

Ứng dụng ảnh viễn thám planet phục vụ công tác quan trắc hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ

Application of Planet satellite imagery for monitoring medium-scale and small-scale reservoirs

Nguyễn Phương Dung⁽¹⁾, Nguyễn Quang Thanh⁽²⁾

Tóm tắt

Nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám có độ phân giải cao để trích xuất số liệu phục vụ cho quan trắc hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ tại Việt Nam. Trong nghiên cứu này tác giả đưa ra những ưu điểm của ảnh Planet trong tính toán mặt nước cũng như để xuất ngưỡng giá trị NDWI khi dùng ảnh vệ tinh Planet tính toán mặt nước của hồ Sông Tranh. Qua đó đặt ra mối liên hệ cho việc áp dụng tương tự tại các hồ chứa vừa và nhỏ (ví dụ Đám Thìn). Việc dùng ảnh vệ tinh độ phân giải cao, miễn phí để lập số liệu quan trắc trong đánh giá an toàn hồ đập là một hướng đi mới nhưng hoàn toàn có căn cứ và có thể áp dụng được. Việc ứng dụng này chỉ là bước đầu trong quá trình hoàn thiện các thông số quan trắc hồ chứa vừa và nhỏ, nhưng sẽ rất cần thiết trong điều kiện không đủ số liệu quan trắc theo thời gian.

Từ khóa: quan trắc hồ chứa, hồ vừa và nhỏ, Planet's image collection, Google Earth Engine

Abstract

The study uses high-resolution remote sensing images to extract data for monitoring small and medium-sized reservoirs in our country. Within this study, the advantages of using Planet's high-resolution satellite image in water surface calculation, as well as praa have been mentioned. Thereby making a connection to similar applications for small and medium reservoirs (e.g., Dam Thin reservoir). The use of free, high-resolution satellite images to establish monitoring data in the dam safety assessment is a new direction, but completely grounded and applicable. This application is only the first step in the process of collecting the monitoring parameters for small and medium-sized reservoirs, but at the same time, it is very necessary for the condition of insufficient monitoring data over time.

Key words: reservoir monitoring, small and medium reservoirs, remote sensing, GEE

(1) TS, Giảng viên, khoa Công trình, ĐH Thủy Lợi, Email: <nguyenphuongdungn@tlu.edu.vn>

(2) ThS, Kỹ sư, Viện Thủy Công, Email: <thanhngq13@wru.vn>

Ngày nhận bài: 31/03/2022
Ngày sửa bài: 21/04/2022
Ngày duyệt đăng: 5/7/2022

1. Đặt vấn đề

Theo thống kê từ Tổng cục Thủy lợi, hiện nay ở Việt Nam có 6750 hồ chứa thủy lợi các loại [1]. Trong đó các hồ chứa vừa và nhỏ lại chiếm đến khoảng 87% (5858 hồ), phân bố trên cả nước. Qua khảo sát thì đa phần các đập tạo hồ chứa thủy lợi đều là đập đất, xây dựng từ những năm 80 của thế kỷ trước. Các vấn đề an toàn hồ chứa dù được quan tâm và đặt đầu bài từ rất sớm nhưng do hạn chế về kỹ thuật và vốn đầu tư nên kết quả đang rất hạn chế và tiềm ẩn nguy cơ xảy ra sự cố. Đặc biệt trong vấn đề quan trắc hồ chứa vừa và nhỏ thì lại càng ít được quan tâm, dù đây là đối tượng chịu nhiều tổn thương sau nhiều năm hoạt động.

Hồ chứa vừa và nhỏ [2] theo nghị định 114/2018/NĐ-CP của chính phủ là những hồ chứa có chiều cao nhỏ hơn 15m, và có dung tích toàn bộ dưới 3.000.000 m³. Nhiệm vụ quan trắc hồ chứa nhỏ ở Việt Nam hiện nay nói chung còn nhiều tồn tại cả ở khâu thiết kế, thi công lắp đặt và quản lý vận hành, bảo trì. Đa phần với các hồ chứa vừa và nhỏ ở Việt Nam đều nằm trong tình trạng rất hạn chế về số lượng thiết bị quan trắc, thu thập số liệu quan trắc và đánh giá an toàn hồ đập. Công tác quan trắc đa phần là thủ công và việc cập nhật số liệu cũng là thủ công. Điều này dẫn tới việc đánh giá an toàn có thể không cập nhật và dẫn tới các sự cố về hồ đập.

