

# 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

Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Thanh Hùng, Vũ Đình Cường, Nguyễn Thu Huyền

*Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sóng biển*

**Phạm Quang Sơn,**

*Viện Địa Chất, Viện hàn lâm khoa học Việt Nam*

**Tóm tắt:** Ảnh hưởng của lũ lụt đối với xã hội và môi trường tự nhiên là rất lớn, do đó việc lập bản đồ ngập lụt là rất quan trọng để từ đó chủ động đề ra các giải pháp phòng chống lũ. Dữ liệu viễn thám có thể được sử dụng để thành lập bản đồ ngập lụt một hiệu quả. Các kỹ thuật lập bản đồ ngập lụt khác nhau được sử dụng bằng các dữ liệu từ các cảm biến viễn thám radar chủ động như Sentinel-1, Alos Palsar. Các cặp dữ liệu không gian thu được từ Sentinel-1 đã được xử lý trong nghiên cứu này. Mỗi cặp bao gồm một hình ảnh trong trận lũ và một hình ảnh khác trước trận lũ. Cả hai hình ảnh trên cùng một khu vực đã được xử lý tạo ra một bản đồ ngập lũ, cho thấy sự lan rộng của lũ lụt vùng hạ du lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi.

**Từ khóa:** lũ lụt, Quảng Ngãi, ảnh viễn thám, radar, Sentinel, Alos

**Summary:** The impact of floods on society and the natural environment is great, thus building flood maps is very important so that we can actively take measures to mitigate flood damages. Remote sensing data can be used to efficiently create an inundation map. Different flood mapping techniques have been used with data from active radar-sensing sensors such as Sentinel-1, ALOS-PALSAR. The spatial data pairs obtained from Sentinel-1 were processed in this study. Each pair includes an image in the flood time and another image before the flood. Both images in the same area were processed to create a flood map. The flood inundation maps of the downstream of the Tra Khuc River and the Ve River in Quang Ngai Province is studied in this paper using remote sensing technique.

**Keywords:** flood, Quang Ngai, remote sensing, radar, Sentinel, Alos

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lũ lụt là một trong những dạng thiên tai xảy ra thường xuyên và gây hậu quả rất nghiêm trọng đối với phát triển xã hội. Trong khoảng chục năm gần đây, những trận ngập lụt xảy ra ngày càng gia tăng với cường độ mạnh như ở Trung Quốc (năm 1998), Tây Âu (1998, 2000), Cộng Hòa Séc (năm 2002), Bangladesh (2001)... làm hàng loạt các công trình cơ sở hạ tầng như giao thông, thủy lợi, thông tin liên lạc, bệnh viện, nhà trường bị phá hủy. Khu vực

hạ du lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ, tỉnh Quảng Ngãi là một trọng điểm thường xuyên bị ngập lụt. Các sông đều có phần thượng lưu dốc, mạng lưới sông suối phát triển hình nan quạt, khả năng tập trung nước lũ nhanh. Mặt khác, vùng đồng bằng nhỏ hẹp và bị các dải cát ven biển che chắn ngăn cản việc thoát lũ và gây ra ngập lụt ở vùng đồng bằng. Việc xác định phạm vi, mức độ ngập lụt giúp cơ quan quản lý trong công tác phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai trở nên khó khăn do địa bàn rộng lớn. Ngày nay việc ứng dụng công nghệ viễn thám trong xử lý, chiết tách thông tin ngập lụt đã trở thành công cụ rất hữu hiệu giúp cho các

