

Ứng dụng Google Earth Engine đánh giá mối liên hệ giữa sự thay đổi lượng trữ và biến động dòng chảy lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai

Lê Trọng Diệu Hiền^{1,*}, Nguyễn Lê Tấn Đạt¹, Đỗ Xuân Hồng²



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

¹Khoa Tài Nguyên và Môi Trường, Trường đại học Thủ Dầu Một, Bình Dương, Việt Nam

²Khoa Môi trường và Tài nguyên, Trường đại học Nông Lâm Tp. HCM, Việt Nam

Liên hệ

Lê Trọng Diệu Hiền, Khoa Tài Nguyên và Môi Trường, Trường đại học Thủ Dầu Một, Bình Dương, Việt Nam

Email: hienltd@tdmu.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 05-8-2024
- Ngày sửa đổi: 20-11-2024
- Ngày chấp nhận: 09-6-2025
- Ngày đăng: 30-6-2025

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v9i1.789>



Check for updates

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

Nghiên cứu này sử dụng nền tảng Google Earth Engine (GEE) để tính toán dung tích nước dự trữ tại lưu vực Sài Gòn-Đồng Nai sông ở Việt Nam bằng các sản phẩm thu được từ viễn thám liên quan đến lượng bốc thoát hơi nước (evapotranspiration - ET) và lượng mưa (P). GEE được sử dụng để lấy hai thông tin đầu vào: sự bốc thoát hơi nước từ dữ liệu MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometers) trải rộng trên lưu vực và lượng mưa vệ tinh CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data). Sau đó, mối tương quan của biến động dòng chảy và những thay đổi về lượng trữ được xem xét trong giai đoạn 2000 – 2019. Các phát hiện cho thấy rằng, trong mỗi năm nghiên cứu, có sự thay đổi âm về lượng nước từ tháng 1 đến tháng 4 do lượng bốc hơi nhiều hơn và lượng mưa ít hơn. Do lượng mưa tăng từ tháng 5 đến tháng 10, bức xạ mặt trời giảm, nhiệt độ giảm nên mùa mưa có giá trị biến thiên dung tích nước cao nhất. Lượng mưa và sự bốc thoát hơi nước có mối tương quan thuận, cũng như mối tương quan giữa lượng trữ và lượng nước. Lượng nước dự trữ và sự biến động lưu lượng dòng chảy có mối tương quan thấp ($R=0,38$) có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$). Phương pháp trong nghiên cứu có thể được áp dụng cho các nghiên cứu tương tự trên các lưu vực sông khác. Ngoài ra, những kết quả tìm thấy có thể hỗ trợ các nhà quản lý đưa ra những chính sách quản lý nước hiệu quả.

Từ khóa: lượng trữ, bốc thoát hơi nước, MODIS, CHIRPS, biến động dòng chảy

GIỚI THIỆU

Nước rất cần thiết cho các quá trình công nghiệp, sản xuất điện, an ninh lương thực, và sự sống của con người. Nước rất cần thiết cho cả hệ sinh thái trên cạn và dưới nước, cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái quan trọng cho các thế hệ hiện tại và tương lai. Việc quản lý các đường nước đến và đi từ các ngành sử dụng nước khác nhau này đòi hỏi phải định lượng các quá trình thủy văn. Để hỗ trợ quản lý sử dụng nước hiệu quả hơn thông qua việc tích trữ, thu gom và thay đổi việc sử dụng nước, cần có những phân tích định lượng và dữ liệu cơ bản.

Sự thay đổi lượng trữ có mối quan hệ giữa lượng nước đầu vào và dòng chảy ra¹. Lượng nước đầu vào tính theo lượng mưa (P) và lượng nước thoát ra từ sự bốc thoát hơi nước (ET - bao gồm tổng lượng bốc hơi từ bề mặt đất cộng với lượng bốc thoát hơi nước từ thực vật), lượng nước ngầm bổ sung (ΔS) và dòng chảy (Q)². Ở dạng đơn giản nhất, dung tích nước có thể được định nghĩa là biểu thức (1).

$$P = Q + ET + \Delta S \quad (1)$$

Những thay đổi về lượng trữ lưu vực chủ yếu được thúc đẩy bởi lượng mưa, nhưng cũng bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác như độ che phủ đất, việc sử dụng

đất, loại đất, nhiệt độ, độ ẩm, và các đặc điểm cảnh quan khác³⁻⁵. Ví dụ, nạn phá rừng làm giảm lượng bốc hơi nước và làm tăng nhiệt độ bề mặt đất cũng như dòng chảy^{3,6,7}.

Mối quan hệ giữa dòng chảy và trữ nước của lưu vực có thể mang lại những hiểu biết quan trọng về chức năng thủy văn của lưu vực đó^{8,9}. Dòng chảy là thành phần dễ tiếp cận nhất trong chu trình nước và nó cũng chịu ảnh hưởng đáng kể của biến đổi khí hậu¹⁰. Toàn bộ sự biến đổi của dòng chảy có thể được mô tả bằng các chế độ dòng chảy, từ dòng chảy cao, thời kỳ có tốc độ dòng chảy lớn nhất trong năm (có thể sau mưa hoặc bão lớn), đến dòng chảy thấp, thời kỳ dòng chảy thấp nhưng ổn định sau lũ lụt. Việc theo dõi những thay đổi trong toàn bộ chế độ dòng chảy là rất quan trọng đối với các mục đích sinh thái và kinh tế xã hội thực tế. Những thay đổi về dòng chảy cao có tầm quan trọng lớn đối với việc kiểm soát và giảm thiểu lũ lụt, thiết kế kỹ thuật cơ sở hạ tầng nước¹¹ và nghiên cứu địa mạo¹². Dòng chảy kiệt có tầm quan trọng đặc biệt đối với các nhu cầu cạnh tranh bao gồm môi trường sống của cá và sức khỏe hệ sinh thái¹³, sức khỏe con người¹⁴ và nhu nước cho lĩnh vực khác¹⁵. Mặt khác, dòng chảy trung bình có thể quan trọng trong việc ước

