

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT CHO KHU VỰC SÔNG BÙI TRONG TRẬN LŨ LỊCH SỬ 2018

Nguyễn Thế Toàn¹, Trần Kim Châu², Dương Thanh Tâm², Nguyễn Hà Linh³

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt từ ảnh viễn thám chủ động Sentinel 1. Dựa trên nguyên lý so sánh 2 ảnh viễn thám trước khi ngập và khi đang ngập, nghiên cứu tiến hành xác định vùng ngập cho khu vực sông Bùi ứng với trận lũ lịch sử tháng 7 năm 2018. Nghiên cứu đã đưa ra phương pháp mới để đánh giá mức độ ngập lụt một cách nhanh chóng, miễn phí, không phụ thuộc vào các điều kiện thời tiết. Với độ phân giải chi tiết, kết quả của phương pháp khá phù hợp với tình hình thực tế trên khu vực nghiên cứu. Các huyện Chương Mỹ và Quốc Oai có mức độ ngập lụt lớn nhất với mức độ ngập lần lượt là 12.94 và 11.1 km².

Từ khóa: Sentinel 1, bản đồ ngập lụt, Sông Bùi.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, bản đồ ngập lụt ngày càng trở thành một công cụ hữu hiệu trong vấn đề đánh giá tác động của lũ lụt với người dân. Với bản đồ ngập lụt đưa cho chúng ta một cái nhìn trực quan về phạm vi và mức độ ngập. Hiện nay có nhiều phương pháp để xây dựng bản đồ ngập lụt. Phương pháp phổ biến nhất hiện nay đang được áp dụng ở Việt Nam là sử dụng kết hợp giữa mô hình thủy lực và các công cụ GIS. Phương pháp này được thực hiện cách đây hơn một thập kỷ từ việc sử dụng các mô hình một chiều ví dụ như Đặng và nnk (2015) hay Nguyễn và nnk (2014). Trong những năm gần đây các mô hình 1 và 2 chiều kết hợp dần được sử dụng để thay thế để nâng cao độ chính xác của các kết quả mô phỏng. Có thể kể đến như Đỗ và nnk (2018) xây dựng bản đồ ngập lụt cho hệ thống sông Kone - Hà Thanh bằng mô hình 2 chiều. Sử dụng phương pháp này đẹp lại kết quả tốt đồng thời cũng sẽ có tính linh động trong việc tính toán các kịch bản. Tuy nhiên, nó cũng vẫn còn nhiều hạn chế. Một trong những yêu cầu cao của phương pháp này lượng số liệu đầu vào cho mô hình, đòi hỏi mất thời gian và công sức để khảo sát ngoài thực địa,

thu thập và chỉnh lý số liệu. Để sử dụng phương pháp này cần có chuyên gia có kinh nghiệm để kiểm định và hiệu chỉnh mô hình phù hợp. Đặc biệt, trong những vùng ngập úng do mưa nội đồng thì mô hình thủy lực hiện tại chưa giải quyết được một cách triệt để

Ngày nay, với sự phát triển của công nghệ ảnh viễn thám đã mở ra một hướng mới trong việc thu thập, phân tích dữ liệu. Ảnh viễn thám có khả năng thu thập trên một phạm vi rộng và trong khoảng thời gian dài với tần suất lặp lại lớn. Với nguồn ảnh miễn phí được cung cấp đây sẽ là một nguồn tài nguyên to lớn. Phương pháp sử dụng ảnh viễn thám cũng đã được nhiều tác giả trong và ngoài nước ứng dụng trong lĩnh vực xác định phạm vi ngập lụt. Alesheikh (2007) đã xác định đường bờ biển dựa trên việc tính toán ra ngưỡng khác biệt giữa mức độ phản xạ ở dải Green và các dải NIR, MIR. Tuy nhiên việc sử dụng các ảnh quang học sẽ không thực hiện được nếu trời bị bao phủ mây, đặc biệt trong những thời điểm mưa to. Vấn đề này đã được Trần (2017) khắc phục khi sử dụng ảnh viễn thám, loại ảnh mà các thông tin thu nhận được không bị hạn chế bởi mây. Đây là cách tiếp cận phù hợp, tuy nhiên cách tiếp cận này chưa phân biệt những vùng nước tĩnh sẵn có (sông, hồ) và những vùng đất bị ngập nước. Trong nghiên cứu này, các tác giả cũng sử dụng ảnh viễn thám chủ động để tính toán nhằm loại bỏ ảnh hưởng của