---

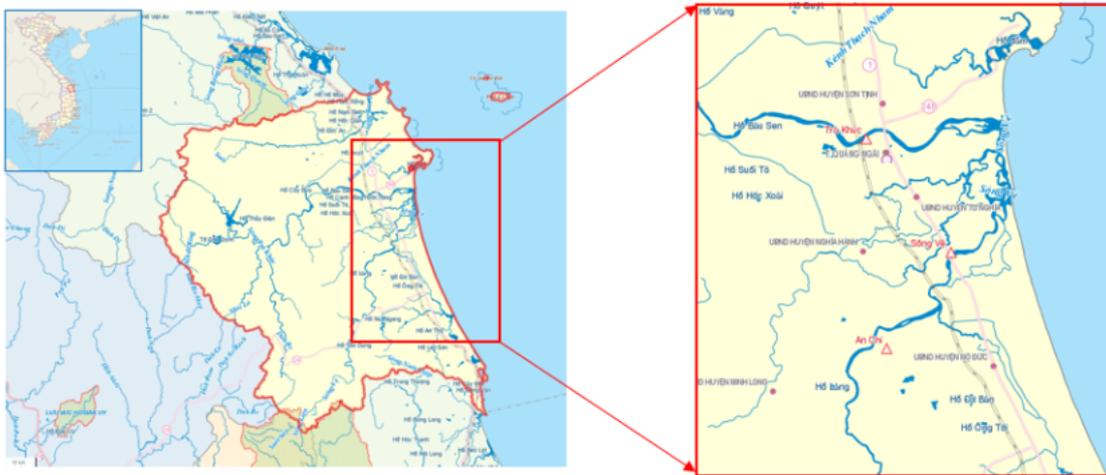
Ngày nhận bài: 6/6/2017

Ngày thông qua phản biện: 11/7/2017

Ngày duyệt đăng: 26/7/2017

cơ quan quản lý đánh giá được chính xác tình hình ngập lụt ở mỗi địa phương. Các kỹ thuật khác nhau đã được phát triển để lập bản đồ lũ lụt, chẳng hạn như với dữ liệu viễn thám quang học có thể sử dụng phương pháp ước tính ngưỡng chỉ số EVI với ảnh MODIS hoặc ngưỡng chỉ số NDWI với ảnh Landsat, ... để phân tích mức độ ngập lụt. Tuy nhiên, việc sử dụng các cảm biến quang học thường không đáng tin cậy do sự tương đồng về không gian giữa các khu vực bị ngập (Pricope, 2013), ảnh chụp thời điểm ngập lụt thường có mây (Biggin và Blyth, 1996) và không có khả năng phát hiện nước ứ đọng trong thảm thực vật. Nhờ sử dụng sóng radio có bước sóng dài, ảnh radar độ mở tổng hợp (SAR) có thể thu được tín hiệu phản xạ từ bề mặt trong mọi điều kiện thời tiết như mây, mù, bụi khí quyển và cả những trận mưa nặng hạt. Do ở bước sóng dài ảnh SAR không còn bị ảnh hưởng bởi tán xạ

khí quyển như ảnh quang học nên nó cho phép xác định được năng lượng bước sóng trong mọi điều kiện thời tiết và môi trường vì thế ảnh SAR có thể được thu tại bất kỳ thời điểm nào mà không phải quan tâm tới thời tiết. Bên cạnh đó, với đặc điểm là sử dụng nguồn năng lượng chủ động nên cơ chế tạo ảnh của SAR hoàn toàn không phụ thuộc vào nguồn bức xạ năng lượng mặt trời do đó ảnh Radar có thể thu được cả ngày lẫn đêm. Hơn nữa, do đặc điểm hấp thụ mạnh sóng radar của nước, vì vậy đối tượng nước thường có màu đen khi hiển thị trên ảnh SAR nên có thể nhận dạng và tách biệt được vùng ngập rõ ràng. Nhờ đặc điểm này ảnh SAR luôn được khuyến nghị ứng dụng để nghiên cứu ngập lụt. Với những ưu việt đó, nghiên cứu này tập trung vào kỹ thuật chiết tách thông tin ngập lụt từ ảnh vệ tinh SAR cho hạ du lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ tỉnh Quảng Ngãi.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

## 2. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Tài liệu sử dụng trong nghiên cứu

Nghiên cứu này đã sử dụng các ảnh SAR gồm AlosPALSAR và Sentinel trong quá khứ kết hợp với bản đồ địa hình, bản đồ hành chính để chiết tách thông tin ngập lụt cho khu vực nghiên cứu. Nghiên cứu đã thu thập được ảnh vệ tinh chụp trong và sau một số trận mưa –

ngập điển hình trong các năm từ 2007 đến 2016 để xây dựng các bản đồ ngập lụt. Tuy nhiên, dữ liệu ảnh SAR lưu vực nghiên cứu thu thập được rất hạn chế, hoặc dữ liệu ảnh thu thập được, thậm chí vào mùa lũ nhưng không trùng với thời điểm có lũ. Các dữ liệu ảnh SAR (Bảng 1) được chụp bao gồm 01 cảnh sau thời điểm lũ và 01 cảnh trong thời điểm lũ. Các dữ liệu ảnh SAR được lựa chọn có tính