Trích dẫn bài báo này: Hiền L T D, Đạt N L T, Hồng D X. Ứng dụng Google Earth Engine đánh giá mối liên hệ giữa sự thay đổi lượng trữ và biến động dòng chảy lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2025; 9(1):1101-1110.

tính lượng nước sẵn có để tưới tiêu. Tuy nhiên, một số lượng lớn lưu vực trên thế giới vẫn chưa được đo đạc hoặc không thể tiếp cận được. Vẫn chưa có cách thực tế nào để đo lường sự thay đổi dòng chảy trên quy mô lớn cho đến năm 2020¹⁶. Do đó, khả năng theo dõi và hiểu những thay đổi là chưa đủ.

Gần đây, các thuật toán điện toán đám mây đã được Google Earth Engine Platform (GEE) sử dụng để cho phép phân tích trực tuyến dữ liệu vệ tinh¹⁷. Giao diện lập trình ứng dụng (API) được sử dụng để xử lý các bộ dữ liệu không gian địa lý và cho phép phát triển các chương trình truy cập các bộ dữ liệu chứa hình ảnh viễn thám và dữ liệu khác có thể truy cập công khai. Khả năng đánh giá nhanh chóng dữ liệu toàn cầu, khu vực và địa phương khiến nó trở thành một công cụ có giá trị để trực quan hóa dữ liệu như một nền tảng viễn thám¹⁸. Nhiều lĩnh vực liên quan đến khoa học môi trường và khoa học trái đất đã áp dụng GEE¹⁷. Các ứng dụng của GEE bao gồm nghiên cứu đất đai^{19,20}; nông nghiệp, lâm nghiệp²¹, đô thị hóa²², giám sát vùng đất ngập nước²³ và phân tích thiên tai^{24,25}. Ngoài ra, GEE đã hỗ trợ tạo ra các kỹ thuật mới để lập bản đồ và theo dõi việc sử dụng/che phủ đất, lượng khí thải carbon và các chỉ số môi trường khác, cung cấp những hiểu biết quan trọng cho việc lập kế hoạch và hoạch định chính sách phát triển bền vững.

Hiện chưa nhiều những nghiên cứu tương tự trên các lưu vực và điển hình là lưu vực Sài Gòn – Đồng Nai được thực hiện. Trong nghiên cứu này, chúng tôi ứng dụng GEE để đánh giá mối quan hệ lượng trữ các tiểu lưu vực Sài Gòn – Đồng Nai giai đoạn 2000 – 2019 bằng dữ liệu bốc thoát hơi nước của MODIS, lượng mưa CHIRPs và dữ liệu dòng chảy được quan trắc ở các trạm đo. Chúng tôi đang sử dụng phương pháp nghiên cứu đơn giản để giúp mọi thứ dễ tiếp cận hơn. Để tính toán dung tích nước, lượng bốc thoát hơi nước thoát ra sẽ được trừ vào lượng mưa. Chúng tôi mong muốn định lượng dung lượng nước theo thời gian và không gian bằng cách sử dụng các quan sát dựa trên vệ tinh về lượng bốc thoát hơi nước và lượng mưa, sau đó đánh giá ảnh hưởng của sự biến động dòng chảy lên dung tích nước của các khu vực. Sau đó xem xét có hay không mối tương quan giữa lượng trữ với dữ liệu quan trắc ở các trạm đo.

DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu

Lưu vực hệ thống sông Sài Gòn- Đồng Nai (SDN) (Hình 1) nằm trong khoảng vĩ độ 10°20' – 12°20' Bắc, kinh độ 105°45' - 109°15' Đông, bao gồm các tỉnh

Lâm Đồng, Bình Thuận, Đồng Nai, Bình Phước, Bình Dương, Tây Ninh, thành phố Hồ Chí Minh, Bà Rịa - Vũng Tàu, một phần tỉnh Long An và Đắk Nông, với phía Bắc và Đông Bắc giáp 2 tỉnh Khánh Hoà và Đắk Lắk phía Tây giáp Campuchia, phía Đông giáp phần còn lại của Bình Thuận, Bà Rịa - Vũng Tàu, Ninh Thuận và biển, phía Nam giáp phần còn lại của tỉnh Long An và tỉnh Tiền Giang. Tổng diện tích tự nhiên khoảng 49.644 km². Hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn gồm có các sông chính: Đồng Nai, La Ngà, Bé, Sài Gòn, Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây²⁶.

Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu lưu lượng dòng chảy

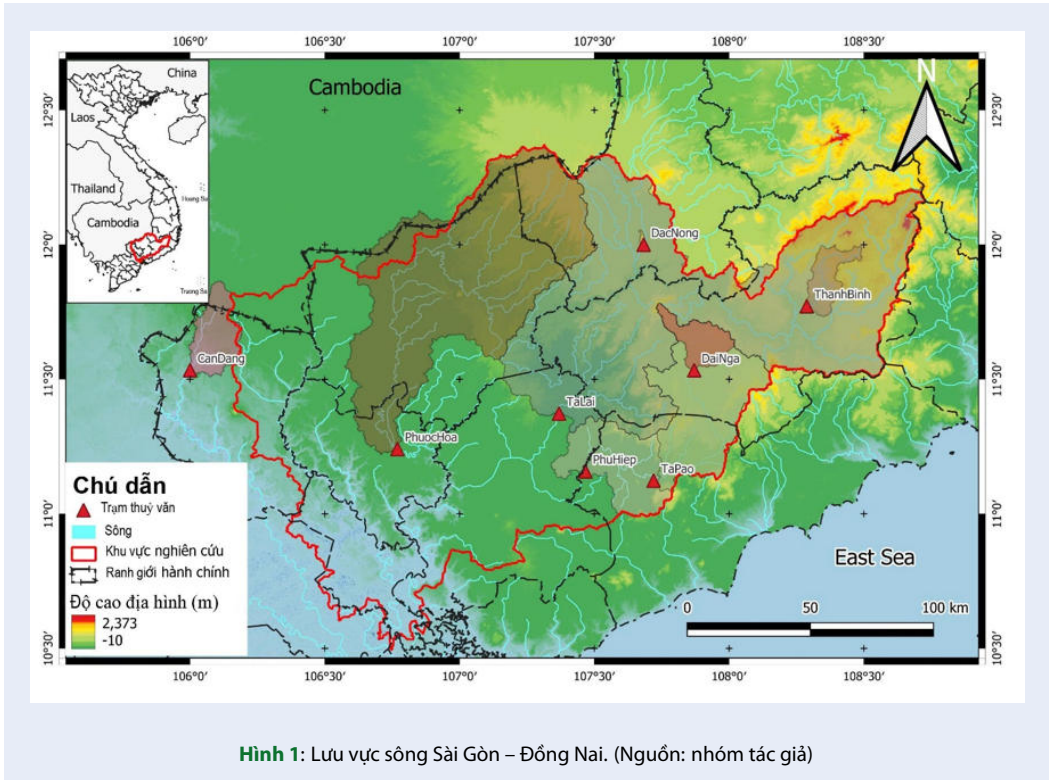
Dữ liệu quan trắc dòng chảy trên các tiểu lưu vực SDN được thu thập từ Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn quốc gia (Bảng 1). Tất cả các trạm quan trắc có dữ liệu kéo dài 20 năm (2000 – 2019) sẽ được sử dụng cho phân tích này. Tất cả các trạm này đều là trạm quan trắc nước ngọt, và không bị ảnh hưởng bởi chế độ triều (Hình 1).

Dữ liệu bốc thoát hơi nước (evapotranspiration – ET)

Dữ liệu bốc thoát hơi nước từ 2000 – 2019 trong nghiên cứu này được lấy từ ảnh viễn thám Modis được thu từ bộ cảm MODIS đặt trên vệ tinh Terra. Ảnh MOD16A2GF Phiên bản 6.1. cung cấp dữ liệu ảnh bốc thoát hơi nước toàn cầu 8 ngày một lần với độ phân giải không gian là 500m. Số kênh phổ của MODIS là 36 kênh và dữ liệu ở dạng 12 bit, MODIS có đặc tính chỉnh hình học và phổ. Phương pháp chỉnh phổ kênh đối với kênh được tham chiếu cho 36 kênh cho ra sai số $\frac{1}{2}$ pixel hoặc cao hơn. Thuật toán MOD16 dựa trên logic của phương trình Penman-Monteith, lấy đầu vào là sự thay đổi đặc tính thực vật được cảm nhận từ xa trong 8 ngày từ MODIS và dữ liệu phân tích lại khí tượng hàng ngày.

Dữ liệu mưa vệ tinh

Lượng mưa được sử dụng trong nghiên cứu này được lấy từ dữ liệu về lượng mưa vệ tinh toàn cầu, từ CHIRPS do USAID, NASA, và NOAA cung cấp miễn phí với thời kỳ dài (1981 cho đến hiện tại)²⁷. Dữ liệu lượng mưa ở độ phân giải không gian 0,5° (~ 5 km). Bộ dữ liệu sử dụng dữ liệu vệ tinh cùng với thông tin từ các trạm quan sát thời tiết để ước tính lượng mưa. Trong nghiên cứu thủy văn, dữ liệu CHIRPS có thể khá hữu ích vì nó cung cấp chuỗi thời gian dài và đáng tin cậy với ước tính lượng mưa ở độ phân giải không gian tương đối cao. Dữ liệu có thể được truy cập theo các khoảng thời gian từ hàng ngày đến hàng năm.



Bảng 1: Thuộc tính các trạm thủy văn trên lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai.

Mã	Tên	Kinh độ	Vĩ độ	Cao độ	Diện tích	Giai đoạn
Q_SD_0001	Cần Đăng	106.0000	11.5333	21	52128	2000 – 2019
Q_SD_0002	Đắc Nông	107.6833	12.0000	591	828	2000 – 2019
Q_SD_0003	Đại Ngà	107.8706	11.5333	774	36108	2000 – 2019
Q_SD_0004	Phủ Hiệp	107.4670	11.1575	122	301311	2000 – 2019
Q_SD_0005	Phước Hoà	106.7695	11.2408	35	578241	2000 – 2019
Q_SD_0006	Tà Lài	107.3691	11.3725	124	913932	2000 – 2019
Q_SD_0007	Tà Pao	107.7200	11.1233	124	196029	2000 – 2019
Q_SD_0008	Thanh Bình	108.2883	11.7716	833	31554	2000 – 2019

Trích xuất các tiểu lưu vực

Đối với mỗi vị trí đo lưu lượng dòng chảy, các tiểu lưu vực được tạo thành từ mô hình độ cao kỹ thuật số²⁸ dựa trên dữ liệu thuật toán định hướng dòng chảy²⁹ được thực hiện trong GRASS GIS 7^{30,31}. Trong quá trình tính toán cho tiểu lưu vực thượng nguồn, chúng tôi tính toán lượng trữ cho từng tiểu lưu vực.

