

# Sử dụng ảnh Landsat 8 Oli để dự đoán tổng chất rắn lơ lửng (TSS) ở hồ Trị An, tỉnh Đồng Nai

Phạm Thanh Lưu<sup>1,2,\*</sup>, Nguyễn Thị Mỹ Lệ<sup>3</sup>, Trịnh Hồng Phương<sup>3</sup>, Trần Thị Hoàng Yến<sup>2</sup>, Trần Thành Thái<sup>2</sup>, Ngô Xuân Quảng<sup>1,2</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

<sup>1</sup>Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Quận Cầu Giấy, Hà Nội

<sup>2</sup>Viện Sinh học Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 85 Trần Quốc Toản, Quận 3, Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM, 236B Lê Văn Sý, Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh

## Liên hệ

**Phạm Thanh Lưu**, Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Quận Cầu Giấy, Hà Nội

Viện Sinh học Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 85 Trần Quốc Toản, Quận 3, Thành phố Hồ Chí Minh

Email: thanhluupham@gmail.com

## Lịch sử

- Ngày nhận: 05/8/2020
- Ngày chấp nhận: 19/11/2020
- Ngày đăng: 20/12/2020

DOI: 10.32508/stdjns.v4i1.994



## Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, kỹ thuật viễn thám đã trở thành một công cụ hữu ích và ngày càng được sử dụng rộng rãi để đánh giá và giám sát chất lượng môi trường. Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) là thông số chất lượng nước thường được sử dụng để đánh giá mức độ vận chuyển và lắng đọng trầm tích trong các hồ chứa. Nghiên cứu này trình bày kết quả dự đoán tổng chất rắn lơ lửng (TSS) trong nước mặt ở hồ Trị An thông qua sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 Operational Land Imager (Landsat 8 OLI). Ảnh vệ tinh và số liệu đo thực nghiệm TSS được thực hiện vào tháng 3/2020. Kết quả phân tích tuyến tính giữa hàm lượng TSS đo đạc từ mẫu thu ngoài thực tế và phổ phản xạ của ảnh Landsat 8 OLI cho giá trị tương quan cao. Hàm lượng TSS trong nước hồ Trị An có hệ số tương quan r dao động từ 0,58–0,93 và sai số chuẩn là 0,6–1,39 với phổ phản xạ của các kênh từ 1–5 (khả kiến và cận hồng ngoại) của ảnh Landsat 8 OLI, trong đó kênh 4-red có hệ số tương quan tốt nhất với TSS. Dựa vào mối quan hệ tuyến tính này, hàm lượng TSS trong nước hồ Trị An có thể tính toán từ phổ phản xạ của kênh 4-red từ ảnh Landsat 8 OLI. Kết quả tính toán hàm lượng TSS từ ảnh Landsat 8 OLI được sử dụng để xây dựng bản đồ hiện trạng phân bố TSS trong nước ở hồ Trị An. Nghiên cứu này cho thấy tính khả thi khi sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI trong giám sát các thông số chất lượng môi trường nước hồ Trị An, đặc biệt là TSS.

**Từ khoá:** viễn thám, chất rắn lơ lửng, hồ Trị An, Landsat 8 OLI

## MỞ ĐẦU

Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) là tập hợp các phần tử vô cơ và hữu cơ không bị hòa tan trong nước, hình thành do quá trình vận chuyển, tái lắng đọng trầm tích và xác chết của các sinh vật phù du<sup>1,2</sup>. Thông số TSS là một chỉ tiêu quan trọng trong đánh giá chất lượng nước đồng thời góp phần xác định chu trình vận chuyển trầm tích và các chất ô nhiễm trong môi trường nước<sup>3</sup>. Hàm lượng TSS tỉ lệ thuận với độ đục và tỉ lệ nghịch với độ trong của nước. Ngoài ra hàm lượng TSS có ảnh hưởng gián tiếp đến nhiệt độ, sự phân tầng và các quần xã sinh vật trong môi trường<sup>4,5</sup>. Theo truyền thống, hàm lượng TSS được xác định bằng phương pháp cân trọng lượng sau khi lọc mẫu nước qua màng lọc sợi thủy tinh<sup>6</sup>. Trong những năm gần đây, kỹ thuật viễn thám đã trở thành một công cụ hữu ích để thành lập bản đồ phân bố hàm lượng TSS, chlorophyll-a và độ đục cho nhiều dạng thủy vực khác nhau bao gồm sông, suối, ao hồ, cửa sông, ven biển và đại dương<sup>1,2,4,7</sup>. Hiệu quả của việc sử dụng viễn thám để đánh giá chất lượng nước là khả năng thu thập dữ liệu khái quát của toàn bộ khu vực nghiên cứu để tạo ra dữ liệu bề mặt liên tục, thường cho thấy sự thay đổi không gian chi tiết về chất lượng nước<sup>1</sup>.