đến đặc điểm phân cực và khả năng phát hiện vùng ngập nước tối đa từ ảnh vệ tinh. Ảnh ALOS-PALSAR và ảnh Sentinel 1A là hai dạng ảnh radar với độ phân giải cao phục vụ chiết tách thông tin ngập lụt. Tất cả ảnh SAR đều dùng phân cực HH, đây là phân cực được

ưu tiên cho bản đồ ngập lụt vì nó có độ nhạy thấp hơn so với những sai khác theo chiều đứng trên bề mặt nước gây ra bởi sóng (Gan, nnk 2012).

- Tài liệu địa hình: mô hình số độ cao SRTM DEM, độ phân giải 30m.

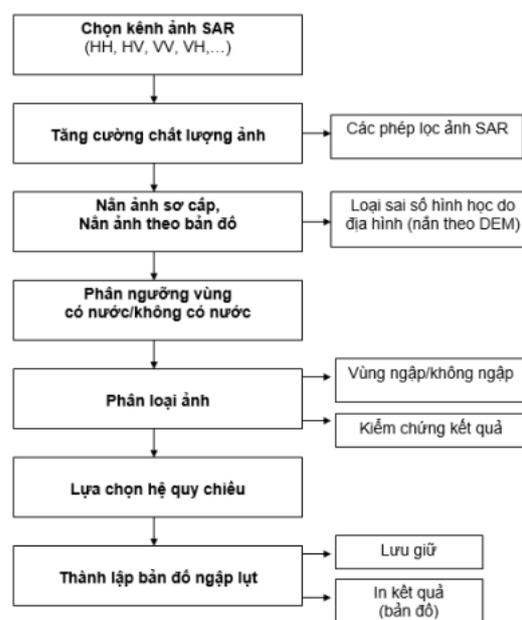
**Bảng 1: Danh sách các ảnh SAR sử dụng trong nghiên cứu**

TT	Số hiệu cảnh ảnh	Band/kênh ảnh	Phân cực	Thời gian thu ảnh	Thời gian mưa lũ
<b>I</b>	<b>Ảnh AlosPalSAR</b>				
1	09169_0280	L	HH	14/10/2007	14-18/10/2007
2	09169_0290	L	HH	14/10/2007	
3	09169_0290	L	HV	14/10/2007	
4	15879_0280	L	HH	16/01/2009	30/12/2008 - 02/01/2009
5	15879_0290	L	HH	16/01/2009	
<b>II</b>	<b>Ảnh Sentinel</b>				
1	20161201T223539_20161201T223608_014192_016EE9_6B8D	C	HH, VV	01/12/2016	30/11 đến ngày 3/12/2016

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để xây dựng bản đồ ngập từ các ảnh SAR, nghiên cứu này sử dụng các công cụ hiện đại để xử lý ảnh: ENVI, SNAP, ARCGIS. Dựa trên nguyên lý phản xạ gương của ảnh SAR chụp bề mặt Trái Đất: khi tín hiệu sóng radar truyền xuống bề mặt nước (bề mặt phẳng, không có sóng), năng lượng phản xạ trở lại vệ tinh rất thấp và hình ảnh vùng ngập nước có màu tối xẫm. Ngược lại, các đối tượng khác có bề mặt gồ ghề hoặc có khả năng tán xạ rất mạnh (như các cấu trúc kim loại, cấu trúc xây dựng, khu đô thị, thực vật có mật độ dày, vv...) các tia phản xạ trở lại vệ tinh có năng lượng mạnh và hình ảnh SAR thu nhận có tông màu sáng. Trong phân loại ảnh SAR, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp định ngưỡng giữa vùng nước/không nước để loại bỏ những pixel vùng không ngập nước. Ảnh phân loại vùng ngập nước (raster) được chuyển khuôn dạng sang vector để xử lý thành lập bản đồ ngập lụt trên các phần mềm GIS thông dụng (như Arc/Gis, Map/info). Toàn bộ quá trình xử lý ảnh đến thành lập bản

