

# Ứng dụng viễn thám quang học trong đánh giá nhanh diễn biến tài nguyên nước vùng Đồng bằng sông Cửu Long NGIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH Ở TRÀ VINH VÀ VĨNH LONG

○ NGUYỄN VĂN KHÁNH

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

## Tóm tắt

*Giám sát tài nguyên nước (TNN) mặt là một công tác quan trọng và cần thiết, đặc biệt tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), vùng canh tác sản xuất nông nghiệp chính của Việt Nam và cũng là một trong những khu vực bị ảnh hưởng bởi hạn - mặn ngày càng nghiêm trọng. Thêm vào đó, các phương pháp viễn thám với khả năng áp dụng trên một khu vực rộng lớn và thời gian theo dõi liên tục. Bài báo trình bày giải pháp triết tách các vùng nước mặt trên ảnh vệ tinh quang học sử dụng chỉ số NDWI (Normalized Difference Water Index) và MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index). Dữ liệu Landsat 8 và Sentinel 2 đã được sử dụng để tính toán và so sánh các kết quả với độ phân giải không gian khác nhau. Ảnh trung bình theo mùa khô và mùa mưa được lĩnh từ năm 2014 đến năm 2018 ở khu vực thử nghiệm Trà Vinh và Vĩnh Long phục vụ đánh giá diễn biến TNN mặt trong giai đoạn nghiên cứu. Kết quả cho thấy, TNN mặt bị ảnh hưởng theo chế độ mùa và có xu hướng giảm trong mùa mưa những năm gần đây. Nghiên cứu cũng đã chứng minh tính hiệu quả của giải pháp đánh giá nhanh diễn biến TNN mặt ứng dụng dữ liệu ảnh vệ tinh quang học.*

## Đặt vấn đề

Tài nguyên nước mặt là một trong những nguồn tài nguyên thiên nhiên quan trọng quyết định sự tồn tại và phát triển của vùng ĐBSCL trong đó 70% nguồn nước mặt được dùng để phục vụ cho sản xuất nông nghiệp. Theo đánh giá của Bộ TN&MT, đây là một trong hai vùng dễ dàng chịu tác động và tổn thương nhất do biến đổi khí hậu cũng như các hoạt động khai thác, sử dụng TNN không hợp lý ở phần thượng nguồn phía trong và bên ngoài lãnh thổ. Trên thực tế, sự thiếu hụt TNN, hạn hán và xâm nhập mặn ở ĐBSCL ngày càng diễn biến phức tạp, ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống sinh hoạt của người dân trong vùng và đe dọa an ninh lương thực của quốc gia. Do đó, việc quản lý, khai

thác và sử dụng hiệu quả TNN của khu vực ĐBSCL là rất cấp thiết

Việc thành lập các bản đồ TNN mặt bằng các phương pháp viễn thám là một công tác hiệu quả khi cần theo dõi trong một thời gian dài liên tục và cung cấp một cái nhìn bao quát trên một khu vực rộng lớn. Ứng dụng của dữ liệu viễn thám trên khu vực có chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa, ảnh vệ tinh radar thể hiện được ưu điểm khi không bị ảnh hưởng bởi mây và mưa, tuy nhiên khả năng chiết tách các thông tin về TNN không thể tốt như so với ảnh vệ tinh quang học. Trong khi đó, ngày càng nhiều các thể hệ vệ tinh quang học với độ phân giải không gian cao và được cung cấp miễn phí như Landsat 5, 7, 8 (30m) hay mới đây là Sentinel 2 (10m).