Hiện nay với sự phát triển của khoa học trái đất, kỹ thuật viễn thám đã được ứng dụng trong công tác giám sát môi trường đất, nước. Có rất nhiều các kết quả nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám để quan trắc tài nguyên (rừng, nước mặt, ngập do lũ, ngập ven biển ...). Các ảnh viễn thám chất lượng tốt thường là tài liệu có tính phí và chúng phụ thuộc rất nhiều vào nguồn ảnh viễn thám cũng như chu kỳ cung cấp ảnh. Nghiên cứu này muốn nhấn mạnh việc sử dụng ảnh viễn thám sẵn có trong công tác quan trắc các hồ chứa vừa và nhỏ tại Việt Nam. Đây là các đối tượng có diện tích bề mặt không lớn nên có thể dẫn tới sai số trong việc lấy kết quả phục vụ cho công tác quan trắc khi ảnh viễn thám có độ phân giải không cao. Ảnh viễn thám từ Planet có độ phân giải cao, đang là nguồn dữ liệu miễn phí đối với một vài khu vực ở Châu Á (trong đó có Việt Nam). Việc có thể tận dụng tài liệu này trong đánh giá tài nguyên nước của hồ chứa thủy lợi là rất khả quan, từ kết quả đó có thể so sánh với các số liệu quan trắc thực tế để phục vụ công tác đánh giá an toàn hồ đập. Với nhiệm vụ đảm bảo độ thông tin quan trắc trong đánh giá an toàn hồ đập, bài viết sẽ hướng tới so sánh kết quả trích xuất mặt nước theo thời gian của hồ chứa vừa và nhỏ. Kết quả này cùng với các thông số quan trắc khác sẽ được đề cập cụ thể hơn ở nghiên cứu sau. Bài viết, do đó, sẽ không đặt nặng về kỹ thuật phân tích ảnh viễn thám mà tập trung đánh giá kết quả phân tích ảnh viễn thám để lấy được thông số cho công tác quan trắc hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ.

Phạm vi nghiên cứu sẽ tập trung vào việc trích xuất thông số mặt nước đối với hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ. Tuy vậy, một trường hợp đối sánh được thực hiện với hồ Sông Tranh 2 nhằm kiểm định kết quả, và sẽ trình bày ở phần sau.

2. Phương pháp nghiên cứu

Ảnh viễn thám là và công cụ điện toán đám mây đã phát triển và trở nên phổ biến hiện nay, nó cho phép người dùng thực hiện công việc của mình trên đám mây, nhằm tiết kiệm thời gian tính toán, xử lý số liệu và dung lượng bộ nhớ. Trong các công nghệ điện toán đám mây được phát triển, công cụ Google Earth Engine (GEE) của Google là một trong những công cụ lưu trữ và tính toán dữ liệu viễn thám và thông tin địa lý được sử dụng rộng rãi [3]. Công cụ cho phép sử dụng, tính toán và triệu xuất dữ liệu cho

khu vực nghiên cứu từ bộ cơ sở dữ liệu ảnh vệ tinh được lưu trữ trên hệ thống máy chủ, do vậy tiết kiệm được nhiều tài nguyên và thời gian tính toán so với các phương pháp tính toán truyền thống.

Tùy vào mục đích sử dụng ảnh vệ tinh, yêu cầu chất lượng ảnh và tần số để theo dõi và phân tích được những thay đổi về bề mặt hoặc môi trường theo không gian và thời gian. Với hồ chứa vừa và nhỏ, rõ ràng việc có được ảnh chất lượng tốt trong việc trích xuất kết quả mặt nước là rất cần thiết nhưng cũng kèm theo điều kiện hạn chế về chi phí dành cho công việc này. Các ảnh viễn thám có sẵn và kèm theo chất lượng tốt thường chỉ được thu thập ở một số thời điểm nhất định chứ không đảm bảo chuỗi thời gian đủ dài trong đánh giá. Việc này dẫn tới những khó khăn nhất định trong đánh giá quan trắc hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ.

2.1. Ảnh viễn thám

Về ảnh viễn thám, có 2 nhóm ảnh quang học và ảnh radar đã được sử dụng trong nhiều nghiên cứu ứng dụng. Ở nghiên cứu này, nhóm ảnh quang học bao gồm ảnh vệ tinh Sentinel-2A, Landsat 8 và Planet [4] được sử dụng để thực hiện tính toán.

Các dữ liệu vệ tinh của Planet [4] được chụp dưới dạng một dải hình ảnh khung đơn liên tục (cảnh). Mỗi vệ tinh của PlanetScope là một hệ số dạng CubeSat 3U(10x10x30) cm [4]. Chùm vệ tinh hoàn chỉnh bao gồm 130 vệ tinh có thể hình ảnh toàn bộ bề mặt đất của trái đất mỗi ngày.