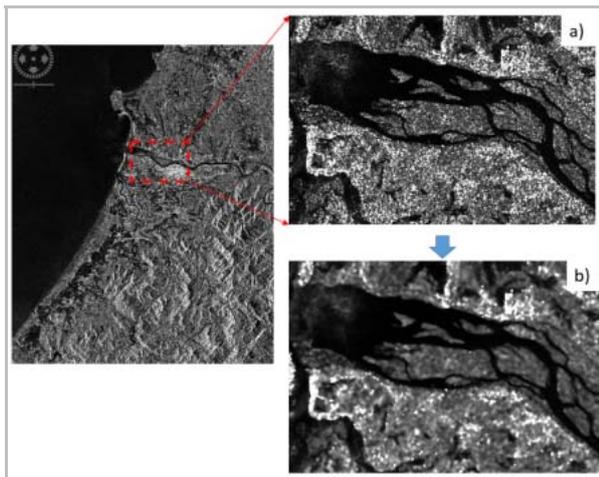
đồ ngập lụt qua 4 bước cơ bản: tăng cường chất lượng ảnh, nắn chỉnh hình học, phân ngưỡng, xây dựng bản đồ ngập (Hình 2).



*Hình 2: Quy trình xử lý chiết tách thông tin thành lập bản đồ ngập từ ảnh vệ tinh*

### a) Tăng cường chất lượng ảnh

Nhiều là một trong những thuộc tính của ảnh radar gắn liền với tính “đơn sắc” của bức xạ sử dụng trong kỹ thuật radar. Đối với người sử dụng, đây là một trở ngại lớn trong khi phân tích giải đoán ảnh. Rất nhiều các phương pháp lọc được đưa ra nhằm khử nhiễu trên ảnh radar trong đó phải kể tới các phép lọc như Frost, Lee, Sigma, Gamma, Map v.v. Phép lọc Gamma tạo ra hình ảnh đã được loại bỏ đốm, nhiễu với thời gian thực hiện tương đối thấp (Lopes, nnk 1990). Việc xử lý làm giảm nhiễu phải bảo đảm sao cho lượng mất mát thông tin là ít nhất, do đó phải chọn bộ lọc thích hợp. Nghiên cứu này sử dụng phép lọc Lee, các hình ảnh được thực hiện với khoảng lọc Gamma ở mức 3 x 3. Với phép lọc này cho kết quả rất tốt phục vụ chiết tách thông tin ngập (Hình 3).



Hình 3: Tăng cường chất lượng ảnh SAR trước khi nắn chỉnh

a) Trước khi lọc nhiễu    b) Sau khi lọc nhiễu

#### b) Nắn ảnh

Công tác nắn chỉnh hình học nhằm mục đích xử lý những biến dạng hình học sinh ra trong quá trình chụp ảnh và ảnh hưởng của địa hình, đồng thời đưa ảnh về hệ tọa độ bản đồ. Việc nắn chỉnh hình học có ý nghĩa hết sức quan trọng, không những để đảm bảo độ chính xác về vị trí tọa độ của các đối tượng trên ảnh mà còn để đảm bảo sự chồng khít

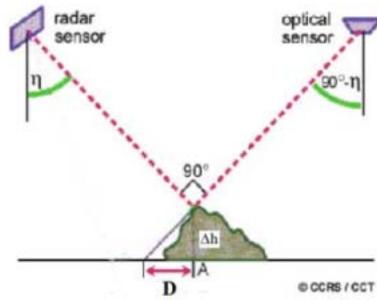
của các loại ảnh với nhau phục vụ cho việc xây dựng các tổ hợp ảnh ở bước tiếp theo. Do bản chất chụp ảnh nghiêng từ một phía nên ảnh radar giống như các loại ảnh vệ tinh quang học khi chụp nghiêng cũng bị ảnh hưởng làm sai lệch vị trí của địa hình. Sự sai lệch trên ảnh radar là sự dịch lại gần ăng ten thu hơn so với vị trí thực của nó. Ảnh hưởng của chênh cao địa hình tới vị trí điểm trên thực địa được tính theo công thức:

$$D = \Delta h \times \tan(90^\circ - \eta) \quad (1)$$

Trong đó:  $\Delta h$  là độ cao của điểm

$\eta$  góc nghiêng chụp ảnh (gợi tới nếu địa hình bằng phẳng)