¹ Phòng Khoa học công nghệ - Đại học Thủy lợi

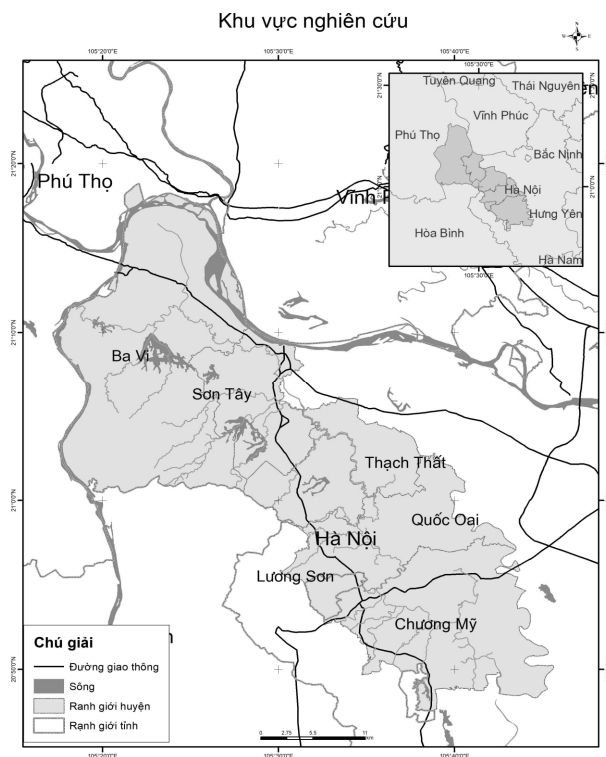
² Khoa Thủy Văn & Tài Nguyên Nước - Đại học Thủy lợi

³ Khoa Môi Trường, Trường Đại học Tài nguyên Môi trường Hà Nội

mây, Bên cạnh đó, nghiên cứu so sánh sự khác biệt giữa bức ảnh lúc ngập và lúc chưa ngập nhằm phân biệt những vùng bị ngập do mưa và những vùng thường xuyên có nước.

2. GIỚI THIỆU VỀ VÙNG NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn là khu vực Sông Bùi bao gồm cả các phụ lưu chảy qua các huyện, Ba Vi, Sơn Tây, Thạch Thất, Quốc Oai, Chương Mỹ và một phần nhỏ huyện Lương Sơn. Sông Bùi bắt nguồn từ huyện Lương Sơn tỉnh Hòa Bình, có chiều dài khoảng 40km, đoạn thượng lưu dài 20km Đầu tiên sông chảy theo hướng Tây Bắc – Đông Nam, khi đến xã Tân Vinh thì nhập với suối Bu (bắt nguồn từ xã Trường Sơn), dòng sông đổi hướng chảy quanh co, uốn khúc theo hướng Tây – Đông cho đến hết địa phận huyện. và cuối cùng nhập vào sông Đáy tại Ba Thá. Sông Bùi mang tính chất một con sông già, thung lũng rộng, đáy bằng, độ dốc nhỏ, có khả năng tích nước.



Hình 1. Vị trí khu vực sông Bùi

Về đặc trưng khí tượng, thủy văn đây là khu vực có lượng mưa lớn kết hợp với địa hình dốc

dẫn đến nước tập trung nhanh về vùng hạ du gây ngập úng lớn. Diễn hình trận lũ năm 2018, theo số liệu quan trắc mưa từ Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương tổng lượng mưa từ ngày 14-22/7 trên khu vực khoảng 597mm làm cho mực nước trên sông Bùi tại Yên Duyệt trong lên mức 7.36m, gây ngập úng cho khoảng 2.200ha thuộc các xã Hoàng Văn Thụ, Nam Phương Tiến, Tân Tiến.