Mặc dù ảnh viễn thám không thể phát hiện được hàm lượng TSS dưới đáy nhưng nó có thể được sử dụng để nghiên cứu sự biến đổi không gian của TSS trên bề mặt<sup>2</sup>. Bản đồ TSS có nguồn gốc từ vệ tinh là những công cụ có giá trị để nghiên cứu ảnh hưởng của TSS trong vùng nước nông bị ảnh hưởng bởi sự tích tụ của trầm tích đáy và động lực học sóng. Kỹ thuật viễn thám cung cấp các lợi thế đáng tin cậy để quan sát và hiểu được sự thay đổi trong không gian, thời gian và đặc biệt là ở khu vực rộng lớn<sup>1,7</sup>. Bản đồ TSS cũng như các thông số chất lượng nước ở các vùng biển đã được thực hiện bằng cách sử dụng dữ liệu từ các hình ảnh vệ tinh có độ phân giải trung bình như Landsat MSS and TM<sup>8</sup>, Orbview-2/SeaWiFS, Aqua/MODIS và ENVISAT/MERIS<sup>9</sup>. Tuy nhiên, đối với các khu vực nghiên cứu nhỏ và hẹp (như các ao, hồ, sông suối) các ứng dụng này không còn phù hợp vì độ phân giải không gian của chúng nhỏ dẫn đến xuất hiện nhiều pixel hỗn hợp, vì thế kết quả ước tính với độ chính xác thấp<sup>1,9</sup>. So với những hình ảnh có độ phân giải trung bình này, ảnh Landsat 8 Operational Land Imager (Landsat 8 OLI) có độ phân giải không gian cao hơn (ở mức 30 m). Do đó ảnh Landsat 8 OLI đã được sử dụng rộng rãi và đã được chứng minh là một công

**Trích dẫn bài báo này:** Lưu P T, Lệ N T M, Phương T H, Yến T T H, Thái T T, Quảng N X. **Sử dụng ảnh Landsat 8 Oli để dự đoán tổng chất rắn lơ lửng (TSS) ở hồ Trị An, tỉnh Đồng Nai.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(SI):SI87-SI95.

cụ hữu ích để theo dõi nồng độ trầm tích trong các thủy vực nhỏ vì có độ phân giải và độ chính xác cao hơn tỷ lệ nhiều so với các hình ảnh Landsat trước đây<sup>9</sup>. Bên cạnh đó, ảnh Landsat 8 OLI đã được đổi mới với độ phân giải lên đến 12 bit so với các ảnh Landsat trước đây chỉ có 8 bit (Landsat 5TM và Landsat 7ETM+)<sup>7</sup>.

Hồ Trị An, tỉnh Đồng Nai là hồ nhân tạo được xây dựng năm 1984 và đi vào hoạt động năm 1987 với tổng diện tích lưu vực khoảng 14.800 km<sup>2</sup> và là hồ chứa lớn nhất vùng Đông Nam Bộ. Hồ được sử dụng với mục đích phát điện, tưới tiêu nông nghiệp, cung cấp nước sinh hoạt cho người dân và các khu công nghiệp lân cận. Trải qua hơn ba mươi năm hoạt động, hồ chịu tác động của các quá trình địa chất như lắng đọng trầm tích, xói lở, tích tụ ô nhiễm... đã làm biến đổi môi trường khu vực hồ và vùng hạ lưu sông Đồng Nai<sup>10</sup>. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu và chất lượng môi trường nước ở hồ Trị An, tuy nhiên có rất ít các nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật viễn thám trong đánh giá hàm lượng TSS và chất lượng nước hồ. Trinh và Vu (2014)<sup>4</sup> sử dụng ảnh LANDSAT MI để đánh giá hàm lượng TSS ở hồ Trị An. Tác giả cho thấy có mối quan hệ tuyến tính giữa phổ phản xạ của tổ hợp kênh 2 (Green-xanh) và kênh 4 (NIR-cận hồng ngoại). Kết quả tính toán cho thấy hàm lượng TSS ở hồ Trị An thường cao hơn ở một số khu vực như hồ phụ và ven bờ, điều này chưa phù hợp với một số kết quả nghiên cứu gần đây về chất lượng nước và phân bố hàm lượng TSS ở hồ Trị An<sup>11</sup>. Trong nghiên cứu này, chúng tôi dự đoán hàm lượng TSS ở Hồ Trị An dựa trên dữ liệu ảnh viễn thám Landsat 8 OLI và các kết quả khảo sát ngoài thực địa.

## VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### Khảo sát thu mẫu

Mẫu nước được thu tại 21 điểm ở hồ Trị An tỉnh Đồng Nai và được kí hiệu TA1-TA21 (Hình 1). Các mẫu nước được thu thập vào ngày 18/03/2020. Mẫu được thu trong can nhựa 1 lít và giữ lạnh trong khi vận chuyển về phòng thí nghiệm. Hàm lượng TSS trong mẫu được phân tích theo phương pháp cân trọng lượng<sup>6</sup>. Theo đó, khoảng 300 mL mẫu được lọc qua giấy lọc 0,45 μm (đã sấy khô ở 105°C và cân trọng lượng), toàn bộ giấy lọc sau đó được sấy khô 12 h ở 105°C và cân để ghi nhận lại trọng lượng<sup>6</sup>. Hàm lượng TSS trong mẫu được tính theo công thức:

$$TSS = (m - m_0) / V_{lc}$$

Trong đó:  $m_0$  là khối lượng sấy khô của giấy lọc ban đầu (mg)

$m$  là khối lượng sấy khô của giấy lọc chứa chất rắn lơ lửng (mg)

$V_{lc}$  là thể tích mẫu đem đi lọc (L)

### Thu thập và xử lý ảnh viễn thám

Dữ liệu ảnh vệ tinh sử dụng trong nghiên cứu là ảnh Landsat 8 OLI được thu thập miễn phí tại địa chỉ của Cục địa chất Hoa Kỳ (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Ảnh vệ tinh thu tại cột 124 và hàng 52 chụp ở hồ Trị An được sử dụng trong nghiên cứu này. Ảnh sử dụng trong nghiên cứu có độ che phủ mây dưới 10%. Phần mềm ArcGIS được ứng dụng trong nội suy chỉ tiêu TSS của ước. Sự phân bố về không gian TSS được thực hiện bằng phần mềm Arcmap 10.4.1 nội suy thành lập bản đồ hiện trạng TSS. Phương pháp nội suy trọng số tỷ lệ nghịch với khoảng cách (Inverse distance weighting - IDW) được sử dụng trong nghiên cứu này. Các thông số sử dụng bao gồm độ phân giải ảnh ở mức 30 m, số mũ  $p = 2$ , bán kính tìm kiếm cố định (Fixed) và biến đổi (Variable) sử dụng mặc định. Sai số tương đối trung bình (SMAPE) được sử dụng để tính toán sai số giữa giá trị đo và giá trị nội suy<sup>12</sup>.

