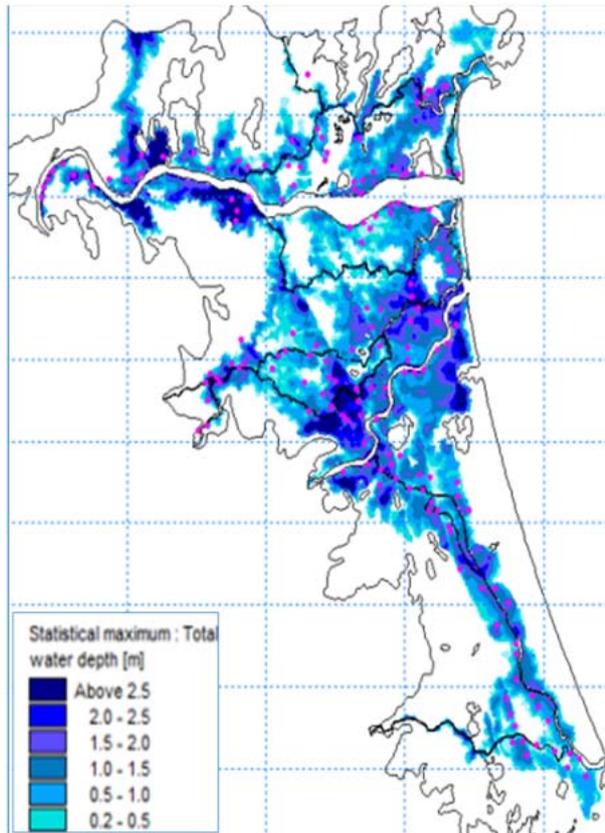


Hình 8: Độ sâu ngập tại 114 vết lũ điều tra trên lưu vực trong trận lũ 2013

Diện tích ngập và độ sâu ngập: Phạm vi ngập lụt từ kết quả mô hình có sự tương đồng tốt với phạm vi phân bố của các vết lũ lịch sử năm 2013 điều tra được trên lưu vực (Hình 9). Đạt được sự tương đồng này là do mô hình đã được hiệu chỉnh kiểm định tốt, nâng cao được độ chính xác nhờ kết hợp ảnh viễn thám để xác định hệ số nhám và diện tích ngập phù hợp cho mô hình. Kết quả phân tích đã xác định được tổng diện tích ngập lụt trên lưu vực trong trận lũ lịch sử năm 2013 là 32030 ha, trong đó những khu vực bị ngập sâu từ 0.5 - 1.0 m chiếm diện tích nhiều nhất là 9266 ha, khu vực ngập sâu trên 2m chiếm diện tích 4439 ha, đặc biệt khu vực ngập sâu trên 3m cũng chiếm tới diện tích 864 ha (Bảng 4).

Bảng 4: Thông kê diện tích ngập lụt trong trận lũ lịch sử năm 2013

Độ sâu ngập (m)	Diện tích ngập tương ứng độ sâu ngập (ha)
< 0.2	1275
0.2 - 0.5	5043
0.5 - 1.0	9266
1.0 - 1.5	7441
1.5 - 2.0	4566
2.0 - 2.5	2438
2.5 - 3.0	1137
> 3.0	864
Tổng diện tích ngập (ha)	32030



Hình 9: So sánh phạm vi ngập lụt trận lũ 2013 với các vết lũ điều tra trên lưu vực