3. CÔNG CỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Công cụ tính toán

Sentinel là tên của một loạt các vệ tinh quan sát trái đất thuộc Chương trình Copernicus của Cơ quan Không gian Châu Âu (ESA). Các vệ tinh được đặt tên từ Sentinel-1 tới Sentinel-6 có các thiết bị thu nhận quan sát đất liền, đại dương và khí quyển. Sentinel-1A là vệ tinh đầu tiên trong loạt các vệ tinh thuộc chương trình Copernicus, đã được lên quỹ đạo ngày 3/4/2014; còn Sentinel-1B – đã được phóng ngày 26/4/2014. Sentinel-1 có nhiệm vụ cung cấp ảnh vệ tinh liên tục mọi thời tiết, cả ngày và đêm. Vệ tinh Sentinel-1 cung cấp độ tin cậy cao, cải thiện thời gian xem lại, độ bao phủ địa lý và phổ biến dữ liệu nhanh chóng để hỗ trợ các ứng dụng hoạt động trong lĩnh vực ưu tiên giám sát biển, giám sát đất liền. Đây là tư liệu viễn thám mới và có độ phân giải không gian chi tiết 10m. Đặc điểm tư liệu viễn thám siêu cao tần cho phép xác định được đặc tính bề mặt của đối tượng, độ ẩm, độ dẫn điện... dựa vào năng lượng phản xạ ngược thu nhận được tại đầu dò.



Hình 2. Vệ tinh sentinel 1A

Trong nghiên cứu này dữ liệu sử dụng được liệt kê trong bảng dưới đây

Bảng 1. Dữ liệu ảnh thu thập phục vụ nghiên cứu

STT	Khu vực	Tên ảnh	Thời điểm chụp	Ghi chú
1	Sông	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180710T225045_20180710T225110_022738_0276E0_0B91	10/07/2018	Trước khi ngập
2	Bù	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180722T225046_20180722T225111_022913_027C51_6953	22/07/2018	Đang ngập

3.2. Sơ đồ tiếp cận tính toán

Nguyên tắc của ảnh viễn thám Sentinel một là sử dụng nguyên lý tán xạ ngược. Vệ tinh sẽ phát tín hiệu đến các đối tượng và thu nhận lại các tín hiệu phản xạ từ các đối tượng. Ứng với các đối tượng có bề mặt gồ ghề khác nhau, mức độ tán xạ ngược sẽ khác nhau. Đối với mặt tiếp xúc càng gồ ghề thì mức độ phản xạ càng lớn, do trong ảnh viễn thám sẽ thể hiện màu càng sáng. Đối với mặt nước có bề mặt phẳng nhẵn với mức độ phản xạ rất nhỏ do vậy trong ảnh viễn thám những khu vực này sẽ có màu tối. Tuy nhiên một số khu vực bị khuất, một hoặc một số bề mặt có tính chất đặc biệt cũng được thể hiện bằng các màu tối. Do vậy 2 bức ảnh khu vực nghiên cứu lúc ngập và chưa ngập được so sánh với nhau để tìm ra sự khác biệt. Những vùng bị ngập là những vùng có sự khác biệt rõ rệt ở mức độ tán xạ ngược.

Nghiên cứu được tiến hành dựa trên sơ đồ khối như hình dưới đây. Trong bước đầu tiên, 2 ảnh viễn thám được lựa chọn để tính toán nên có thời gian chụp gần nhau để đảm bảo độ phản xạ ngược của các đối tượng bề mặt trong 2 bức ảnh tương đối đồng nhất. Ảnh viễn thám sau khi được thu thập về được cất tập trung vào khu vực nghiên cứu nhằm tăng tốc độ tính toán của ảnh.

Trong bước tiếp theo, giá trị ở mỗi điểm ảnh được hiệu chỉnh. Do ảnh Sentinel mức độ 1 chưa được mặc định hiệu chỉnh. Mục tiêu của hiệu chỉnh SAR là cung cấp cung cấp giá trị phản xạ ngược σ^0 từ giá trị DN thu nhận được ở đầu do cho từng pixel.