Planet cung cấp ba dạng hình ảnh: (1) Basic Scene, (2) Ortho Scene, và (3) Ortho Tile. [4] Ảnh viễn thám từ Planet là ảnh cơ bản được điều chỉnh bằng cảm biến Top of Atmosphere Radiance cho phép người dùng xử lý hình ảnh và hiệu chỉnh hình học. Trong bài viết này, ảnh được sử dụng là ảnh Basic Scene có kích thước phân giải 4,77x4,77m, hiện chỉ có 4 dải phổ. Ảnh được sử dụng miễn phí ở một số nước châu Á trong đó có Việt Nam.

Để đảm bảo độ chính xác cho nghiên cứu, các ảnh có độ che phủ của mây dưới 20% sẽ được sử dụng.

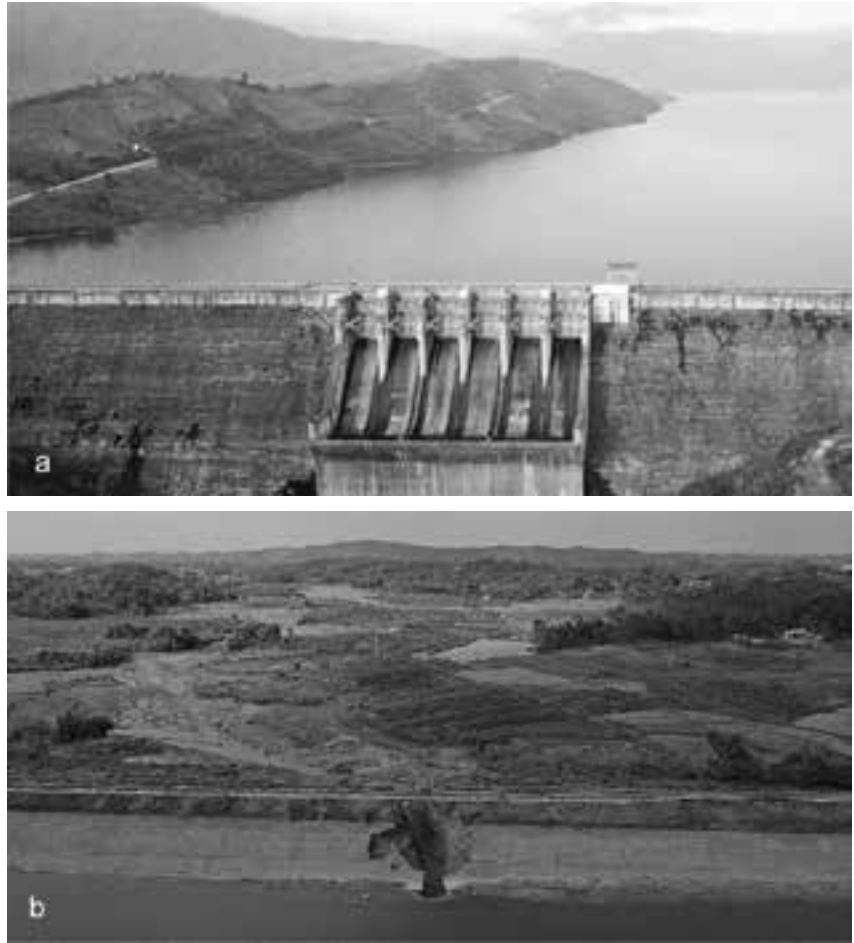
2.2. Chỉ số NDWI

Chỉ số NDWI đối với ảnh vệ tinh Planet sử dụng dải màu xanh lá và cận hồng ngoại (NIR). Công thức chung tính toán chỉ số NDWI được biểu diễn dưới đây:

$$NDWI = (Green - NIR)/(Green + NIR) \quad (1)$$

Giá trị của chỉ số NDWI nằm trong khoảng từ -1 đến 1 [6,7] và ngưỡng đề xuất để cho kết quả diện tích bề mặt nước là lớn hơn -0,2.

Ảnh vệ tinh từ Landsat8 [9] và Sentinel-2A có độ phân giải của các dải phổ lần lượt là 30m và 10m. Để trích xuất được mặt nước của hồ chứa, chỉ số NDWI được hiệu chỉnh để có được kết quả diện tích mặt nước phù hợp với thực tế quan trắc (số liệu trích xuất diện tích mặt nước hồ Sông Tranh từ ảnh vệ tinh Sentinel-2A và Landsat8 được so sánh với diện tích có được khi quan trắc mực nước trong hồ và