$$SMAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{(|A_t| + |F_t|) / 2}$$

Trong đó:  $n$  là số giá trị kiểm tra

$A_t$  là giá trị thực tế

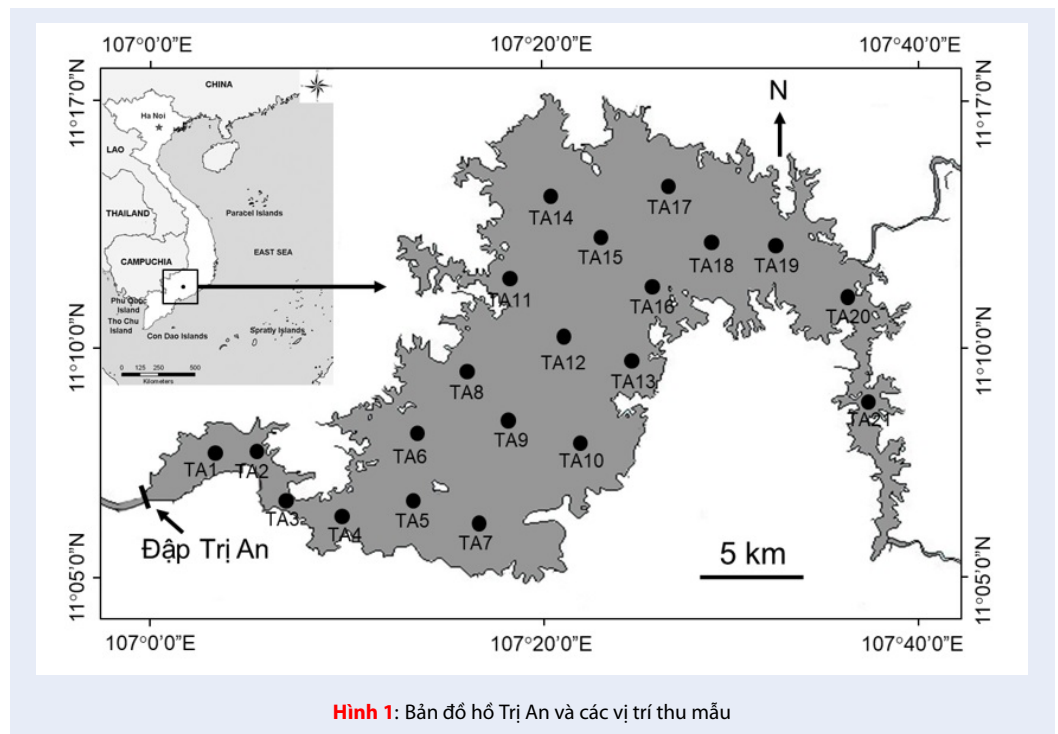
$F_t$  là giá trị giá trị dự đoán

Tương quan theo không gian variogram được xác định theo công thức của Nansen (2012)<sup>13</sup>:

$$F(v) = a + b \left( 1 - e^{\left( \frac{-3 \times D}{c} \right)} \right)$$

Trong đó “a” denotes the nugget, “b” the sill, and “c” the “range”.

Ảnh viễn thám sử dụng là 01 ảnh vệ tinh quang học Landsat 8-OLI bao phủ lưu vực hồ Trị An, ảnh chụp ngày 19/03/2020 (Hình 2). Một số nghiên cứu trước cho thấy hàm lượng TSS ở hồ Trị An thay đổi theo mùa<sup>11,14</sup>, do đó sự sai khác của hàm lượng TSS giữa ngày lấy mẫu và ngày vệ tinh chụp ảnh (1 ngày) là không đáng kể. Ảnh này được chụp vào thời điểm thời tiết tốt, không bị ảnh hưởng bởi mây và sương mù. Cảnh ảnh có định danh LC08\_L1TP\_124052\_20200303\_20200314\_01\_T1, bao gồm 11 kênh ảnh, trong đó tác giả sử dụng các kênh ở dải sóng nhìn thấy và cận hồng ngoại (kênh 1, 2, 3, 4, 5) với độ phân giải không gian là 30 m để xác định phân xạ phổ phục vụ tính toán hàm lượng TSS. Ảnh được nhà cung cấp hiệu chỉnh hình học và hiệu chỉnh bức xạ tự động, tuy nhiên vẫn còn tồn tại sai số đáng kể về mặt hình học. Trong nghiên cứu này, ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI tiếp tục được hiệu chỉnh hình học theo phương pháp các điểm khống chế (kích thước ảnh số hàng 1243, số cột 1682, kích thước ô lưới 30 × 30 m) và đưa về hệ tọa độ địa phương (VN-2000) bằng phần mềm ArcGIS 10.4.1. Ở bước tiếp theo,