Việc nắn chỉnh ảnh cho đúng hệ quy được tiến hành trong bước thứ 3. Trong bước này, một số ảnh hưởng của địa hình và độ nghiêng của cảm biến vệ tinh, dẫn đến sự biến dạng trong các hình

ảnh chỉnh sửa địa hình nhằm bù đắp cho những biến dạng này để việc biểu diễn hình học của hình ảnh sẽ càng gần với thế giới thực hơn.

Sau khi tiến hành nắn chỉnh ảnh, 2 bức ảnh khi ngập và trước khi ngập đường tổng hợp so sánh từng vị trí để xem xét sự khác biệt. Như đã miêu tả ở trên, những khu vực bị ngập lụt mức độ phản xạ ngược sẽ giảm đi rất nhiều so với trước khi ngập. Dựa trên sự khác biệt giữa 2 thời điểm, một ngưỡng khác biệt được xác định để phân biệt những vùng bị ngập nước.



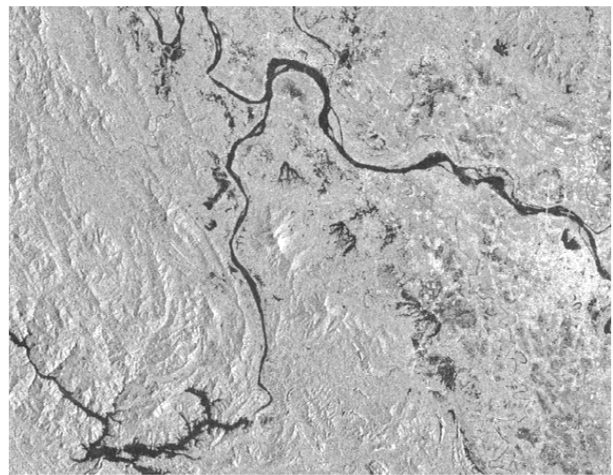
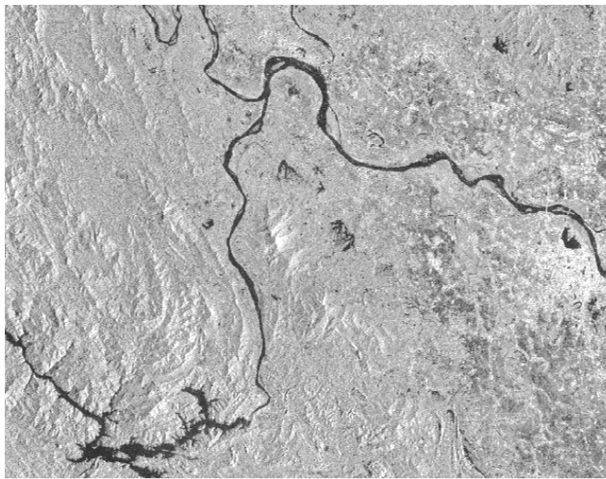
Hình 3. Sơ đồ tiếp cận

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hai ảnh viễn thám khu vực sông Bù trước và trong khi ngập nặng trong tháng 7 năm 2018 được thể hiện như trong hình dưới đây. Hình bên trái

thể hiện thời điểm trước trận lũ lịch sử, trong khi hình bên phải thể hiện thời điểm ngập lụt lớn trong trận lũ. Có thể nhìn thấy ở hình ảnh ngày 28 tháng 7 có nhiều vùng đen hơn so với bức ảnh

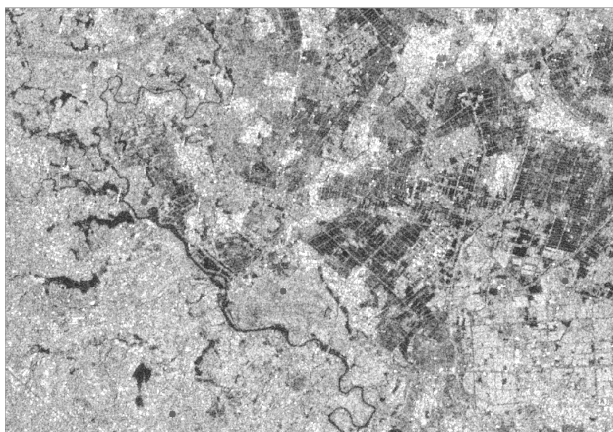
ngày 10 tháng 7. Nguyên nhân là do những vùng ngập nước sẽ làm giảm độ phản xạ ngược tại khu vực đó làm cho vùng bị đen nhiều hơn.