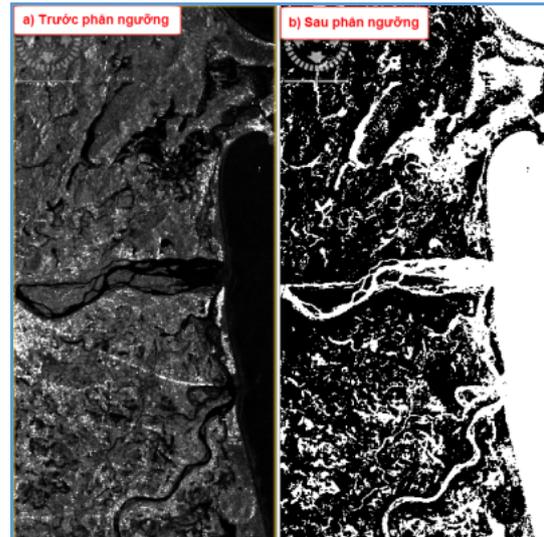
Mỗi loại ảnh radar sẽ được chụp với góc nghiêng khác nhau thậm chí cùng một thiết bị cũng có những mode chụp với góc nghiêng khác nhau, cho nên ảnh hưởng của chênh cao địa hình đối với mỗi loại ảnh cũng khác nhau (Hình 4). Vì vậy, để hiệu chỉnh sai số do chênh cao địa hình gây ra khi nắn ảnh cần sử dụng mô hình số độ cao (DEM). Trên cơ sở nguyên lý đó, các phần mềm xử lý ảnh đã tích hợp sẵn các phương pháp nắn, hiệu chỉnh ảnh vào. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp nắn ảnh “Ranger – Doppler Terrain Correction” được tích hợp trong phần mềm SNAP 5.0. Đây là phương pháp được khuyến nghị sử dụng trong nghiên cứu thành lập bản đồ ngập lụt từ ảnh SAR. Với phương pháp này, nghiên cứu sử dụng nguồn dữ liệu mô hình số độ cao SRTM 30m toàn cầu, tự động được tải về cơ sở dữ liệu phần mềm; phương pháp lấy mẫu địa hình: nội suy song tuyến tính; độ phân giải mỗi pixel 10m ở hệ tọa độ toàn cầu WGS 84. Ảnh sau khi được nắn chỉnh đưa về hệ quy chiếu ở đây là UTM WGS 84 Zone 49 phục vụ các bước tiếp theo trong xử lý ảnh, thành lập bản đồ ngập lụt khu vực nghiên cứu.



Hình 4: Ảnh hưởng của chênh cao địa hình tới vị trí điểm trên thực địa

### c) Phân ngưỡng và trích rút thông tin ngập lụt

Sự phân ngưỡng ảnh vệ tinh SAR là một thành phần quan trọng trong phân tích và diễn giải dữ liệu tự động. Các phương pháp phân ngưỡng khác nhau đã được đề xuất trong nhiều tài liệu. Một số phổ biến nhất là phát hiện sùron, vùng đang phát triển và kỹ thuật tạo ngưỡng (Sahoo, nnk 1988). Tuy nhiên, những cách tiếp cận này có những sai sót phổ biến. Ví dụ, kỹ thuật phát hiện sùron rất phụ thuộc vào vị trí của sùron ban đầu hoặc thậm chí là hiểu biết về vị trí của nó trước. Cách tiếp cận vùng phát triển cũng phụ thuộc vào người sử dụng khi nó phát triển và sát nhập các vùng nhỏ lân cận (Oliver và Shaun Quegan, 2004). Hơn nữa, phân đoạn dựa trên việc tạo ngưỡng của các mức màu xám thường không phù hợp với ảnh SAR vì có nhiều đốm (Fjortoft và nnk, 2003). Nghiên cứu này khắc phục những vấn đề trên bằng cách loại bỏ cơ bản các nhiễu đốm ở bước tăng cường chất lượng ảnh, vì vậy ở bước phân ngưỡng thuận lợi hơn để phân dựa trên mức xám của ảnh. Đối với ảnh ALOS-PALSAR tiến hành lấy mẫu để tính trung bình các thông số ngưỡng max và min của từng ảnh, từ đó trích xuất ra vùng ngập lụt (Hình 6a). Với ảnh Sentinel, nghiên cứu áp dụng công thức phân ngưỡng thông thường:  $255 * (\text{Sigma0\_VV} < \text{DN})$ , với  $\text{DN} = 0,1$ . Kết quả phân ngưỡng tách nước và không nước như hình 5. Sau khi tách thông tin ngập và không ngập, phân loại và tiến hành trích rút thông tin dữ liệu ngập để xây dựng bản đồ ngập khu vực nghiên cứu.