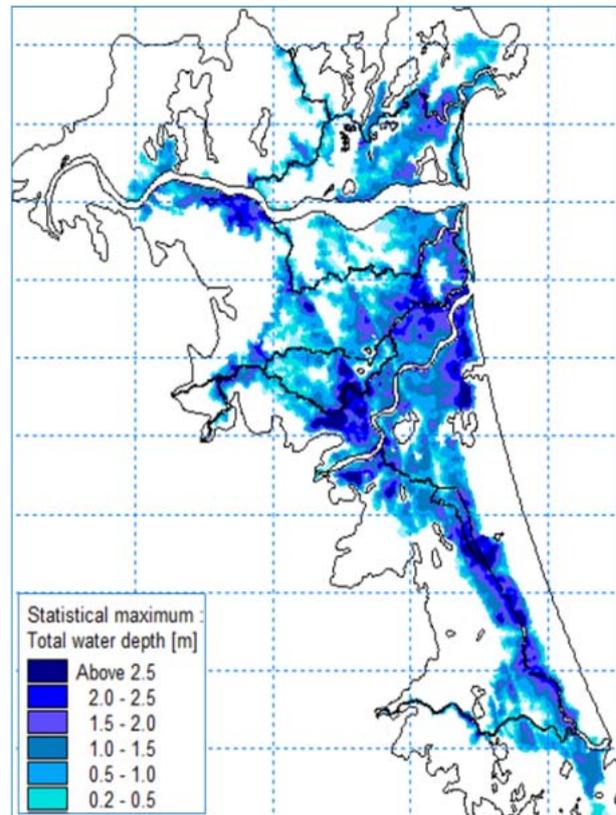
5. Trận lũ lịch sử năm 1999

Trận lũ năm 1999 cũng là trận lũ lớn trên cả sông Trà Khúc và sông Vệ: tại trạm Sơn Giang $Q_{\max} = 10700 \text{ m}^3/\text{s}$, tại trạm Trà Khúc $H_{\max} = 8.36 \text{ m}$ (trên báo động 3 là 1.86 m), tại trạm An Chỉ $Q_{\max} = 3500 \text{ m}^3/\text{s}$, tại trạm Sông Vệ $H_{\max} = 6.03 \text{ m}$ (trên báo động 3 là 1.53 m).

Diện tích ngập và độ sâu ngập: Tổng diện tích ngập lụt trên lưu vực trong trận lũ lịch sử năm 1999 là 29498 ha, trong đó những khu vực bị ngập sâu từ 0.5 - 1.0 m chiếm diện tích nhiều nhất là 7960 ha, khu vực ngập sâu trên 2m chiếm diện tích 4120 ha, khu vực ngập sâu trên 3m chiếm diện tích 364 ha (Bảng 5, Hình 10). Như vậy trận lũ năm 2009 cũng gây ngập lụt diện rộng nhưng phạm vi và mức độ ngập vẫn ít hơn trận lũ năm 2013.

Bảng 5: Thống kê diện tích ngập lụt trong trận lũ lịch sử năm 1999

Độ sâu ngập (m)	Diện tích ngập tương ứng độ sâu ngập (ha)
< 0.2	1484
0.2 - 0.5	4604
0.5 - 1.0	7960
1.0 - 1.5	6779
1.5 - 2.0	4553
2.0 - 2.5	2732
2.5 - 3.0	1024
> 3.0	364
Tổng diện tích ngập (ha)	29498



Hình 10: Độ sâu ngập lụt lưu vực trong trận lũ lịch sử năm 1999

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã ứng dụng được ảnh viễn thám kết hợp với mô hình mô phỏng để nâng cao độ chính xác của mô hình Mike Flood tính toán

ngập lụt cho vùng hạ du lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ. Kết quả nghiên cứu đã xác định được hệ số nhám bề mặt lưu vực trong khoảng 0.035 - 0.30 tùy thuộc vào từng loại đối tượng, đây là dữ liệu đầu vào rất quan trọng cho mô hình Mike Flood. Mô hình được kiểm chứng cho kết quả khá tốt, phù hợp với dữ liệu các vết lũ điều tra trên lưu vực cũng như phạm vi ngập lụt chiết tách từ ảnh viễn thám. Phương pháp kết hợp ảnh viễn thám nâng cao độ chính xác cho mô hình ngập lụt lần đầu tiên áp dụng cho lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi bước đầu đã cho kết quả tốt, đây là cơ sở khoa học quan trọng để ứng dụng mở rộng nghiên cứu cho các lưu vực sông khác trên cả nước.

Hệ số nhám của mô hình xác định từ kết quả phân tích ảnh viễn thám có nhiều ưu điểm so với những phương pháp trước đây: phản ánh khách quan và cập nhật kịp thời được những biến động của các đối tượng trên bề mặt lưu vực; số liệu có độ phân giải không gian khá chi tiết để phục vụ nghiên cứu. Kết quả phân tích ảnh viễn thám cung cấp nguồn dữ liệu

quan trắc khách quan về diện ngập trên lưu vực. Tuy nhiên, cần lưu ý phân biệt ngập lụt do lũ sông và ngập úng do mưa nội đồng khi sử dụng kết quả phân tích diện ngập lụt từ ảnh viễn thám.