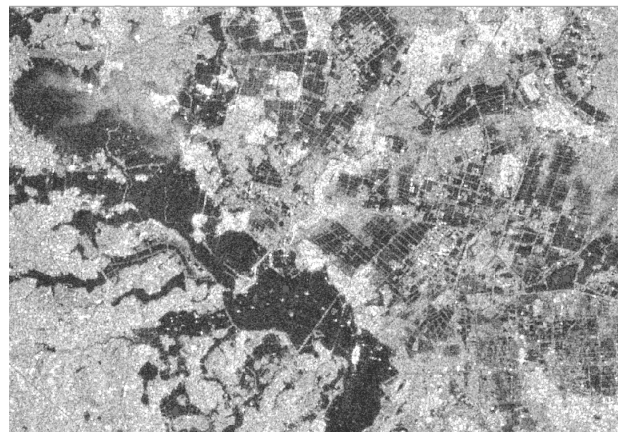
Hình 4. Hình ảnh khu vực Sông Bùi trước và trong trận lũ lịch sử

Tiến hành tính toán sự khác biệt của các bức ảnh để tiến hành xác định ngưỡng phân biệt. Bằng phương pháp chọn mẫu, 200 vị trí đại diện được chọn phân bố đều trên khu vực để xác định ngưỡng khác biệt. Hình 5 thể hiện 1 ví dụ chi tiết một khu vực nhỏ với hình phía trái (5a) là

hình chưa ngập và hình phía phải 5b là hình đã ngập. Các vị trí đặc trưng được thể hiện bằng các điểm đỏ. Dựa trên giá trị các điểm này, giá trị ngưỡng khác biệt dB được lựa chọn trong hợp này là $\Delta_{dB} = -6$. Trong đó $dB = 10 \cdot \log(\sigma^0)$.



a



b

Hình 5. Hình ảnh nước ngập sát bờ đê ngoài thực tế và trong tính toán

Thực tế nhiều đoạn đê Tả Bùi đã ở mức báo động. Thành phố Hà Nội phải dùng bao cát để bảo vệ một số đoạn đê tả Bùi như hình 6a. Dựa vào điều kiện thực tế đó, giá trị ngưỡng được xác lập để mức khu vực ngập lụt bị giới hạn bởi tuyến đê như hình 6b. Trong hình 6b vùng màu

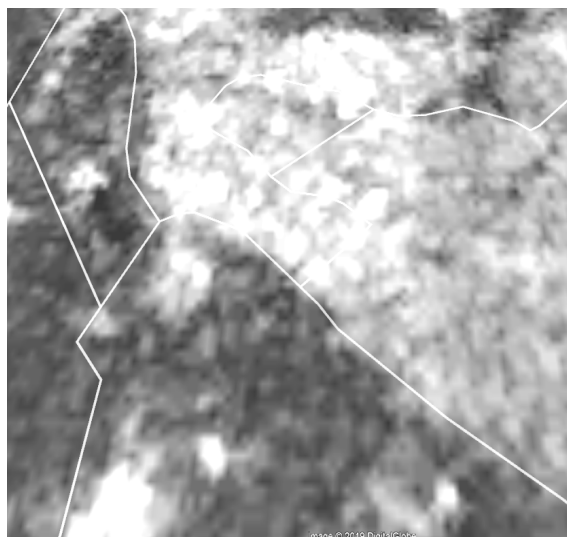
đỏ thể hiện vùng bị ngập. Vùng này bám sát với tuyến đê (đường màu trắng) trong hình. Kết quả vùng ngập cũng được kiểm tra tại một số vị trí khác cho thấy vùng ngập có hình dạng khá hợp lý với thực tế. Hình 7 thể hiện hình ảnh một khu vực bị ngập trong thực tế. Nhận thấy vùng bị

ngập có hình dạng tương đồng với thực tế khi bám sát với bờ ruộng. Tuyến đường cắt chéo

phía dưới góc phải trong tính toán cũng không bị ngập.