Hình 5. Kết quả phân ngưỡng tách nước và không nước

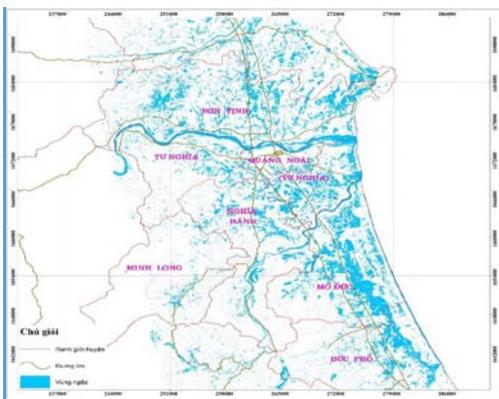
### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Qua xử lý dữ liệu ảnh SAR, cho thấy các ảnh phân cực HV (chiều ngang - thẳng đứng) cho thông tin về vùng ngập nước chi tiết hơn loại ảnh phân cực HH (chiều ngang - chiều ngang). Đối với ảnh radar, bề mặt nước được sử dụng làm đối tượng để xác định trực tiếp diện tích ngập hoặc diện tích nước vì các giá trị phản xạ của nước rất thấp mang tính chất phản xạ gương. Như vậy, các khu vực bị ngập lụt xuất hiện tông màu tối do tán xạ ngược thấp, trong khi bề mặt đất hoặc các đối tượng khác xuất hiện tông màu sáng vì mặt đất thô và thảm thực vật sản xuất khuếch tán năng lượng truyền đến của thiết bị phát dẫn đến phản xạ mạnh. Với ảnh ALOS-PALSAR, do thời điểm chụp là sau thời điểm lũ nên các dữ liệu thu nhận từ mặt đất là những phản xạ rất thấp và thậm chí khó phát hiện khi xử lý thông thường. Lúc này, việc chiết tách thông tin ngập lụt chủ yếu thu nhận được từ những dấu vết lũ đi qua để lại trên các đối tượng như cây cối. Chính vì vậy, những nhiễu đốm xuất hiện nhiều hơn trong quá trình xử lý ảnh và vì vậy bản đồ ngập lụt có rất nhiều những vết ngập, hoặc ô ngập nhỏ (Hình 6a). Với ảnh Sentinel, thời điểm chụp ảnh đúng vào thời điểm mưa lũ gây ngập do vậy, nước trên bề mặt hoàn toàn có thể nhận biết bằng mắt

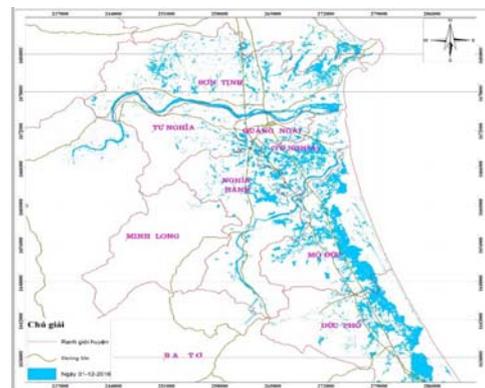
thường khi xử lý ảnh. Việc hiệu chỉnh thông tin ngập sau khi xử lý dễ dàng hơn so với ảnh ALOS-PALSAR, và phần ngập được hiệu chỉnh thông qua lớp thông tin địa hình, hành chính khu vực nghiên cứu. Vì vậy, các ô ngập trên bản đồ thành lập từ ảnh Sentinel rõ cho từng vùng hơn (Hình 6b).