Theo hướng ứng dụng viễn thám quang học, một loạt các chỉ số tính toán từ ảnh vệ tinh quang học đã được phát triển phục vụ triết tách các vùng nước mặt như NDVI, NDWI, MNDWI. McFeeters [1] đã phát triển chỉ số NDWI (Normalized Difference Water Index) bằng cách sử dụng hệ số phản xạ phổ của dải sóng màu xanh lá cây (kênh 2) và cận hồng ngoại (kênh 4) của Landsat TM. Rogers và Kearney [2] đã sử dụng một chỉ số NDWI khác triết tách các vùng nước mặt, áp dụng các kênh 3 và 5 của Landsat TM. Xu [3] đã hiệu chỉnh chỉ số NDWI để tăng cường khả năng tách biệt các khu vực công trình xây dựng trên ảnh và đặt tên chỉ số mới MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index), trong đó kênh SWIR (hồng ngoại sóng ngắn) được sử dụng để thay thế NIR (cận hồng ngoại). MNDWI là một trong những chỉ số nước được sử dụng rộng rãi nhất cho nhiều ứng dụng, bao gồm lập bản đồ nước mặt, phân tích thay đổi sử dụng đất, che phủ, và nghiên cứu sinh thái [4-6].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng các chỉ số NDWI và MNDWI được thử nghiệm cho cả ảnh vệ tinh quang học Landsat 8 và Sentinel 2 đối với khu vực Trà Vinh và Vĩnh Long nhằm so sánh giữa các kết quả về khả năng phân biệt giữa nước - không nước cũng như xem xét đến ảnh hưởng của độ phân

giải không gian đối với kết quả tính toán. Nghiên cứu đã lựa chọn quy trình tính toán phục vụ giám sát nước mặt qua các mùa khô và mùa mưa của các năm từ năm 2014 đến năm 2018 cho khu vực thử nghiệm.

### Khu vực nghiên cứu và dữ liệu

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn gồm hai tỉnh Trà Vinh và Vĩnh Long ven biển nằm giữa hai sông chính là sông Tiền và sông Hậu. Đây là hai tỉnh nằm sát cạnh nhau và có cùng xu thế thời tiết. Khảo sát chung cho thấy mùa mưa bắt đầu từ tháng 5 - tháng 11 trong năm và mùa khô từ tháng 12 - tháng 4 năm sau.

Bộ dữ liệu ảnh Landsat 8 và Sentinel 2 cho cả hai mùa khô và mùa mưa tất cả các năm từ 2014 đến năm 2018 được sử dụng để tính toán chỉ số MNDWI và NDWI phục vụ so sánh giữa các kết quả nhằm lựa chọn giải pháp phù hợp. Dữ liệu ảnh viễn thám được hiệu chỉnh khí quyển và chuyển về dạng phản xạ bề mặt (surface reflectance) nhằm tăng cường độ chính xác. Ngoài ra, ảnh viễn thám quang học trước khi sử dụng cần thực hiện lọc mây và bóng mây để loại bỏ các pixel bị ảnh hưởng trước khi tính toán triết tách thông tin.

### Phương pháp nghiên cứu

Chỉ số NDWI được đề xuất xây dựng bởi McFeeters nhằm (a) tối đa hóa độ phản xạ của vùng nước mặt trong dải sóng màu xanh lá cây (green band) và (b) giảm thiểu độ phản xạ của vùng nước mặt trong dải hồng ngoại gần (Near Infrared - NIR), với công thức như sau:

$$NDWI = \frac{P_{Green} - P_{NIR}}{P_{Green} + P_{NIR}} \quad (1)$$

Một hạn chế chính của chỉ số NDWI là hay bị nhầm lẫn đối với các khu vực có công trình xây dựng. Xu [3] đã nhận thấy rằng khu vực nước mặt và các khu vực công trình xây dựng có thể phân biệt được với nhau dựa trên dải hồng ngoại sóng ngắn (short wavelength infrared - SWIR). Dựa vào đó, chỉ số MNDWI được đề xuất tính toán như sau:

$$MNDWI = \frac{P_{Green} - P_{SWIR}}{P_{Green} + P_{SWIR}} \quad (2)$$

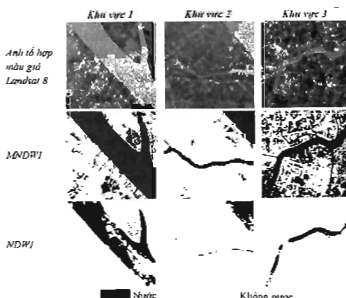
Sau khi các ảnh chỉ số NDWI và MNDWI được đề xuất, việc chiết tách các vùng nước mặt được thực hiện bằng phương pháp phân ngưỡng. Giá trị ảnh chỉ số NDWI và MNDWI thường nằm trong khoảng [-1, 1] với 0 là giá trị ngưỡng chung được chọn để phân tách nước - không nước. Tuy nhiên thực tế các dữ liệu ảnh vệ tinh thu được tại các thời điểm và khu vực khác nhau luôn có những đặc điểm khác nhau. Vì vậy, phương pháp phân ngưỡng OTSU [7] được thực hiện nhằm đưa ra ngưỡng phân biệt các vùng nước mặt một cách chính xác nhất.