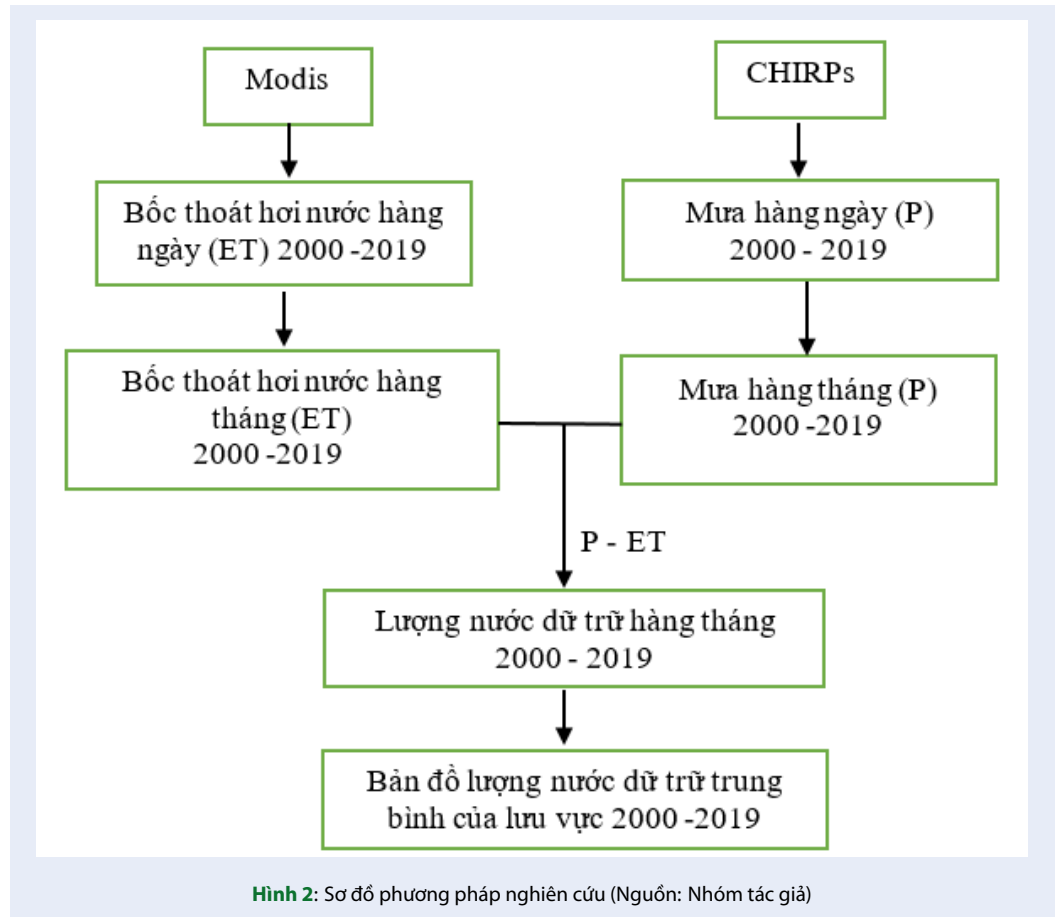
Tính toán lượng nước dự trữ và mối tương quan với lưu lượng dòng chảy

Chúng tôi đã tính toán phần Q và ΔS trên cấp độ pixel và tổng hợp thông tin đó đến lưu vực Sài Gòn – Đồng

Nai: $P - ET = Q + \Delta S$ trong đó P là lượng mưa hàng tháng (mm), ET là lượng bốc hơi hàng tháng (mm), Q là lưu lượng dòng chảy (m^3/s), và ΔS là lượng nước ngầm được nạp lại. Hình 2 mô tả quá trình tiếp cận nghiên cứu. Tất cả các tính toán và hình ảnh đều được thực hiện trên GEE.

Phương pháp tương quan tuyến tính

Trong nghiên cứu phương pháp tương quan tuyến tính được sử dụng để xác định mối tương quan giữa hai yếu tố lưu lượng dòng chảy với lượng nước dự trữ. Phương pháp xu thế tuyến tính thường được sử dụng



với các đường biến trình ít có dao động lên xuống phức tạp. Thông thường, việc xác định xu thế được sử dụng bằng hàm tuyến tính là phương pháp dễ thực hiện nhưng không linh hoạt. Xu thế biến đổi có thể thể hiện khi biểu diễn phương trình hồi quy:

$$Y_i = a_0 + a_1 \ln(X_i)$$

Trong đó Y_i là giá trị lượng nước dư trữ của các tiểu lưu vực; X_i lưu lượng dòng chảy đo tại các trạm; a_0 , a_1 là các hệ số hồi quy. Hệ số a_1 cho biết hướng dốc của đường hồi quy, nói lên xu hướng tương quan. Nếu a_1 âm nghĩa là xu thế nghịch và ngược lại.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

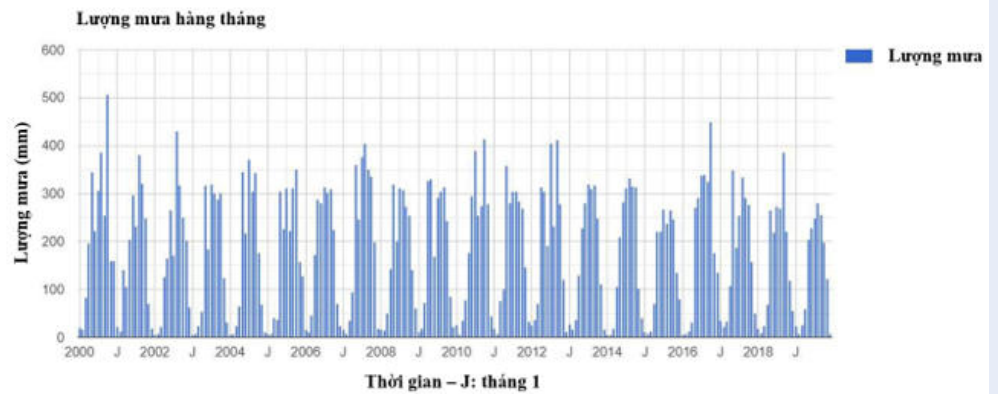
Trung bình mưa hàng tháng giai đoạn 2000 – 2019