a

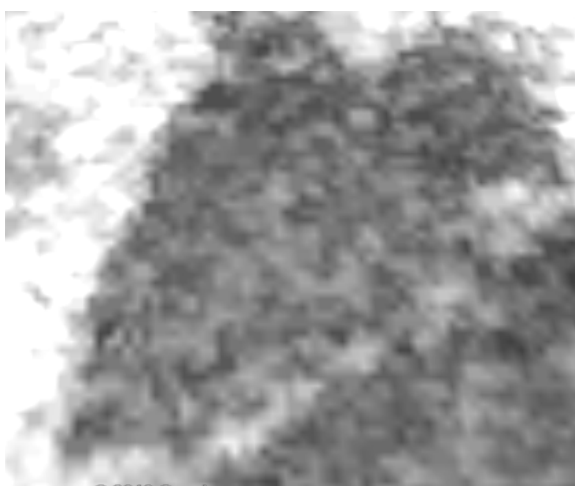


b

Hình 6. Hình ảnh nước ngập sát bờ đê ngoài thực tế và trong tính toán



a



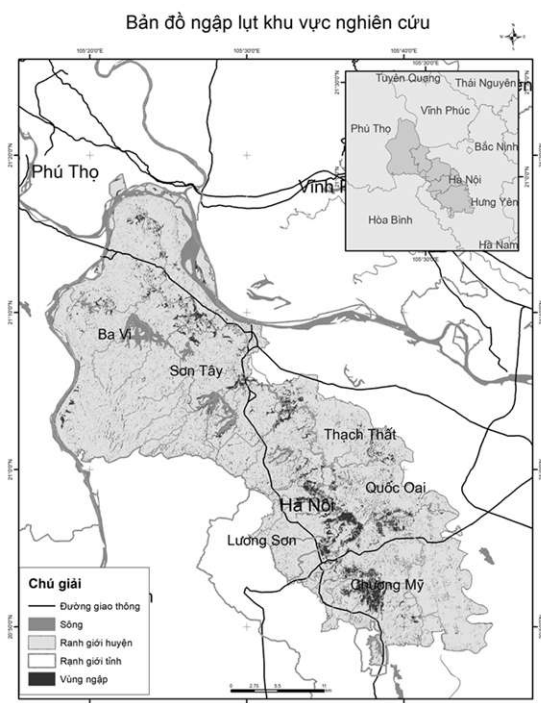
b

Hình 7. Hình ảnh vùng ngập khớp với thực tế

Bản đồ ngập lụt được thể hiện như hình 8. Với cách làm trên những khu vực ngập lụt được xác định sẽ không bao gồm những vùng ngập nước thường xuyên như ao hồ sông suối. Đây là một ưu điểm nổi bật của phương pháp, do vậy khi tính toán diện tích ngập lụt sẽ cho con số sát với thực tế hơn. Bên cạnh đó, những khu vực ngập úng do mưa nội đồng cũng được thể hiện (các vùng đỏ nằm cách xa các con sông). Đây chính là lợi thế của phương pháp được sử dụng so với phương pháp mô hình toán.

Bên cạnh việc xác định vùng ngập, nghiên cứu

còn tiến hành tính toán diện tích ngập ứng với các đơn vị hành chính. Đây là thông tin sơ bộ nhưng rất hữu ích trong việc đánh giá thiệt hại ở giai đoạn ban đầu. Kết quả tính toán các xã ngập được thể hiện như bảng 2. Kết quả của nghiên cứu cho thấy các huyện Chương Mỹ và Quốc Oai có mức độ ngập lớn nhất. Điều này cũng phù hợp với thực tế khi khu vực này có địa hình tương đối thấp, trong khi đó đê hữu sông Bùi đã bị tràn. Vùng ngập tính toán cũng chủ yếu nằm phía hữu sông Bùi huyện Lương Sơn, mặc dù nằm khá xa sông Bùi tuy nhiên cũng bị ảnh hưởng do ngập lụt.