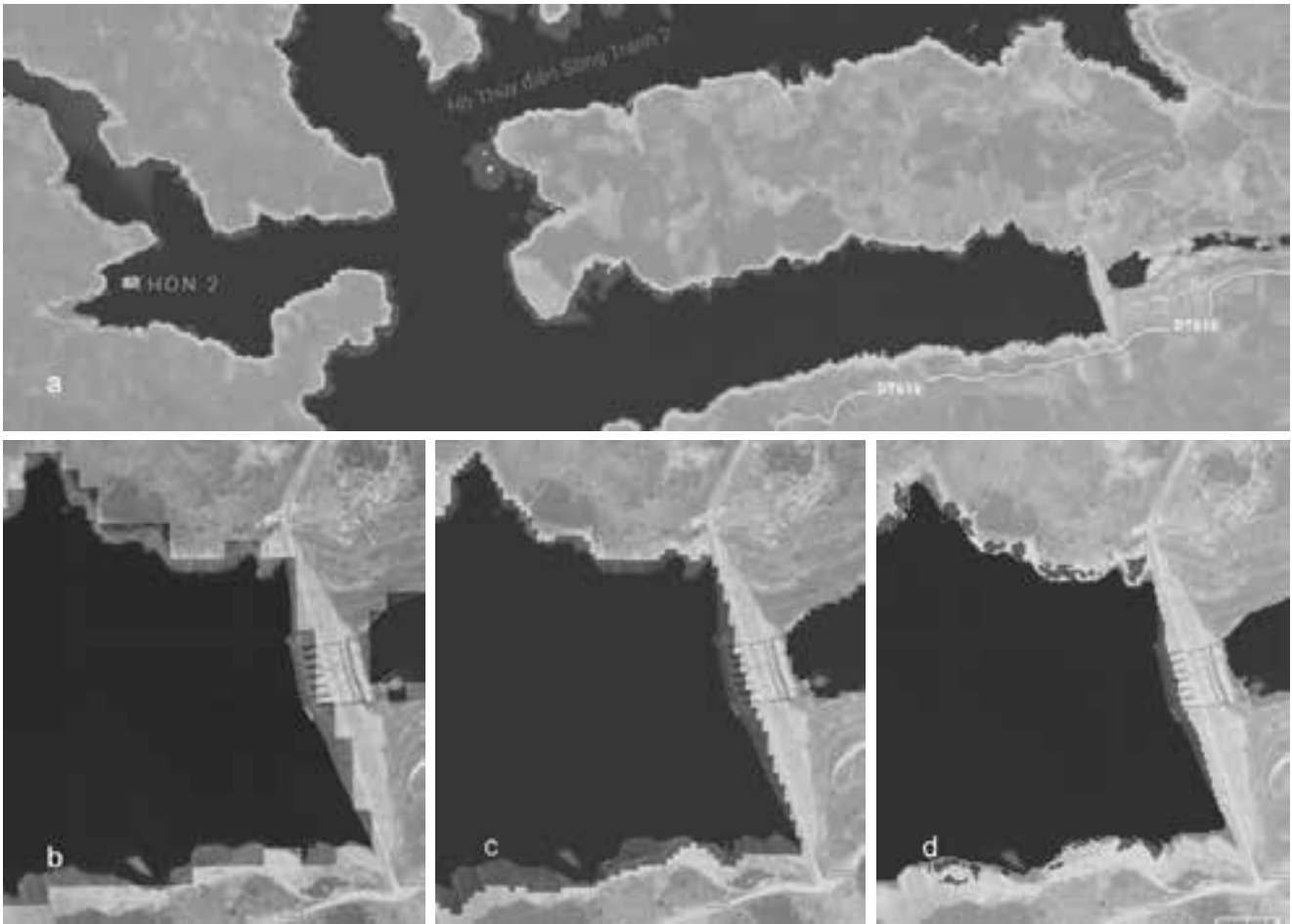
Hình 1. Hồ Sông Tranh (a) và Đầm Thèn (b) năm 2020.

đường đặc tính quan hệ lòng hồ). Với các hồ chứa lớn, việc dùng ảnh có độ phân giải 30m hoặc 10m cũng có thể cho kết quả chấp nhận được, tuy nhiên với hồ chứa thủy lợi nhỏ, dùng ảnh vệ tinh với độ phân giải tốt hơn sẽ giảm đi sai số trích xuất diện tích mặt nước. Trong phạm vi nghiên cứu, các tác giả nhập thủ công và đưa ra một giá trị ngưỡng phù hợp để tính toán diện tích mặt nước đối với hồ chứa vừa và nhỏ ở Việt Nam. Với ảnh Planet, độ phân giải của các dải phổ là 4,77m – chỉ số NDWI do đó cũng cần được thay đổi để đảm bảo kết quả phù hợp. Kết quả hiệu chỉnh đối với hồ chứa nước Sông Tranh sẽ được thể hiện chi tiết trong phần sau nhằm kiểm định và so sánh với các kết quả trước đó. Bảng thống kê dưới đây cho thấy sự khác nhau của các dải phổ, bước sóng và độ phân giải của chúng (bảng 1).