Lượng mưa trên lưu vực SDN trung bình tháng dao động từ 118,3 mm đến 242,3 mm trong giai đoạn 2000 – 2019 tập trung ở các tỉnh Tây Ninh, Đồng Nai, Bình Dương, Bình Phước và Lâm Đồng (Hình 3b). Hình 3a cho thấy sự phân bố của tổng lượng mưa hàng tháng. Lưu vực Sài Gòn - Đồng Nai có lượng mưa tháng, năm không đều; 85% tổng lượng mưa hàng

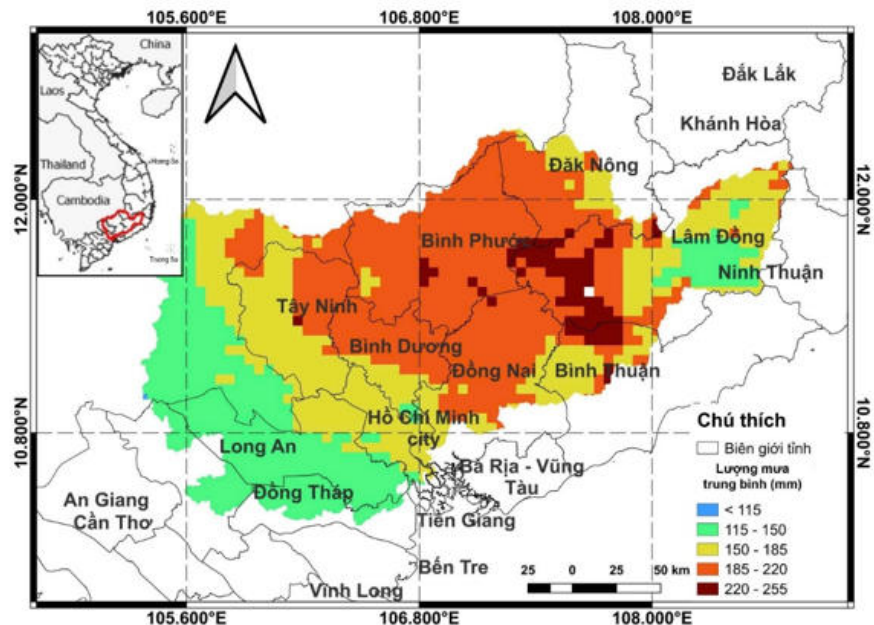
năm xảy ra vào mùa mưa, kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10 hàng năm³². Trong thời gian nghiên cứu, lượng mưa cao nhất vào các tháng 10/2000, 10/2016, 8/2002, và 10/2010 với lượng mưa lần lượt xấp xỉ 507mm, 450mm, 431mm và 415mm. Tổng lượng mưa hàng năm cao vào các năm 2000, 2007, và 2012, đạt xấp xỉ 2500 mm.

Trung bình bốc hơi nước hàng tháng giai đoạn 2000 – 2019

Tốc độ bốc hơi trung bình hàng năm khoảng 1137.3mm, lượng bốc thoát hơi tối đa trên 100 mm vào tháng 6 đến tháng 9. Quá trình bốc thoát hơi nước đạt giá trị cao nhất vào tháng 6 đến tháng 9 do nhiệt độ đất tăng và độ ẩm tương đối giảm dẫn đến lượng bốc hơi tăng lên. Hầu hết các năm nghiên cứu được đánh dấu bằng sự gia tăng lượng bốc hơi, giá trị tối đa là 1216mm vào năm 2018. Tổng lượng bốc hơi hàng năm cao vào các năm 2017, 2018, và 2019 đạt xấp xỉ 1200mm năm⁻¹. Xu hướng bốc bốc thoát hơi nước hàng năm tăng lên (Hình 4a) trong giai đoạn 2000 – 2019. Lượng bốc bốc thoát hơi nước trung



a.



b.