Hình 1: Bản đồ hồ Tru An và các vị trí thu mẫu

phương pháp xác định phổ phản xạ bề mặt được sử dụng để tính phản xạ phổ tại các kênh nhìn thấy và cận hồng ngoại. Tuy nhiên, ảnh Landsat sau khi thu nhận còn nhiều sai số làm sai lệch về giá trị phổ. Việc xử lý và tăng cường chất lượng ảnh được tiến hành theo phương pháp của Quang và cs (2020)<sup>7</sup>, theo đó khu vực hồ Tru An được trích xuất dưới dạng tệp định dạng bằng Google Earth và được nhập vào ArcGIS (tệp .evf) sau đó phủ lên hình ảnh Landsat 8 OLI. Sử dụng công cụ tạo mặt nạ được nhúng trong ArcGIS, chỉ vùng nước được giữ lại. Quá trình này được yêu cầu để có được dải tương phản tốt hơn của vùng nghiên cứu, loại bỏ các pixel vô nghĩa và loại bỏ các đối tượng khác không liên quan. Ảnh sau đó được thực hiện chuyển đổi giá trị cấp độ xám (DN) thành giá trị phản xạ, bức xạ bằng phần mềm ArcGIS 10.4.1 được thực hiện thông qua công thức:

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

Trong đó:  $Q_{cal}$  : là giá trị số trên ảnh  
 $M_L$  : là giá trị RADIANCE\_MULT\_BAND\_x;  
 $A_L$  : là giá trị RADIANCE\_ADD\_BAND\_x.  
 $L_{\lambda}$  : là giá trị bức xạ phổ tại ống kính của sensor ( $Wm^{-2} ster^{-1} \mu m^{-1}$ )  
 Sau đó chuyển các giá trị của bức xạ vật lý tại sensor về giá trị của phản xạ ở tầng trên khí quyển của vật thể (đối tượng) theo công thức:

$$\rho_{\lambda} = (M_{\rho} Q_{cal} + A_{\rho}) / \sin(\theta_{sz})$$

Trong đó:  $Q_{cal}$  : là giá trị số trên ảnh  
 $M_{\rho}$  : là giá trị REFLECTANCRE\_MULT\_BAND\_x;  
 $A_{\rho}$  : là giá trị REFLECTANCRE\_ADD\_BAND\_x.  
 $\theta_{sz}$  : là góc thiên đỉnh (góc cao) của Mặt Trời (độ)  
 $\rho_{\lambda}$  : là phản xạ ở tầng trên khí quyển (Planetary TOA Reflectance, thứ nguyên, không đơn vị).  
 Theo kết quả của một vài nghiên cứu gần đây cho thấy phổ phản xạ của 5 kênh từ B1–B5 thường cho thấy tương quan cao với hàm lượng TSS trong các hồ nước ngọt<sup>7,15</sup>. Do đó, nghiên cứu này sử dụng phổ phản xạ của 5 kênh này làm cơ sở tính toán và xây dựng hàm hồi quy tuyến tính cho hàm lượng TSS ở hồ Tru An.

### Xác định hàm hồi quy

Giá trị phản xạ phổ mặt nước xác định từ các kênh nhìn thấy và cận hồng ngoại của ảnh Landsat 8 OLI và TSS tại các điểm lấy mẫu nước được sử dụng để xây dựng hàm hồi quy. Trong nghiên cứu này, phương pháp hồi quy tuyến tính được sử dụng để xác định hàm số thể hiện mối quan hệ giữa phổ phản xạ bề mặt nước và hàm lượng TSS. Để đánh giá mức độ chính xác, các kết quả tính toán được từ việc sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh được so sánh, đối chiếu với các số liệu đo đạc thực nghiệm. Cụ thể là TSS của nước hồ Tru An xác định được từ ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI chụp ngày 19/3/2020 được so sánh với kết quả TSS bằng thực nghiệm đo đạc ngày 18/3/2020. Tổng số vị trí lấy mẫu là 21 điểm, trong đó 15 điểm lấy mẫu



**Hình 2:** Ảnh Landsat 8 OLI chụp vào ngày 19/3/2020 ở khu vực hồ Trị An

(70%) được sử dụng để xây dựng mô hình hồi quy và 6 điểm lấy mẫu (30%) được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình. Kết quả tính toán giá trị TSS từ ảnh Landsat 8 OLI được sử dụng để thành lập bản đồ hiện trạng phân bố TSS ở hồ Trị An bằng công cụ nội suy IDW của phần mềm ArcGIS 10.4.1.

## **KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

### **Kết quả đo TSS ngoài thực địa**

Tọa độ các điểm quan trắc và kết quả phân tích thực nghiệm hàm lượng TSS vào ngày 18/3/2020 được trình bày ở Bảng 1. Hàm lượng TSS ở hồ Trị An dao động từ 3,6–9,8 mg/L. Kết quả này phù hợp với các kết quả hàm lượng TSS ở hồ Trị An trong công bố gần đây của Nguyen và cs. (2020)<sup>11</sup>.

### **Xây dựng hàm quan hệ giữa TSS và phổ phản xạ ảnh Landsat 8 OLI**

Phổ phản xạ bề mặt nước thu được sau khi hiệu chỉnh khí quyển từ ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI được sử dụng để xác định hàm hồi quy thể hiện mối quan hệ với hàm lượng TSS tại các điểm quan trắc. Phổ phản xạ các kênh ảnh từ kênh 1 đến kênh 5 (B1–B5) được sử dụng để xác định hàm hồi quy thể hiện mối quan hệ với hàm lượng TSS tại các điểm quan trắc. Các giá trị phổ phản xạ từ ảnh Landsat 8 OLI được trích xuất bằng công cụ Spatial analysis tools trong ArcGIS. Kết quả xác định hàm hồi quy giữa phản xạ phổ của các kênh ảnh Landsat 8 và hàm lượng TSS được trình bày ở Bảng 2.