### Kết quả và thảo luận

Dựa trên các công thức đã lựa chọn, ảnh chỉ số NDWI và MNDWI được tính toán. Trong nghiên cứu này giá trị ngưỡng được chọn chung cho cả ảnh Landsat và Sentinel-2 để phân biệt nước - không nước là 0.2. Việc xử lý một bộ dữ liệu ảnh với số lượng và dung lượng lớn được thực hiện bằng Google Earthe Engine - giải pháp điện toán đám mây phục vụ tính toán và phân tích dữ liệu viễn thám trực tiếp trên web mà không cần cài đặt các phần mềm xử lý ảnh chuyên dụng trên máy tính bàn.

So sánh kết quả tính toán NDWI và MNDWI từ ảnh Landsat 8 trên các khu vực khác nhau cho thấy nhìn chung NDWI thường dễ bị nhầm lẫn hơn so với MNDWI, đặc biệt đối với các khu vực công trình xây dựng và dân cư. Đối với các khu vực có hệ thống thủy hệ lớn và rõ nét trên ảnh (khu vực 1), MNDWI và NDWI đều cho kết quả tốt. Trong khi đó, đối với các đối tượng sông suối nhỏ, kênh rạch, ao hồ (khu vực 2) và vùng nuôi trồng thủy sản (khu vực 3), NDWI khó phân tách được vùng nước mặt hơn so với MNDWI.

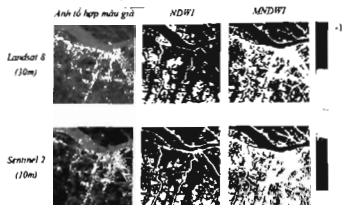
**Hình 1.** Khả năng chiết tách khu vực nước mặt từ chỉ số NDWI và MNDWI trên một số khu vực cụ thể: (1) sông suối lớn, (2) sông suối nhỏ, (3) vùng nuôi trồng thủy sản



Độ phân giải của ảnh viễn thám cũng là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến việc phát hiện các đối tượng thủy hệ. So sánh cho thấy ảnh Landsat 8 với độ phân giải 30m ít khả năng nhận diện được các đối tượng thủy hệ dạng tuyến nhỏ và gần như không thể phát hiện được các khu vực ao hồ cũng như nuôi trồng thủy hải sản.

Để đánh giá diễn biến diện tích nước mặt theo mô hình không gian - thời gian, ảnh vệ tinh mùa khô và mùa mưa từ năm 2014 đến năm 2018 đã được thu thập và xử lý. Do ảnh hưởng của mây, việc lọc mây và tinh trung bình theo mùa được thực hiện, với mùa

**Hình 2. Ảnh hưởng bởi độ phân giải không gian của dữ liệu ảnh vệ tinh đối với kết quả tính toán**



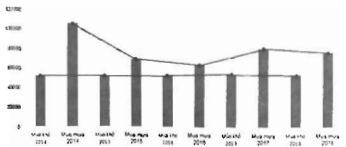
khô từ tháng 1 đến tháng 4 và mùa mưa từ tháng 6 đến tháng 11 (loại bỏ hai tháng giao mùa là tháng 5 và tháng 12). Qua khảo sát thực tế cho thấy ảnh Sentinel - 2 có sẵn từ năm 2015 đến nay tuy nhiên trên khu vực nghiên cứu bị mây che phủ khá nhiều nên trong nghiên cứu này đã tiến hành chọn dữ liệu Landsat 8 làm dữ liệu phục vụ đánh giá nhanh diễn biến diện tích nước mặt hai tỉnh Trà Vinh và Vĩnh Long với thời gian từ năm 2014 đến năm 2018.