Bảng 1: Nguồn ảnh vệ tinh và các đặc tính của chúng

Nguồn ảnh vệ tinh	Tần số dải màu xanh lá (nm)	Tần số dải cận hồng ngoại (nm)	Độ phân giải (m)
Landsat8	530-590	850-880	30
Sentinel-2A	560	835,1	10
Planet	500-590	780-860	4,77

Khi có được thông số diện tích mặt nước của hồ chứa từ việc điều chỉnh chỉ số NDWI, bước tiếp theo là so sánh với cơ sở dữ liệu quan trắc từ Hệ thống giám sát thiên tai Việt Nam (VNDMS – [5]) – nơi có tập hợp bộ cơ sở dữ liệu về các hồ chứa. Tuy nhiên với các hồ chứa vừa và nhỏ, thông



Hình 2. Kết quả trích xuất mặt nước hồ Sông Tranh từ ảnh vệ tinh tháng 5/2020.
 (a) tổng thể mặt nước; (b) mặt nước gần đập dâng từ ảnh Landsat8; (c) ảnh Sentinel-2A; (d) ảnh Planet.

số quan trắc mực nước (là thông số quan trắc được dùng trong đánh giá an toàn hồ đập) lại không được theo dõi và cập nhật theo thời gian thường xuyên và tự động. Vì thế việc sử dụng ảnh vệ tinh và các dữ liệu của nó để tính toán đặc trưng hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ là rất cần thiết. Trong phạm vi nghiên cứu của bài viết, diện tích mặt hồ chứa sẽ là đối tượng được so sánh giữa các nguồn ảnh khác nhau, từ đó đề xuất ngưỡng chỉ số NDWI phù hợp. Việc ứng dụng ảnh viễn thám Planet với độ phân giải 4,77m là phù hợp với việc đánh giá thông số này.

3. Quan trắc hồ chứa thủy lợi

Những nghiên cứu trước đây về hồ chứa thủy lợi ở Việt Nam đã khẳng định việc ứng dụng ảnh viễn thám trong việc xác lập các thông số quan trắc hồ chứa theo thời gian. Trường hợp được khảo sát ở đây là hồ Sông Tranh 2 – đây là hồ chứa lớn có đủ số liệu quan trắc và đã được nghiên cứu trước đây. Nghiên cứu sử dụng kết quả trích xuất diện tích mặt nước từ ảnh Landsat8 [9], so sánh với kết quả tính toán chỉ số NDWI từ nguồn ảnh Sentinel-2A và Planet ở cùng mốc thời gian so sánh. Nhiệm vụ của việc khảo sát này là khẳng định mức độ chính xác của kết quả khi dùng các ảnh vệ tinh từ các nguồn khác nhau. Nghiên cứu tiếp theo là áp dụng quy trình tính toán và khoảng giá trị NDWI khi dùng ảnh vệ tinh Planet với hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ.

3.1. Giới thiệu công trình điển hình

Công trình hồ chứa thủy điện Sông Tranh 2 xây dựng năm 2006 và đưa vào phát điện năm 2010 nằm trên dòng

chính sông Tranh, thuộc huyện Bắc Trà My và Nam Trà My tỉnh Quảng Nam. Công trình có nhiệm vụ phát điện là chính và góp phần cấp nước và đẩy mặn cho vùng hạ du sông Vũ Gia – Thu Bồn (Hình 1a).