Tương quan giữa các dải phổ của các kênh đơn và hàm lượng TSS tương đối cao. Các kết quả hồi quy nhận được cho thấy, bình phương hệ số tương quan ( $R^2$ )

**Bảng 1:** Kết quả phân tích hàm lượng TSS tại các điểm lấy mẫu khu vực hồ Trị An

Kí hiệu mẫu	Vĩ độ	Kinh độ	TSS (mg/L)
TA1	11°07'25,6"N	107°02'05,6"E	4,1
TA2	11°07'24,5"N	107°00'55,2"E	3,6
TA3	11°06'04,9"N	107°03'00,1"E	6,0
TA4	11°07'09,9"N	107°04'49,6"E	4,7
TA5	11°08'22,8"N	107°05'42,7"E	4,4
TA6	11°06'55,8"N	107°08'03,5"E	5,4
TA7	11°05'57,4"N	107°03'48,5"E	5,8
TA8	11°09'13,9"N	107°08'34,9"E	7,3
TA9	11°09'56,3"N	107°06'53,0"E	7,2
TA10	11°10'57,4"N	107°09'42,5"E	7,5
TA11	11°13'22,0"N	107°07'32,0"E	8,5
TA12	11°12'25,0"N	107°10'32,5"E	9,2
TA13	11°11'32,2"N	107°08'34,7"E	9,4
TA14	11°15'11,0"N	107°08'14,0"E	8,3
TA15	11°14'27,0"N	107°09'20,0"E	7,8
TA16	11°12'46,0"N	107°09'32,0"E	7,7
TA17	11°14'52,0"N	107°10'46,0"E	8,6
TA18	11°13'43,0"N	107°12'19,0"E	7,5
TA19	11°11'42,9"N	107°15'19,2"E	9,8
TA20	11°10'03,7"N	107°16'06,1"E	8,2
TA21	11°08'57,4"N	107°16'19,6"E	8,8

**Bảng 2:** Hàm hồi quy giữa phản xạ phổ các kênh ảnh Landsat 8 và hàm lượng TSS. B1, B2, B3, B4, B5 là giá trị phản xạ phổ của các kênh 1, 2, 3, 4, 5 tương ứng của ảnh Landsat 8 OLI

STT	Tổ hợp 4 kênh	Hàm hồi quy	R2	Giá trị sai số chuẩn (mg/L)	Giá trị p
1	B1 - Coastal	-1482,82B1 + 7139,29	0,36	1,37	0,02
2	B2 - Blue	-3228,90B2 + 15261,68	0,34	1,39	0,02
3	B3- Green	-5831,50B3 + 327531,35	0,69	0,95	0,00011
4	B4 - Red	9201,18B4 - 43349,49	0,87	0,60	2,5*10 <sup>-7</sup>
5	B5 - NIR	-8354,51B5 + 39219,67	0,44	1,28	0,006

trong các hàm hồi quy cao nhất đạt 0,87 đối với kênh 4-Red. Trong khi đó, bình phương hệ số tương quan của các kênh B1, B2, B3 và B5 thấp hơn nhưng trị số P đều thấp hơn 0,05. Do vậy, phương trình hồi quy đối với kênh 4-Red có giá trị sai số chuẩn là 0,5 mg/L và  $R^2 = 0,87$  được lựa chọn để tính toán cho hàm lượng TSS ở hồ Trị An. Kết quả so sánh giá trị hàm lượng chất lơ lửng tại 6 điểm kiểm tra và giá trị xác định từ ảnh Landsat 8 OLI được trình bày trong Bảng 3. Có thể nhận thấy, có 2 điểm kiểm tra, hàm lượng TSS xác định từ ảnh Landsat 8 OLI nhỏ hơn kết quả đo trong phòng thí nghiệm, và 4 điểm có hàm lượng TSS lớn hơn kết quả đo. Chênh lệch giữa hàm lượng TSS xác định từ ảnh vệ tinh và kết quả phân tích mẫu dao động trong khoảng từ -0,4 đến 0,5 mg/L (Bảng 3), tương ứng với giá trị sai số trung bình SMAPE là 4,1%.

Số liệu đo đạc ngoài hiện trường thường được sử dụng để đánh giá độ chính xác trong xử lý dữ liệu viễn thám<sup>16</sup>. Sai số có thể xảy ra do phổ phản xạ rời mặt nước là tổng phổ phản xạ của nước, của các hạt vật chất vô cơ và hữu cơ lơ lửng, bao gồm cả thực vật phù du. Hàm lượng TSS là tổng hàm lượng của các hạt vô cơ và hữu cơ, thông thường hàm lượng các hạt vô cơ lơ lửng thường lớn hơn so với hàm lượng hạt hữu cơ nhưng phổ phản xạ của chúng thì khác nhau<sup>17</sup>. Các thuật toán sử dụng ảnh viễn thám để dự đoán hàm lượng TSS chưa tách biệt được phổ phản xạ rời mặt nước của các hạt vô cơ, hữu cơ và nước dẫn đến tính hàm lượng TSS còn có sai số nhất định<sup>18</sup>. Trong nghiên cứu của Nguyễn Văn Thảo và cộng sự (2016)<sup>16</sup> khi xây dựng thuật toán xử lý dữ liệu viễn thám để xác định hàm lượng vật chất lơ lửng tại vùng biển ven bờ châu thổ sông Hồng, sai số giữa các kết quả đo và dữ liệu viễn thám khu vực gần bờ nơi độ sâu nhỏ hơn 5 m (khoảng 10% đến 15%), ở khu vực sâu hơn 5 m thì sự sai khác nhỏ hơn nhiều (khoảng 2% đến 7%). Theo Nguyen và cộng sự (2017)<sup>19</sup>, khi sử dụng ảnh vệ tinh Sentinel 2A để dự báo hàm lượng chlorophyll-a ở hồ Ba Bể, kết quả cho thấy giá trị sai số của nghiên cứu giữa giá trị đo và ảnh viễn thám ở mức từ 5–28%. Như vậy, giá trị sai số ở nghiên cứu này 4,1% là chấp nhận được.