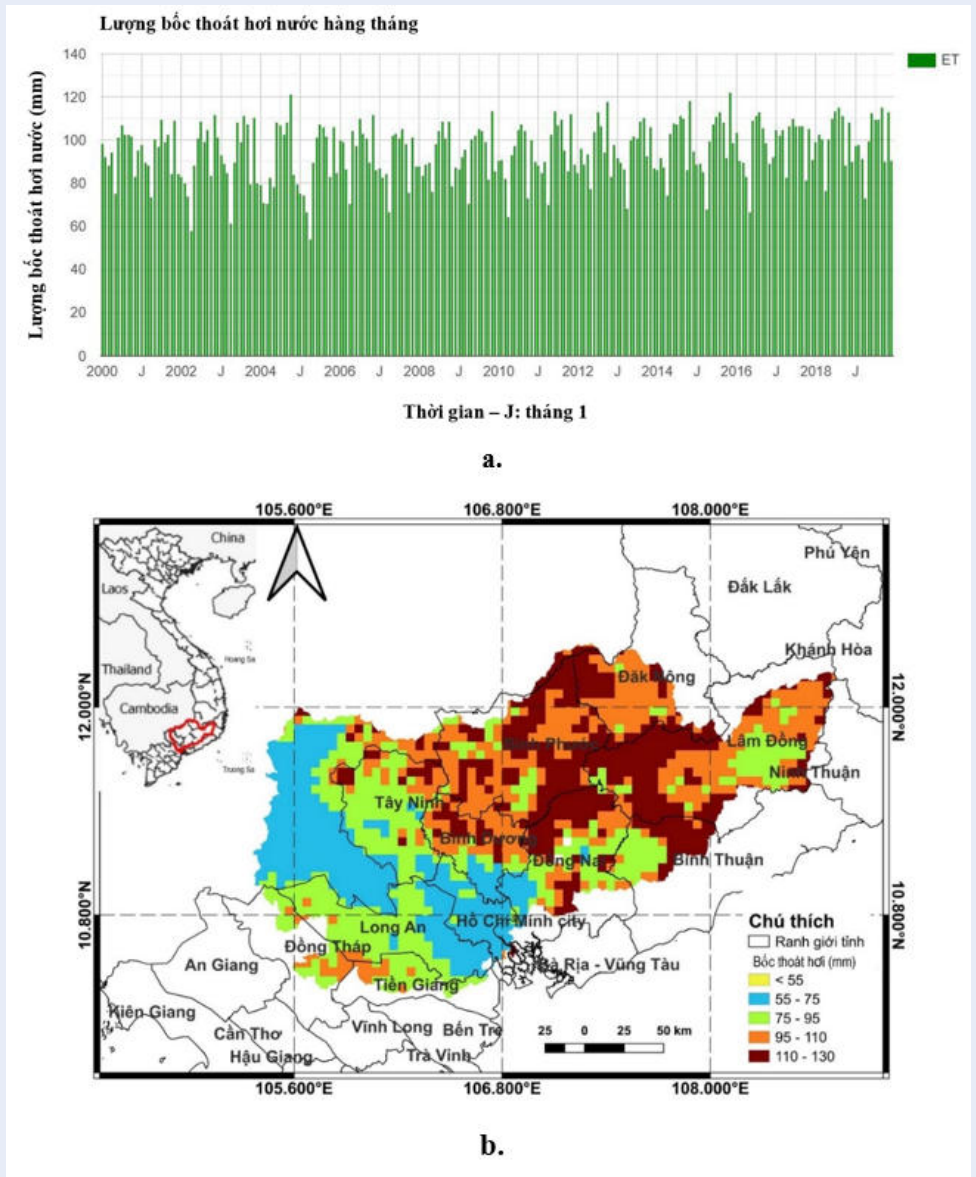
Hình 3: a) Lượng mưa trung bình tháng và b) Lượng mưa trung bình lưu vực Sài Gòn - Đồng Nai giai đoạn 2000 – 2019 (Nguồn: Nhóm tác giả)

binh tháng dao động từ 61,55mm đến 126,73mm tập trung ở các tỉnh Bình Dương, Bình Phước và Lâm Đồng (Hình 4b).

Lượng nước trung bình dự trữ theo tháng giai đoạn 2000 – 2019

Dung tích nước trung bình tháng lưu vực Sài Gòn – Đồng Nai giai đoạn 2000 – 2019 tập trung từ 25 đến 122 mm tại Tây Ninh, Bình Dương, Bình Phước, tỉnh Đồng Nai và thành phố Hồ Chí Minh (Hình 5b). Xu

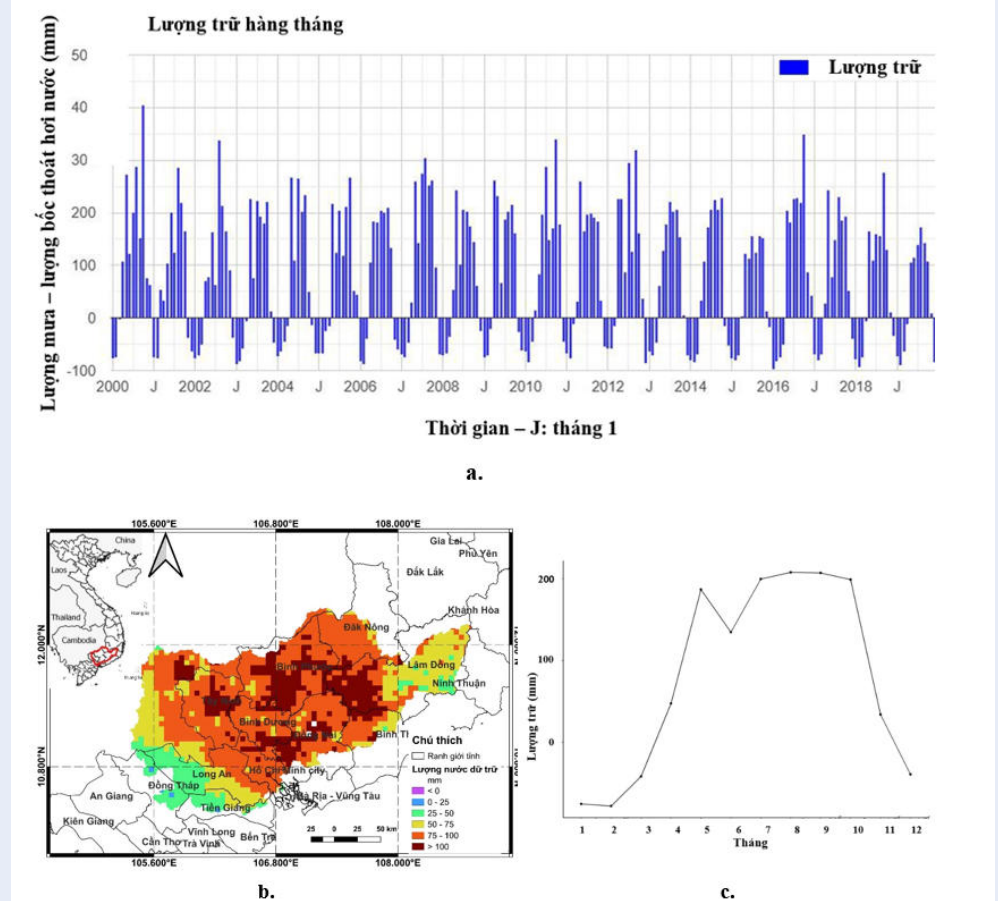
hướng thiếu nước được quan sát thấy trong các tháng 1, 2 và 3 trong khi xu hướng ngược lại có thể thấy ở các tháng còn lại trong giai đoạn nghiên cứu (Hình 5a). Tỷ lệ mưa dẫn đến việc lưu trữ cân bằng nước âm. Trong cân bằng nước của lưu vực, lượng nước tích trữ tối đa đạt được vào tháng 8 và tháng 9 với trên 200 mm và lượng nước tích trữ tối thiểu đạt được vào tháng 2 là –77,82 mm. Nước chủ yếu được tích trữ từ tháng 4 đến tháng 10 và lượng nước được tích trữ ít hơn ở những tháng còn lại.