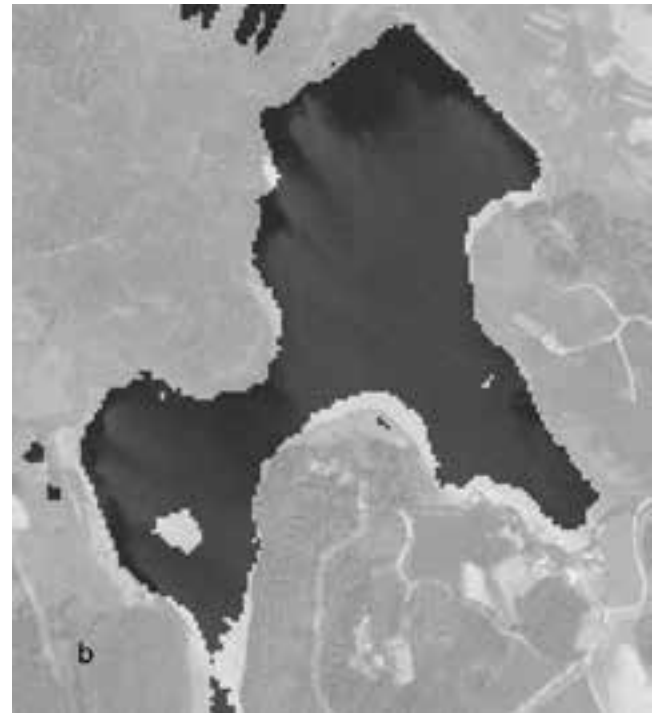
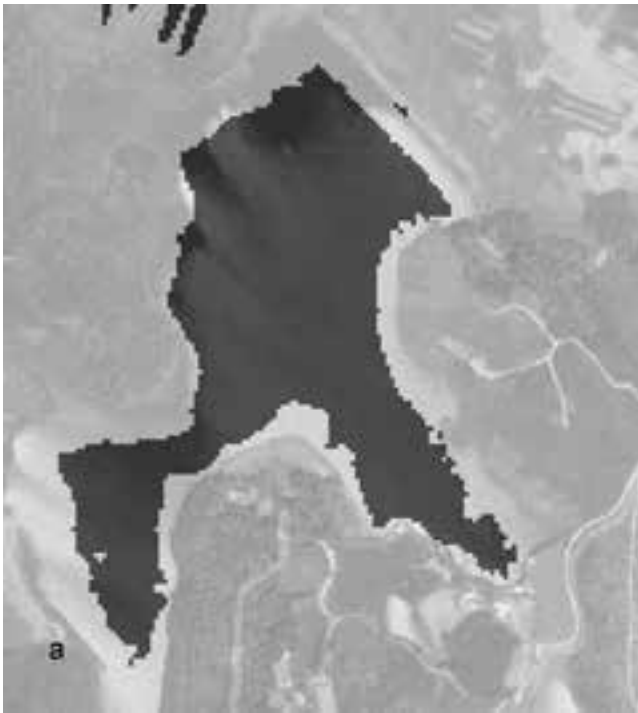
Hồ chứa thủy lợi Đầm Thìn được sửa chữa năm 2008, đưa vào sử dụng và khai thác 2010, có dung tích khoảng 600.000m³. Đây là hồ chứa thuộc loại vừa theo phân cấp hồ chứa. Hồ Đầm Thìn có diện tích hơn 15 ha mặt nước với mực nước thường xuyên +35,35, đảm bảo cấp nước cho khoảng 200ha đất nông nghiệp ở xã Cấp Dẫn, huyện Cẩm Khê, tỉnh Phú Thọ (Hình 1b).

3.2. Nghiên cứu so sánh kết quả

3.2.1. Kết quả tính toán đối với hồ Sông Tranh

Kết quả trích xuất diện tích mặt nước hồ Sông Tranh được lấy vào tháng 5 năm 2020 từ nguồn ảnh Landsat8. Việc tính toán tiến hành với ảnh vệ tinh từ nguồn ảnh Sentinel-2A và Planet nhằm mục đích so sánh. Hình 2 cho thấy sự khác biệt trong kết quả đường mặt nước từ 3 nguồn ảnh khác nhau. Điều này có thể được giải thích bởi độ phân giải khác nhau của các ảnh vệ tinh. Bảng 2 cũng đồng thời tổng hợp một số kết quả có được khi phân tích ảnh vệ tinh. Sự khác biệt chỉ số NDWI được hiệu chỉnh thủ công trên số liệu quan trắc đã có (chỉ có với các hồ chứa lớn).

Kết quả quan trắc hồ Sông Tranh sở dĩ có sự cập nhật liên tục và số liệu được lấy để so sánh ở đây có độ tin cậy cao, bởi đây là hồ chứa được xếp vào loại lớn lại nằm ở vùng thường xuyên xảy ra địa chấn. Lịch sử khai thác công trình



Hình 3. Kết quả trích xuất mặt nước hồ Đầm Thìn từ ảnh Planet.
(a) tháng 5/2021; (b) tháng 1/2022.

đã nhiều lần ghi nhận các trận địa chấn, dù độ lớn động đất tương đối nhỏ nhưng lại xảy ra khá thường xuyên. Với đặc điểm này hồ chứa nhận được sự quan tâm và được quan trắc, đánh giá an toàn định kỳ [8].