Phương pháp mô hình toán mô phỏng và phương pháp phân tích ảnh viễn thám trong nghiên cứu ngập lụt lưu vực đều có những điểm mạnh và những điểm còn hạn chế, do đó kết hợp giữa hai phương pháp với nhau, bổ trợ cho nhau để nâng cao độ chính xác của mô hình mô phỏng là một hướng nghiên cứu đúng đắn cần phát huy nhân rộng.

Lời cảm ơn: Bài báo này là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu cấp Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn: “*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*”, chủ nhiệm PGS.TS Nguyễn Thanh Hùng - Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Chu Hải Tùng, Đặng Trường Giang, Phạm Văn Mạnh, Nguyễn Minh Ngọc (2008). *Ứng dụng kết hợp ảnh vệ tinh radar và quang học để thành lập một số thông tin về lớp phủ mặt đất*. Đặc san của Trung tâm Viễn thám quốc gia - Bộ Tài nguyên và Môi trường, số 5 tháng 12 - 2008, tr.1 - 14.
- [2] Đặng Văn Bào, Đào Đình Bắc, Nguyễn Quang Mỹ, Vũ Văn Phái, Nguyễn Hiệu (2002). *Bản đồ cảnh báo lũ lụt vùng đồng bằng ven biển Trung Bộ Việt Nam*. Tạp chí Khoa học ĐHQG HN, 2002. KHTN & CN, T.XVIII, N0 2, tr.17 - 25.
- [3] Đình Ngọc Đạt. *Báo cáo ứng dụng địa không gian đánh giá nhanh về mưa lũ*. Hà Nội, 2015.
- [4] Lê Thị Bích Liên. *Ứng dụng ảnh vệ tinh MODIS giám sát lũ Đồng Bằng Sông Cửu Long*. Luận văn tốt nghiệp đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh, 2012.
- [5] Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Thanh Hùng, Vũ Đình Cường, Nguyễn Thu Huyền, Phạm Quang Sơn, Đặng Hoàng Thanh. *Nghiên cứu thành lập bản đồ ngập lụt từ ảnh viễn thám radar áp dụng cho hạ du lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ, tỉnh Quảng Ngãi*. (Đã gửi và đang chờ chấp nhận đăng ở tạp chí Tạp chí khoa học và kỹ thuật Thủy Lợi và Môi trường).

- [6] Phạm Văn Chiến và nnk. *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, 2013.
- [7] Viện Địa lý, Viện hàn lâm KH&CN VN. *Nghiên cứu quy hoạch phòng chống và tiêu thoát lũ sông Trà Khúc và sông Vệ, tỉnh Quảng Ngãi*. Hà Nội, 2010.
- [8] Alexander Salmonsson. *MIKE 21 FM in Urban Flood Risk Analysis*. Master of Science Thesis, 2015.
- [9] Bofu Yu. *Báo cáo Thủy văn và Hình thái địa hình bồi tích các sông Trà Bồng, Trà Khúc và Sông Vệ tại Quảng Ngãi, Việt Nam*. Dự án Giảm nhẹ thiên tai Quảng Ngãi do Australia tài trợ. Quảng Ngãi, 2003.
- [10] Chow VT. *Open Channel Hydraulics*. 1959.
- [11] Connell Wagner. *Tully-Murray Rivers Flood Study Calibration Phase Report*. 2006.
- [12] Fazlul Karim, Anne Kinsey-Hendersona, Jim Wallacea, Angela H. Arthingtonb and Richard G.Pearsonc. *Modelling wetland connectivity during overbank flooding in a tropical floodplain in north Queensland, Australia*.
- [13] Kebede Bishaw. *Application of GIS and Remote Sensing Techniques for Flood Hazard and Risk Assessment: The Case of Dugeda Bora Woreda of Oromiya Regional State, Ethiopia*. Paper for the 2012 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change.
- [14] Lomulder, R. *Appropriate modelling: Application of Sobek 1D2D for dike break and overtopping at the Elbe*. Universiteit Twente, 2004.