### Lập bản đồ hiện trạng TSS hồ Trị An tháng 3/2020

Sau khi xây dựng được phương trình hồi và tính toán giá trị thông số TSS ở khu vực hồ Trị An, quá trình tính toán được thực hiện trong Microsoft Excel 2010, sau đó sử dụng công cụ nội suy IDW của phần mềm ArcGIS 10.4.1 để thành lập bản đồ hiện trạng TSS khu vực hồ Trị An tháng 3/2020. Kết quả phân bố hàm lượng TSS trong nước của hồ Trị An được trình bày ở Hình 3.

Hàm lượng TSS ở hồ Trị An xác định từ ảnh Landsat 8 OLI dao động từ 3,5–9,5 mg/L, có thể thấy giá trị TSS có sự chênh lệch không lớn giữa các vị trí quan trắc. Theo kết quả phân tích, tại tất cả các điểm quan trắc, hàm lượng TSS đều thấp hơn quy chuẩn QCVN 08-MT:2015/BTNMT đối với cột A1 ( $A1 = 20$  mg/L). Phân tích kết quả đạt được cho thấy hàm lượng TSS có giá trị cao hơn ở phía thượng nguồn (khu vực huyện Vĩnh Cửu và huyện Định Quán nơi tiếp nhận nguồn nước từ sông La Ngà và Đồng Nai) sau đó có xu hướng giảm dần về hạ nguồn (hồ phụ) nơi có đập Trị An ngăn dòng chảy. Các kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy hàm lượng TSS ở hồ thường bị chi phối bởi một số các yếu tố như lưu lượng, vận tốc dòng chảy, tốc độ lắng đọng trầm tích và tốc độ gió<sup>19,20</sup>. Ở khu vực hồ Trị An, vùng thượng nguồn nơi có hai nhánh sông Đồng Nai và La Ngà đổ vào, do đó, tốc độ dòng chảy và hàm lượng các hạt lơ lửng thường cao hơn vùng hạ nguồn. Kết quả phân bố hàm lượng TSS xác định từ ảnh Landsat 8 OLI phù hợp với các kết quả đo đạc ngoài thực địa trong nghiên cứu trước đây ở hồ Trị An<sup>11,14</sup>.

## KẾT LUẬN

Nghiên cứu này sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI để dự đoán hàm lượng TSS trong nước hồ Trị An. Kết quả cho thấy tính khả thi khi sử dụng ảnh viễn thám Landsat 8 OLI để định lượng và thành lập bản đồ phân bố TSS cho khu vực hồ Trị An. Hàm lượng TSS ở hồ Trị An tương quan tốt với dải màu từ hồng ngoại và toàn sắc. Bản đồ phân bố TSS ở hồ Trị An cho thấy trong việc cung cấp tải trọng lơ lửng cho hồ Trị An. Tuy nhiên trong nghiên cứu này, chúng tôi chỉ thực hiện một đợt khảo sát vào cuối mùa khô, khi mà hàm lượng TSS trong hồ tương đối thấp, do vậy việc thực hiện các nghiên cứu ở nhiều thời điểm khác nhau để đánh giá và kiểm chứng sự biến động hàm lượng TSS thông qua ảnh viễn thám ở hồ Trị An là hết sức cần thiết.

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

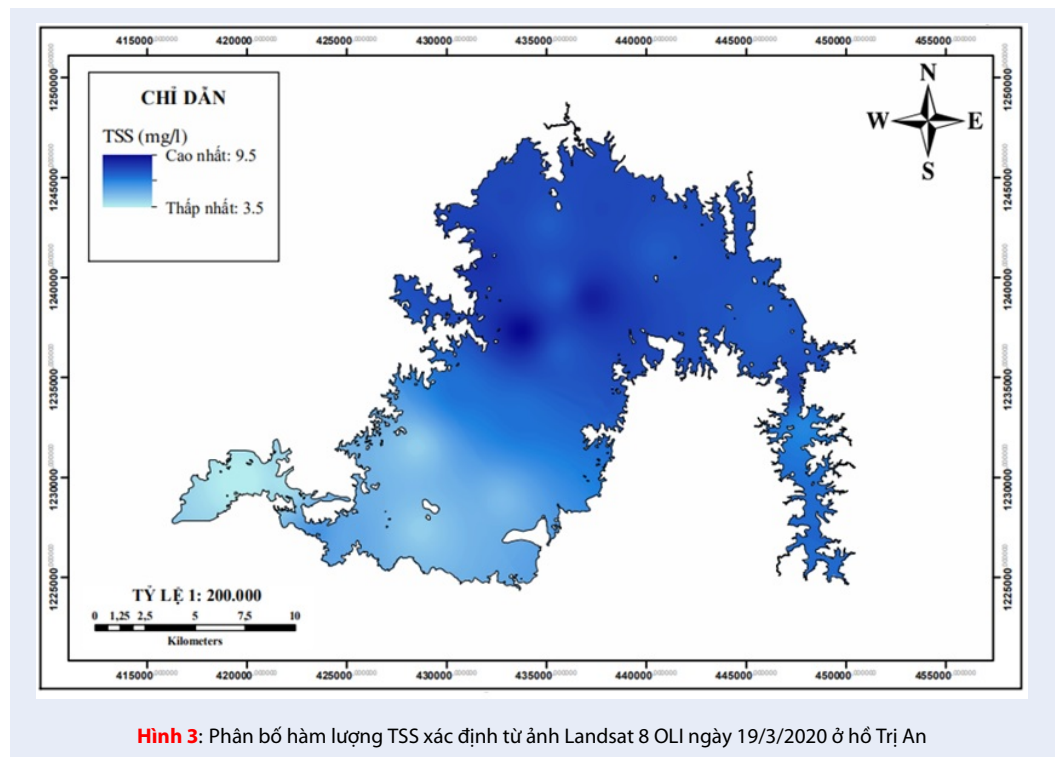
TSS: Total suspended solids–Tổng chất rắn lơ lửng  
Landsat 8 OLI: Landsat 8 Operational Land Imager–ảnh vệ tinh Landsat 8 với bộ thu nhận ảnh mặt đất  
IDW: Inverse distance weighting–Phương pháp nội suy trọng số tỷ lệ nghịch với khoảng cách  
SMAPE: Symmetric mean absolute percentage error–ai số tương đối trung bình (SMAPE)

## XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả cam đoan rằng họ không có xung đột lợi ích.

**Bảng 3:** Chênh lệch giữa hàm lượng TSS xác định từ ảnh vệ tinh và kết quả đo mẫu chất lượng nước

STT	Số hiệu mẫu	Hàm lượng TSS (mg/L)		Chênh lệch (mg/L)
		Xác định từ ảnh vệ tinh	Kết quả đo thực địa	
1	TA3	5,8	6	-0,2
2	TA7	5,4	5,8	-0,3
3	TA9	7,6	7,2	0,4
4	TA11	8,6	8,5	0,1
5	TA15	8,3	7,8	0,5
6	TA20	8,3	8,2	0,1



**Hình 3:** Phân bố hàm lượng TSS xác định từ ảnh Landsat 8 OLI ngày 19/3/2020 ở hồ Trị An

## ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Nghiên cứu này được thiết kế và thực hiện bởi tác giả Phạm Thanh Lưu và Nguyễn Thị Mỹ Lệ. Nguyễn Thị Mỹ Lệ phân tích số liệu và xử lý thống kê. Trần Thị Hoàng Yến, Trần Thành Thái hỗ trợ thu mẫu và phân tích mẫu. Trịnh Hồng Phương tham gia phân tích và tổng hợp số tài liệu, viết phần phương pháp. Ngô Xuân Quảng tham gia viết phần Tổng quan và chỉnh sửa bản thảo.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam trong đề tài mã số “KHCBS.02/19-21”.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm QV, Ha NTT, Pahlevan N, Oanh LT, Nguyen TB, Nguyen NT. Using Landsat-8 images for quantifying suspended sediment concentration in Red river (Northern Vietnam). *Remote Sensing*. 2018;10(11):1841. Available from: <https://doi.org/10.3390/rs10111841>.
2. Abirhire O, Davies J-M, Guo X, Hudson J. Understanding the factors associated with long-term reconstructed turbidity in lake Diefenbaker from Landsat imagery. *Science of The Total Environment*. 2020;724:138222. PMID: 32247980. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138222>.
3. Giàu VTN, Tuyên PTB, Trung NH. Đánh giá biến động chất lượng nước mặt sông Cần Thơ giai đoạn 2010-2014 bằng phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước (WQI). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2019;55(2):105-113. Available from: <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2019.137>.
4. Trinh HL, Vu DT. Estimating suspended sediment concentrations in surface water of Tri An Lake (Vietnam) using Land-