Bảng 2: Kết quả phân tích ảnh vệ tinh hồ Sông Tranh

	Landsat8	Sentinel-2A	Planet
Thời gian	5/2020	5/2020	5/2020
Chỉ số NDWI hiệu chỉnh	0,105	0,085	-0,120
Diện tích mặt nước (ha)	1692,92	1705,74	1718,46
Sai số (%)	4,29 [9]	3,57	2,85

3.2.2. Kết quả tính toán đối với hồ đầm Thìn

Với hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ, bức tranh về vấn đề quan trắc và đánh giá an toàn công trình lại không như vậy. Hồ Đầm Thìn là một ví dụ. Đây là hồ chứa loại vừa, không được bố trí thiết bị quan trắc tự động và cũng không được cập nhật số liệu quan trắc thường xuyên. Việc đánh giá an toàn đập do đó không được tiến hành thường xuyên nếu chưa có các báo cáo sự cố bằng quan sát trực tiếp. Tuy nhiên điều này cũng dẫn đến những hư hỏng đáng tiếc khi sự việc đã rồi. Sự cố đối với đập dâng của hồ Đầm Thìn vào cuối tháng 5/2020 đã đặt ra nhiều câu hỏi trong vấn đề quan trắc các hồ chứa loại vừa và nhỏ. Khi đó, giải pháp về việc khai thác ảnh vệ tinh để có số liệu quan trắc đã được quan tâm nhiều hơn. Kết quả tính toán diện tích của hồ Đầm Thìn vào tháng 5/2021 và tháng 1/2022 được lần lượt thể hiện trên hình 3, thời điểm sau khi hồ được sửa chữa vào tháng 11/2020. Số liệu kiểm định tính toán diện tích mặt nước của hồ Đầm Thìn cũng chỉ dựa trên báo cáo sơ bộ của đơn vị khai thác. Chỉ số NDWI hiệu chỉnh ở đây có tính chất tham khảo nhưng cũng khá phù hợp với kết quả ở bảng 3.

Bảng 3: Kết quả phân tích ảnh vệ tinh hồ Đầm Thìn

Hồ Đầm Thìn	Thời gian	Chỉ số NDWI hiệu chỉnh	Diện tích mặt nước (ha)
	5/2021	-0,185	10,82
	11/2021	-0,193	14,46

3.2.3. Thảo luận

Thông qua việc tính toán diện tích mặt nước của các hồ chứa, kèm theo đó là hiểu rõ về đường đặc tính lòng hồ thì việc tìm ra mực nước trong hồ là hoàn toàn khả thi. Việc nội suy mực nước hồ chứa và mức độ hiệu chỉnh độ chính xác sẽ cần phải tiến hành kiểm định với nhiều hồ chứa vừa và nhỏ khác để có kết luận cuối cùng về khả năng sử dụng ảnh vệ tinh như một công cụ cung cấp số liệu quan trắc hồ thủy lợi vừa và nhỏ. Các tác giả nhận thấy trong công tác quản lý an toàn hồ đập thì việc này hoàn toàn có thể áp dụng rộng rãi. Đối với ảnh vệ tinh dùng trong nghiên cứu, ảnh Planet độ phân giải 4,77m chính là ưu điểm nổi bật so với các ảnh vệ tinh miễn phí khác.

Dù vậy kết quả tính toán chỉ số NDWI hiệu chỉnh khi dùng ảnh Planet sẽ đòi hỏi cần nhiều số liệu đối sánh hơn nữa. Phương thức so sánh như đã trình bày trên đây cho phép áp dụng với các hồ vừa và nhỏ ở Việt Nam là có tính thuyết phục cao và kinh tế. Sự khác biệt trong chỉ số NDWI hiệu chỉnh đối của ảnh Planet trong nghiên cứu này so với ảnh từ nguồn Landsat8 và Sentinel-2A là điều các tác giả muốn nhấn mạnh, cụ thể chỉ số NDWI được khảo sát từ giá trị -0,2 với các hồ vừa và nhỏ.

4. Kết luận và kiến nghị

Có thể áp dụng phương thức đánh giá diện tích mặt nước cho các hồ vừa và nhỏ như đã trình bày ở trên, từ đó thành lập bộ thông số quan trắc phục vụ cho đánh giá an toàn đập

(xem tiếp trang 33)