Về tình hình ngập lụt, kết quả phân tích các bản đồ ngập lụt cho thấy đặc điểm chung ở đồng bằng ven biển Quảng Ngãi những vùng ngập nước trùng với các ô trũng thấp, thuộc lưu vực các sông lớn của tỉnh (như sông Trà Bồng, sông Trà Khúc, sông Vệ, sông Trà Câu, Hình 6a, b). Vùng ngập lụt phân bố thành từng dải kéo dài, ở hầu khắp các huyện ven biển và vùng núi Ba Tơ. Những huyện có vùng ngập lụt lớn là Bình Sơn (sông Trà Bồng), Sơn Tịnh, Tư Nghĩa, Nghĩa Hành (sông Trà Khúc), Mộ Đức, Đức Phổ và Ba Tơ (sông Vệ – Trà Câu). Trong đó khu vực ngập nặng nhất được xác định thuộc lưu vực sông Vệ – Trà Câu (các huyện Mộ Đức - Đức Phổ); tiếp đó là khu vực phía Nam thành phố Quảng Ngãi – huyện Tư Nghĩa... là những nơi có địa hình thấp. Ngược lại, các khu dân cư phân bố trên vùng địa hình cao, chủ yếu là các cồn cát (cao độ >10m) thường không ngập. Qua phân tích bản đồ phân bố vùng ngập lụt, còn cho thấy nhiều trục giao thông quan trọng trên địa phận Quảng Ngãi nằm trong vùng ngập nặng. Ví dụ như tuyến Quốc lộ-1 (QL-1) nằm trên khu vực các

huyện Tư Nghĩa - Mộ Đức – Đức Phổ ở phía Nam, các huyện Bình Sơn - Sơn Tịnh ở phía Bắc và một số tuyến tỉnh lộ, các tuyến đường liên huyện đều bị ngập nặng. Điều đó đã lý giải tình trạng giao thông trên tuyến trục Bắc – Nam thường gặp khó khăn vào mùa mưa khi đi qua địa phận tỉnh Quảng Ngãi do tình trạng mưa - ngập lụt diễn ra nặng nề. Kết quả phân tích từ ảnh cũng cho thấy diện ngập năm 2009 gấp ba lần so với năm 2016 (Bảng 2). Có sự chênh lệch lớn như vậy là bởi vì ảnh chụp hai thời điểm khác nhau. Với ảnh Sentinel chụp vào ngày 1/12/2016, thời điểm thu nhận được ảnh thì lũ sông Vệ đang lên cao và gây tràn vào nội đồng, trong khi trên sông Trà Khúc mới chỉ trên báo động 2 nên chưa gây lũ lớn gây ngập các huyện hạ du lưu vực sông Trà Khúc. Lúc này trên ảnh vẫn phát hiện ngập là do mưa gây ngập úng cục bộ ở các huyện Sơn Tịnh, Tư Nghĩa, TP Quảng Ngãi. Trên ảnh AlosPALSAR chụp sau lũ vào ngày 16/01/2009, diện ngập phân tích được chủ yếu từ vết lũ để lại sau trận lũ xảy ra trước đó, lũ xảy ra trên diện lớn cả sông Trà Khúc, sông Vệ. Do vậy, diện tích ngập năm 2009 lớn hơn nhiều so với ảnh chụp năm 2016. Điều này cũng cho thấy, để có thông tin ngập lụt chính xác cần có những ảnh chụp trùng với thời điểm lũ, kết quả phân tích, chiết tách thông tin ngập sẽ khách quan và độ chính xác cao hơn so với những ảnh chụp sau lũ.



a) ảnh AlosPalsAR ngày 16/01/2009



b) ảnh Sentinel -1A ngày 01/12/2016

Hình 6: Bản đồ ngập từ ảnh AlosPALSAR và ảnh Sentinel

**Bảng 2: Tổng hợp diện tích ngập các tỉnh từ ảnh SAR (đơn vị: ha)**

Huyện	Năm 2009 (Ảnh ALOS PALSAR)	Năm 2016 (Ảnh Sentinel)
Ba Tơ	6643.14	166.91
Bình Sơn	8546.80	756.18
Đức Phổ	12782.46	5359.48
Mình Long	2417.54	40.49
Mộ Đức	9084.78	4676.60
Nghĩa Hành	5979.06	2494.08
Sơn Hà	323.59	407.29
Sơn Tịnh	8962.65	4608.91
TP Quảng Ngãi	1000.80	400.61
Trà Bồng	263.69	1.64
Tư Nghĩa	6770.80	3262.80
<b>Tổng</b>	<b>62775.32</b>	<b>22175.01</b>