Hình 8. Bản đồ ngập lụt khu vực sông Bùi trong trận lũ lịch sử

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã trình bày một phương pháp xác định vùng ngập từ ảnh viễn thám chủ động Sentinel 1. Dựa trên nguyên lý so sánh mức độ phản xạ ngược của bức ảnh trước và sau trận lũ để tiến hành xác định ngưỡng để phân biệt vùng bị ngập. Phương pháp cho kết quả nhanh với nguồn dữ liệu miễn phí hoàn toàn. Bên cạnh đó phương pháp còn thể hiện nhiều ưu điểm vượt trội so với các phương pháp khác. Với ngưỡng lựa chọn $\Delta_{dB} = -6$, cho thấy mức độ ngập lụt tương đối phù hợp với thực tế. Nghiên cứu là cơ

sở để áp dụng cho các vùng khác.

Hạn chế của nghiên cứu đó là việc không có số liệu điều tra thực địa để kiểm nghiệm kết quả tính toán. Để khắc phục điều này nghiên cứu đã so sánh với một số vị trí điển hình để đánh giá mức độ hợp lý. Để nâng cao độ tin cậy cho kết quả tính toán cần có những số liệu điều tra trực tiếp ngoài thực địa, công việc này hoàn toàn có thể tiến hành trong các nghiên cứu tương lai. Một nhược điểm nữa của phương pháp là chu kỳ chụp của ảnh Sentinel 1 là 12 ngày, do vậy đôi khi không tìm được bức ảnh khi đang có lũ xảy ra.

Bảng 2. Thống kê diện tích ngập theo đơn vị hành chính khu vực sông Bùi

Tỉnh	Huyện	Diện tích ngập (km ²)
Hà Nội	Ba Vi	3.46
	Chương Mỹ	12.94
	Lương Sơn	0.16
	Phúc Thọ	1.64
	Quốc Oai	11.10
	Sơn Tây	4.39
	Thạch Thất	6.60
Tổng		40.31

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Tran Kim Chau (2017) *Mapping Extent of Flooded Areas using Sentinel-1 Satellite Image*, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 58, 09/2017, ISSN: 1859-3941
- Đặng Đình Đoan, Ngô Anh Quân, Nguyễn Hoàng Sơn, Nguyễn Ngọc Thế (2015) *Nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt vùng hạ lưu sông Đắc Bla*, Tạp Chí KH&CN Thủy lợi số 28, 10/2015, ISSN: 1859-4255
- Nguyễn Hoàng Sơn (2014) *Nghiên cứu ứng dụng mô hình dự báo lũ cho sông Vu Gia - Thu Bồn*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 14, 08/2006
- Đỗ Anh Đức, Bùi Mạnh Bằng, Hoàng Đức Lâm (2018), *Đánh giá ảnh hưởng của các khu đô thị mới đến vấn đề thoát lũ hạ lưu sông Kon*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn; Số 696, 12/2018, ISSN 2525 – 2208
- Alesheikh, A. Ghorbanali, N. Nouri (2007). *Coastline change detection using remote sensing*. Int. J. Environ. Sci. Tech., 4 (1): 61-66, 2007, ISSN: 1735-1472

Abstract:
MAPPING EXTENT OF FLOODED AREAS USING REMOTE SENSING
A CASE STUDY FOR BUI RIVER IN THE HISTORICAL FLOOD IN 2018

The paper presents the results of the inundation mapping from the Sentinel 1. Based on the principle of comparing two remote sensing images before and during the flood event, the study extracts flooded area in the historical flood in July 2018. The new approach to assess flood area was shown in ressearch with many advantages: quickly, free of charge and independent of weather conditions. With detailed resolution, the results of the method are quite consistent with the actual situation in the study area. Chuong My and Quoc Oai districts have the largest flooding area with 12.94 and 11.1 km², respectively.

Keywords: Sentinel 1, remote sensing images, inundation mapping, historical flood.

Ngày nhận bài: 10/7/2019

Ngày chấp nhận đăng: 06/9/2019