Tài liệu tham khảo

1. L. Gallagher and P. Peduzzi, *Sand and Sustainability: Finding new solutions for environmental governance of global sand resources*, 2019.
2. *The economist*, *An improbable global shortage: sand*, 2017.
3. <https://vietnamnet.vn/den-nam-2020-du-bao-khong-con-cat-de-xay-dung-388984.html>
4. <http://www.bmapa.org/uses/construction.php>
5. P. Peduzzi, *Sand, rarer than one thinks*. *Environmental Development*, 11, 208–218, 2014.
6. J. Limeira, L. Agulló, M. Etxebarria, *Dredged marine sand as a new source for construction materials*, *Mater. D. Constr.* 62 (305) 7–24, 2012.
7. <http://www.marineaggregates.info/marine-aggregates-in-structural-concrete.html>
8. AASHTO M145-91 (2021) *Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes*.
9. <https://tuoitre.vn/ap-dung-co-che-dac-thu-de-som-du-dat-lam-duong-cao-toc-bac-nam-20210616155153867.htm>
10. TCVN 5747:1993 *Đất xây dựng- Phân loại*
11. TCVN 9436:2012 *Nền đường ô tô- Thi công và nghiệm thu*
12. W. Gutt, R.J. Collins, *Sea-dredged aggregates in concrete*, *Build. Res. Establish Watford, UK* (7), 1987.
13. S. Hasdemir, A. Tugrul, M. Yilmaz, *The effect of natural sand composition on concrete strength*, *Constr. Build. Mater.* 112, 940–948, 2016
14. W. Liu, Y.J. Xie, B.Q. Dong, F. Xing, *Study on the characteristics of dredged marine sand and the mechanical properties of concrete made with dredged marine sand*, *Bull. Chin. Ceram. Soc.* 33 (1) 15–22 (in Chinese), 2014.
15. Jianzhuang Xiao, Chengbing Qiang, Antonio Nanni, Kaijian Zhang, *Review- Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Current status and future opportunities*, *Constr. Build. Mater.* 155, 1101–1111, 2017.
16. K. Newman, *Sea-dredged aggregates for concrete*, in: *Proceedings of the Symposium: Sea-dredged Aggregates for Concrete, Sand and Gravel Association Great Britain, Buckinghamshire, UK*, 1968.
17. Trần Tuấn Hiệp, Võ Xuân Lý, Lê Văn Bách, *Nghiên cứu sử dụng cát biển và nước biển và nước nhiễm mặn làm bê tông xi măng trong xây dựng đường ô tô và công trình phòng hộ ven biển vùng đồng bằng Nam bộ*, *Tạp chí Giao thông Vận tải*, Số tháng 6, 2002.
18. Hoàng Minh Đức, Nguyễn Kim Thịnh, *Nghiên cứu sử dụng cát dụn tại chỗ làm đường bê tông xi măng trên đảo Phú Quốc*, *Tạp chí KHCN Xây dựng*, Số tháng 3, 2017.
19. Lê Văn Bách, *Nghiên cứu sử dụng cát biển Bình Thuận và Vũng Tàu làm bê tông xi măng trong xây dựng đường ô tô*. *Luận án Tiến sỹ Kỹ thuật*, Đại học Giao Thông Vận Tải, 175 trang, 2006.
20. Nguyễn Văn Thành (2014). *Nghiên cứu khả năng sử dụng vật liệu cát biển tự nhiên trong xây dựng nền đường ven biển Hà Tĩnh*, *Luận văn cao học*, Trường Đại học Xây dựng.

Ứng dụng ảnh viễn thám planet phục vụ công tác...

(tiếp theo trang 28)

theo thời gian. Với từng trường hợp cụ thể, chỉ số NDWI tính toán cần được hiệu chỉnh và kiểm định riêng, khuyến cáo từ nghiên cứu này có thể đặt ra ngưỡng đánh giá chỉ số NDWI khác với các ảnh vệ tinh từ nguồn Landsat8 và Sentinel-2A.

Nhược điểm của việc khai thác ảnh viễn thám Planet là thời điểm cung cấp ảnh. Chất lượng ảnh khi thời tiết không tốt có thể dẫn tới kết quả sai lệch trong tính toán (thậm chí

không thể dùng được ảnh).

Dù còn cần thực hiện nhiều nghiên cứu để có kết luận về khả năng áp dụng ảnh Planet trong việc thiết lập số liệu quan trắc, nhưng việc có thể dùng một công cụ độc lập với chất lượng đảm bảo thì đây là hướng áp dụng khả thi phục vụ công tác đánh giá an toàn hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ./.

Tài liệu tham khảo

1. <http://baocaonhanh.thuylvietnam.vn/> Thống kê nguồn thủy lợi việt nam
2. Nghị định 114/2018/NĐ-CP về *Quản lý an toàn đập, hồ chứa nước*.
3. <https://earthengine.google.com/>
4. Planet Team (2017). *Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth*. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>
5. <http://vndms.dmc.gov.vn/>
6. McFeeter, S. K. 1996 *The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features*. *Int. J. Remote Sens*
7. Huang, C., Chen, Y., Zhang, S. & Wu, J. 2018 *Detecting, extracting, and monitoring surface water from space using optical sensors: a review*. *Rev. Geophys.* 56, 333–360. <https://doi.org/10.1029/2018RG000598>
8. Viet Nam – New Zealand (2015). *Dam and Downstream Community Safety Initiative (DDCSI) Guidelines*.
9. Dinh Nhat Quang, et al., *Remote sensing applications for reservoir water level monitoring, sustainable water surface management, and environmental risks in Quang Nam province, Vietnam*, *Journal Water & Climate Change*, 2021, <https://doi.org/10.2166/wcc.2021.347>