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xử lý, chiết tách và 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. Kết quả xử lý, phân tích ảnh cho thấy mặt nước phản xạ rất yếu nên thường dễ nhận dạng trên ảnh radar do tông màu rất tối. Kết quả cho thấy vùng đồng bằng thấp hạ du sông Trà Khúc, sông Vệ với các ô trũng thấp kéo dài toàn bộ các huyện ven biển, nên khi có mưa lớn dễ gây ngập lụt và lan rộng. Vệ tỉnh Sentinel chụp được trùng vào thời điểm mưa lũ nên cho kết quả phân tích khá tốt, phản ánh rất trực quan diện ngập vùng đồng bằng ven biển của tỉnh Quảng Ngãi, trong đó khu vực ngập nặng nhất thuộc lưu vực sông Vệ – Trà Câu (các huyện Mộ Đức - Đức Phổ).

Việc ứng dụng ảnh viễn thám thành lập bản đồ ngập lụt hạ du lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ cho thấy tính ưu việt của viễn thám radar. Tuy nhiên, do các vệ tinh chụp theo các chu kỳ khác nhau nên không phải lúc nào cũng chụp

được trùng thời điểm có lũ. Hiện tại lưu vực nghiên cứu chỉ có duy nhất 01 ảnh radar chụp năm 2016 trùng với thời điểm có mưa lũ nên kết quả phân tích vẫn còn hạn chế. Nếu có thêm ảnh chụp đúng thời điểm lũ các năm trước đây sẽ nâng cao được độ chính xác trong việc thành lập bản đồ ngập lụt cho khu vực này. Trong điều kiện hiện nay, để chủ động được ảnh phục vụ công tác thành lập bản đồ ngập lụt cũng như theo dõi, giám sát lũ lụt, thiên tai ở các lưu vực cần thêm các công cụ hỗ trợ khác như công nghệ bay chụp như UAVs, Flycam... nhằm nâng cao hơn nữa chất lượng nghiên cứu đối với lĩnh vực này.

**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*; do PGS.TS Nguyễn Thanh Hùng- Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển là chủ nhiệm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Biggin D S and Blyth K, 1996, A comparison of ERS-1 satellite radar and aerial photography for river flood mapping *J. Chartered Inst. Water Env. Man.* 10 59–64
- [2] Fjortoft. R , Y. Delignon, W. Pieczynski, M. Sigelle, and F. Tupin, “Unsupervised classification of radar images using hidden markov chains and hidden markov random fields,” *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 41, no. 3, pp. 675–686, March 2003.
- [3] Gan T Y, Zunic F, Kuo C-C and Strobl T, 2012, Flood mapping of Danube River at Romania using single and multi-date ERS2-SAR images, *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinform.* 18 69–81
- [4] Lopes A, Nezry E, Touzi R and Laur H, 1990, Maximum a posteriori speckle filtering and first order texture models in SAR images, *10th Annual Int. Symp. on Geosci. and Remote Sens.* pp. 2409–12
- [5] Luận văn tốt nghiệp: Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám và mô hình thủy văn thủy lực để thành lập bản đồ ngập lụt lưu vực sông Côn – Hà Thanh, tỉnh Bình Định, Đại học Khoa học Tự nhiên.
- [6] Oliver C. and Shaun Quegan, *Understanding Synthetic Aperture Radar Images*, SciTech, NC 27613, 2004.
- [7] Pricope N G, 2013, Variable-source flood pulsing in a semi-arid transboundary watershed: the Chobe River, Botswana and Namibia *Environ. Monit. Assess.* 185 1883–906
- [8] Sahoo P. K., S. Soltani, and A. K. C. Wong, “A survey of thresholding techniques,” *Comput. Vision Graph. Image Process.*, vol. 41, no. 2, pp. 233–260, 1988.
- [9] Touzi R., A. Lopes, and P. Bousquet, “A statistical and geometrical edge detector for sar images,” *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 26, no. 6, pp.764–737, 1988.