- sat multispectral images. *Vestnik OrelGAU*. 2014;3(48):57–64. Available from: <https://doi.org/10.15217/issn1990-3618.2015.3.57>.
5. Bayram A, Kenanoğlu M. Variation of total suspended solids versus turbidity and Secchi disk depth in the Borçka Dam Reservoir, Çoruh River Basin, Turkey. *Lake and Reservoir Management*. 2016;32:209-221. ;Available from: <https://doi.org/10.1080/10402381.2016.1160168>.
  6. APHA. Standard methods for the examination of water and waste-water, 21st edn. American Public Health Association/American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington DC. 2005;.
  7. Nguyen HQ, Sasaki J, Higa H, Nguyen HH. Spatiotemporal variation of turbidity based on Landsat 8 OLI in Cam Ranh bay and Thuy Trieu Lagoon, Vietnam. *Water*. 2017;9:570-595.;Available from: <https://doi.org/10.3390/w9080570>.
  8. Mertes LAK, Smith MO, Adams JB. Estimating suspended sediment concentrations in surface waters of the Amazon river wetlands from Landsat images. *Remote Sensing of Environment*. 1993;43(3):281-301. ;Available from: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(93\)90071-5](https://doi.org/10.1016/0034-4257(93)90071-5).
  9. Vanhellemont Q, Ruddick K. Turbid wakes associated with offshore wind turbines observed with Landsat 8. *Remote Sensing of Environment*. 2014;145:105-115. ;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.01.009>.
  10. Thuận DV. Đặc điểm trầm tích hồ thủy điện Trị An. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất*. 2013; 35(3):211-218.;
  11. Nguyen HQ, Ha NT, Pham TL. Inland harmful cyanobacterial bloom prediction in the eutrophic Tri An reservoir using satellite band ratio and machine learning approaches. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020;27:9135-9151. ;PMID: 31916153. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07519-3>.
  12. Tofallis C. A better measure of relative prediction accuracy for model selection and model estimation. *Journal of the Operational Research Society*. 2015;66(8):1352-1362;Available from: <https://doi.org/10.1057/jors.2014.103>.
  13. Nansen C. Use of variogram parameters in analysis of hyperspectral imaging data acquired from dual-stressed crop leaves. *Remote Sensing*. 2012;4(1): 180-193. ;Available from: <https://doi.org/10.3390/rs4010180>.
  14. Pham TL, Tran THY, Hoang NS, Ngo XQ, Tran TT. Co-occurrence of microcystin- and geosmin-producing cyanobacteria in the Tri An Reservoir, a drinking-water supply in Vietnam. *Fundamental and Applied Limnology*. 2020;193(4):299-311. ;Available from: <https://doi.org/10.1127/fal/2020/1296>.
  15. Giardino C, Bresciani M, Braga F, Cazzaniga I, De Keukelaere L, Knaeps E, Brando VE. Chapter 5 - Bio-optical modeling of total suspended solids. In Mishra DR, Ogashawara I, Gitelson AA (Eds.), *Bio-optical modeling and remote sensing of inland waters*. Elsevier. 2017:129-156. ;Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804644-9.00005-7>.
  16. Thảo NV, Vinh VD, Vệ ND, Cảnh PX. Xây dựng thuật toán xử lý dữ liệu viễn thám xác định hàm lượng vật chất lơ lửng tại vùng biển ven bờ châu thổ sông Hồng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*. 2016; 16(2):129-135. ;Available from: <https://doi.org/10.15625/1859-3097/16/2/8446>.
  17. Mueller JL. Inherent optical properties: Instruments, characterizations, field measurements and data analysis protocols. In *Ocean optics protocols for satellite ocean color sensor validation; revision 4*; Mueller JL, Fargion GS, McClain CR, Eds.; NASA Goddard Space Flight. 2003. Volume IV;.
  18. Ouillon S, Douillet P, Petrenko A, Neveux J, Dupouy C, Froidefond JM, Andréfouët A, Muñoz-Caravaca A. Optical algorithms at satellite wavelengths for total suspended matter in tropical coastal waters. *Sensors*. 2008;8(7):4165-4185.;PMID: 27879929. Available from: <https://doi.org/10.3390/s8074165>.
  19. Nguyen TTH, Nguyen TPT, Katsuaki K, Mai TN. Selecting the best band ratio to estimate chlorophyll-a concentration in a tropical freshwater lake using Sentinel 2A images from a case study of Lake Ba Be (Northern Vietnam). *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2017;6(9):290.;PMID: <https://doi.org/10.3390/ijgi6090290>.
  20. Pahlevan N, Chittimalli SK, Balasubramanian SV, Vellucci V. Sentinel-2/Landsat-8 product consistency and implications for monitoring aquatic systems. *Remote Sensing of Environment*. 2019;220:19-29. ;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.10.027>.



# Application of Landsat 8 Oli for the total suspended solid (TSS) mapping in the Tri An reservoir, Dong Nai province

Pham Thanh Luu<sup>1,2,\*</sup>, Nguyen Thi My Le<sup>3</sup>, Trinh Hong Phuong<sup>3</sup>, Tran Thi Hoang Yen<sup>3</sup>, Tran Thanh Thai<sup>2</sup>, Ngo Xuan Quang<sup>1,2</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

<sup>1</sup>Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup>Institute of Tropical Biology, Vietnam Academy of Science and Technology, 85 Tran Quoc Toan Street, District 3, Hochiminh City, Vietnam

<sup>3</sup>Hochiminh City University of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Sy Street, Tan Binh District, Hochiminh City, Vietnam

## Correspondence

**Pham Thanh Luu**, Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam

Institute of Tropical Biology, Vietnam Academy of Science and Technology, 85 Tran Quoc Toan Street, District 3, Hochiminh City, Vietnam

Email: thanhluupham@gmail.com

## History

- Received: 05/8/2020
- Accepted: 19/11/2020
- Published: 20/12/2020

DOI :10.32508/stdjns.v4i1.994



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## ABSTRACT

Remote sensing techniques have been widely used to measure the qualitative parameters of waterbodies. Total suspended solid (TSS) is an important water quality parameter and a surrogate for the water clarity. It can be used as the indicator of sediment in the reservoir, which usually consists of silt, fine sand and microorganisms. This study aimed to utilize the remote sensing technology, in particular Landsat 8 Operational Land Imager (Landsat 8 OLI), to determine the amount of TSS concentration as well as the spatial distribution of TSS concentration in the surface water of the Tri An reservoir. The relationship between field TSS data collected in March, 2020 and the reflectance values of the the Landsat 8 Oli images was investigated. Results showed that there was a strong linear relationship between TSS concentration and the reflectance of the red and *near infrared* reflectance bands from the Landsat 8 Oli ( $r$  ranged from 0.58–0.93), in which the ratio of the red band produced the best correlation with the TSS ( $r = 0.93$ , with a standard error of 0.6–1.39 mg/L). Based on the linear regression equation, the TSS concentration calculated from the red reflectance values was used for mapping the spatial distribution of TSS in the surface water of the Tri An reservoir. Our results confirmed the accuracy and potential of using the single band from Landsat 8 OLI for mapping the spatial distribution of TSS in the Tri An reservoir.

**Key words:** Remote sensing, total suspended solid, Tri An reservoir, Landsat 8 OLI

**Cite this article :** Luu P T, Le N T M, Phuong T H, Yen T T H, Thai T T, Quang N X. **Application of Landsat 8 Oli for the total suspended solid (TSS) mapping in the Tri An reservoir, Dong Nai province.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(S1):SI87-SI95.