Vào mùa mưa, diện tích nước mặt tăng lên khá lớn so với mùa khô, trong đó có năm 2015 với tổng diện tích nước mặt vào mùa mưa gấp 2 lần so với mùa khô. So sánh diễn biến diện tích nước mặt vào mùa khô các năm gần như không thay đổi, với khoảng 52000 ha trên tổng diện tích của hai tỉnh Trà Vinh và Vĩnh Long là 383000 ha. Trong mùa mưa, diện tích nước mặt qua các năm có xu hướng giảm, trong đó năm 2016 được coi là năm trọng điểm và hạn - mặn tại ĐBSCL, nên diện tích nước mặt vào mùa mưa đạt thấp nhất trên 60000 ha (giảm 41% so với mùa mưa năm 2014).

### Kết luận

Phương pháp ứng dụng chỉ số NDWI và MNDWI chiết tách từ dữ liệu viễn thám quang học đã thể hiện được ưu điểm trong việc đánh giá nhanh diễn biến diện tích nước mặt theo mô hình không gian - thời gian. So sánh cho thấy chỉ số MNDWI có độ tin cậy cao hơn trong việc chiết tách các vùng nước mặt so với chỉ số NDWI đối với các khu vực có công trình xây

**Hình 3. Biến động diện tích nước mặt theo mùa từ năm 2014 - 2018 (đơn vị: hecta)**



đựng và khó phát hiện đối với các hệ thống thủy hệ, ao hồ nhỏ. Độ phân giải không gian cũng là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến kết quả tính toán đối với khu vực có hệ thống thủy hệ nhỏ và các khu vực nuôi thủy sản qui mô nhỏ lẻ. Sự ra đời của dữ liệu ảnh quang học Sentinel - 2 mang đến giải pháp thành lập nhanh bản đồ vùng nước mặt với độ phân giải không gian phù hợp, có thể ứng dụng trên phạm vi cấp tỉnh, thậm chí toàn vùng ĐBSCL. Ngoài ra, các phương pháp tăng cường độ phân giải của ảnh cũng cần được tích hợp thêm nhằm tăng cường độ chính xác và khả năng phân biệt các vùng nước - không nước.

Ảnh vệ tinh quang học mặc dù có độ phân giải không gian và thời gian phù hợp với việc đánh giá diễn biến TNN mặt trên một khu vực rộng lớn và liên tục, nhưng lại bị ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết (mây, mưa) đặc biệt đối với khu vực nhiệt đới, gió mùa như ở khu vực ĐBSCL, Việt Nam. Trong nghiên cứu này, phương pháp đánh giá nhanh diễn biến TNN mặt bằng ảnh vệ tinh quang học cho thấy nguồn TNN mặt ở khu vực nghiên cứu thay đổi rõ rệt theo chế độ mùa và điều kiện thời tiết khí hậu. Xu hướng những năm gần đây cho thấy tổng diện tích nước mặt vào mùa vào mùa giảm dần đều. Đặc biệt mùa mưa năm 2016, diện tích nước mặt giảm 41% so với diện tích nước mặt trong mùa mưa năm 2014. Điều này được giải thích do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu trên toàn vùng ĐBSCL và sự giữ nước phục vụ thủy điện và thủy lợi của các quốc gia ở thượng nguồn. Việc kết hợp các nguồn dữ liệu radar sẽ là giải pháp hữu ích ứng dụng trong quản lý TNN mặt tại ĐBSCL trong điều kiện thời tiết nhiều mây, mưa trong suốt mùa mưa.

### Tài liệu tham khảo

- McFeeters, S.K., The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, 1996. 17(7): p. 1425-1432.
- Rogers, A.S.; Kearney, M.S. Reducing signature variability in unmixed coastal marsh thematic mapper scenes using spectral indices. Int. J. Remote Sens. 2004, 25, 2317-2335.
- Xu, H., Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing, 2006. 27(14): p. 3025-3033.
- Duan, Z.; Bastiaanssen, W.G.M. Estimating water volume variations in lakes and reservoirs from four operational satellite altimetry databases and satellite imagery data. Remote Sens. Environ. 2013, 134, 403-416.
- Poulin, B.; Davranche, A.; Lefebvre, G. Ecological assessment of phragmites australis wetlands using multi-season spot-5 scenes. Remote Sens. Environ. 2010, 114, 1602-1609. ■