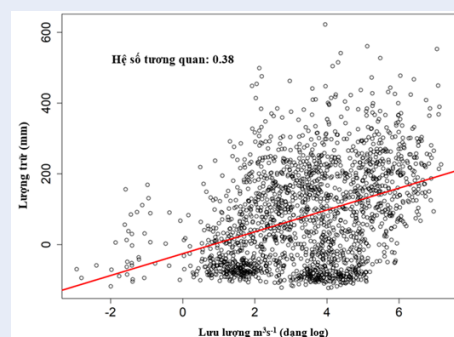
Hình 4: a) Bốc thoát hơi trung bình tháng b) Bốc thoát hơi trung bình lưu vực Sài Gòn - Đồng Nai giai đoạn 2000 - 2019 (Nguồn: Nhóm tác giả)

Lượng nước mất đi và lượng nước chảy vào sông phải được kiểm soát để kiểm soát quá trình chứa nước, điều này rất quan trọng trong việc quản lý tài nguyên nước. Phương trình 1 được sử dụng để hạn chế lượng nước thất thoát này nhằm đạt được dung lượng nước và xác định lượng thay đổi trữ lượng đối với lưu lượng sông (Q). Để quản lý lượng nước dư thừa và lợi ích của nước đối với nông nghiệp, nền kinh tế và xã hội, các hồ chứa phải được thiết lập để bảo toàn mọi nhu cầu về nước trong nhiều năm. Điều này sẽ đảm bảo rằng

tất cả các nhu cầu về nước trong tương lai sẽ được đáp ứng. Lượng nước thiếu hụt tương đương trong mùa nắng do lượng bốc hơi quá mức trong phần lớn các năm làm giảm lượng nước và gây ra tình trạng thiếu nước. Điều quan trọng là phải giải quyết các vấn đề dẫn đến thiếu nước trong hầu hết các năm, chẳng hạn như giảm tốc độ bốc hơi, nhiệt độ, tốc độ gió và độ ẩm tương đối, để giảm hiện tượng này, đạt được công suất nước, đồng thời quản lý và kiểm soát lượng nước.



Hình 5: a) Lượng nước trữ trung bình tháng b) Lượng nước trữ trung bình lưu vực Sài Gòn - Đồng Nai giai đoạn 2000 – 2019 (Nguồn: Nhóm tác giả)



Hình 6: Tương quan dòng chảy và lượng nước dự trữ lưu vực SDN giai đoạn 2000 – 2019 (Nguồn: Nhóm tác giả)

Tương quan giữa lưu lượng và lượng trữ theo tháng giai đoạn 2000 – 2019

Mối tương quan giữa lượng nước dự trữ trên lưu vực SDN và sự thay đổi lưu lượng dòng chảy là tương quan thuận (tương quan yếu 0.38, $p < 0.05$ - Hình 6), khi lượng trữ tăng thì lưu lượng dòng chảy tăng. Độ nhạy của dòng chảy đối với những thay đổi về lượng trữ trước đây đã được sử dụng như một phần trong phân tích hai lưu vực ở Wales.³³ Nghiên cứu này đã xây dựng mô hình thủy văn chi tiết dựa vào dữ liệu đầu vào là những thay đổi tương đối về dòng chảy trên một đơn vị thay đổi lượng trữ và với các thông số có thể rút ra trực tiếp từ dữ liệu quan trắc dòng chảy, để định lượng sự thay đổi của dòng chảy theo hướng lưu trữ tức thời đối với sự thay đổi lượng trữ⁸ đã nghiên cứu có hay không ảnh hưởng đến lượng nước dự trữ trên 725 lưu vực ở châu Âu do sự thay đổi dòng chảy bằng cách xây dựng một mô hình mô.

quả cho thấy rằng dòng chảy ở các vùng của Tây Ban Nha, Anh, Đức và Đan Mạch có sự thay đổi lớn, trong khi chế độ dòng chảy ở các vùng của dãy Alps có khả năng phục hồi cao hơn (nghĩa là ít thay đổi hơn) trước những thay đổi về trữ lượng. Tuy nhiên, các hệ số α và β được xác định trong mô hình không cố định; hệ số định luật lũy thừa, α và số mũ β có thể thay đổi tùy theo phương pháp đã chọn,³⁴⁻³⁷ sự thay đổi theo không gian của lượng mưa và lưu lượng nước ngầm³⁸ và chất lượng dữ liệu.^{35,36}

KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đã sử dụng GEE để đánh giá mối liên hệ giữa sự thay đổi lượng trữ và biến động dòng chảy lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai. Sự thay đổi lượng trữ của lưu vực có thể được tính gần đúng bằng cách trừ lượng bốc bốc thoát hơi nước từ lượng mưa. Sự tương quan giữa thay đổi của dòng chảy và lượng nước dự trữ của khu vực là 0.36. Sự thay đổi lượng trữ ảnh hưởng đến dòng chảy cung cấp một chỉ số mới về khả năng phục hồi thủy văn trước những biến động khí hậu và việc sử dụng nước do con người gây ra, có thể có giá trị trong việc cải thiện các chiến lược quản lý nước và ra quyết định trong thời kỳ thay đổi toàn cầu.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.06-2021.17.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.T.D.H, D.X.H; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: L.T.D.H; Xử lý số liệu: L.T.D.H; Viết bản thảo bài báo: L.T.D.H, D.X.H, N.L.T.D; Chỉnh sửa bài báo: L.T.D.H, D.X.H, N.L.T.D.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nugroho P, Marsono D, Sudira P, Suryatmojo H. Impact of Land-use Changes on Water Balance. *Procedia Environmental Sciences*. 2013;17:256–262.
- Suryatmojo H. Water balance changes in the tropical rainforest with intensive forest management system. *International Journal of Sustainable Future for Human Security*. 2013;.
- Coe MT, et al. The Forests of the Amazon and Cerrado Moderate Regional Climate and Are the Key to the Future. *Tropical Conservation Science*. 2017;10:1940082917720671.

- Villar JCE, et al. Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974–2004). *Journal of Hydrology*. 2009;375:297–311.
- Maeda EE, et al. Evapotranspiration seasonality across the Amazon basin; 2017. Available from: <https://doi.org/10.5194/esd-2016-75>.
- Costa MH, Botta A, Cardille JA. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, South-eastern Amazonia. *Journal of Hydrology*. 2003;283:206–217.
- Dias LCP, et al. Effects of land cover change on evapotranspiration and streamflow of small catchments in the Upper Xingu River Basin. *Central Brazil Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2015;4:108–122.
- Berghuijs W, Woods R, Hartmann A. Streamflow sensitivity to water storage changes across Europe. *Geophysical Research Letters*. 2016;43.
- Spence C. A Paradigm Shift in Hydrology: Storage Thresholds Across Scales Influence Catchment Runoff Generation. *Geography Compass*. 2010;4:819–833.
- Stocker BD, Strassmann K, Joos F. Sensitivity of Holocene atmospheric CO₂ and the modern carbon budget to early human land use: analyses with a process-based model. *Biogeosciences*. 2011;8:69–88.
- Mays LW. *Water Resources Engineering*. John Wiley & Sons; 2010.
- Castro JM, Jackson PL. Bankfull Discharge Recurrence Intervals and Regional Hydraulic Geometry Relationships: Patterns in the Pacific Northwest, Usa1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*. 2001;37:1249–1262.
- Poff NL, Allan JD. Functional Organization of Stream Fish Assemblages in Relation to Hydrological Variability. *Ecology*. 1995;76:606–627.
- Nilsson C, Renöfält BM. Linking Flow Regime and Water Quality in Rivers: a Challenge to Adaptive Catchment Management. *Ecology and Society*. 2008;13.
- Giuliani M, Herman JD, Castelletti A, Reed P. Many-objective reservoir policy identification and refinement to reduce policy inertia and myopia in water management. *Water Resources Research*. 2014;50:3355–3377.
- Pavelsky TM. Assessing the potential global extent of SWOT river discharge observations. *Journal of Hydrology*. 2014;519:1516–1525.
- Tamiminia H. Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2020;164:152–170.
- Patel NN, et al. Multitemporal settlement and population mapping from Landsat using Google Earth Engine. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2015;35:199–208.
- Huang C, Davis LS, Townshend JRG. An assessment of support vector machines for land cover classification. *International Journal of Remote Sensing*. 2002;23:725–749.
- Zurqani HA, Post CJ, Mikhailova EA, Schlautman MA, Sharp JL. Geospatial analysis of land use change in the Savannah River Basin using Google Earth Engine. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2018;69:175–185.
- Bullock EL, Woodcock CE, Olofsson P. Monitoring tropical forest degradation using spectral unmixing and Landsat time series analysis. *Remote Sensing of Environment*. 2020;238:110968.
- Liu X, et al. High-resolution multi-temporal mapping of global urban land using Landsat images based on the Google Earth Engine Platform. *Remote Sensing of Environment*. 2018;209:227–239.
- Chen J, Cao X, Peng S, Ren H. Analysis and Applications of GlobeLand30: A Review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2017;6:230.
- DeVries B. Rapid and robust monitoring of flood events using Sentinel-1 and Landsat data on the Google Earth Engine. *Remote Sensing of Environment*. 2020;240:111664.

25. Meilianda E. Assessment of post-tsunami disaster land use/land cover change and potential impact of future sea-level rise to low-lying coastal areas: A case study of Banda Aceh coast of Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2019;41:101292.
26. Q TT, et al. Mô hình hóa mưa độ phân giải cao kết hợp giữa mô hình động lực khí tượng và phương pháp thống kê: Áp dụng cho lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai. *Tạp chí Thủy lợi*. 2011;68:1–11.
27. Funk C. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Sci Data*. 2015;2:150066.
28. Rothwell JJ. A spatial and seasonal assessment of river water chemistry across North West England. *Science of The Total Environment*. 2010;408:841–855.
29. Holmgren P. Multiple flow direction algorithms for runoff modelling in grid based elevation models: An empirical evaluation. *Hydrological Processes*. 1994;8:327–334.
30. Metz M, Mitasova H, Harmon RS. Efficient extraction of drainage networks from massive, radar-based elevation models with least cost path search. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2011;15:667–678.
31. Neteler M, Bowman MH, Landa M, Metz M. GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS. *Environmental Modelling & Software*. 2012;31:124–130.
32. Giang NNH. Statistical and Hydrological Evaluations of Water Dynamics in the Lower Sai Gon-Dong Nai River, Vietnam. *Water*. 2022;14:130.
33. Kirchner JW. Catchments as simple dynamical systems: Catchment characterization, rainfall-runoff modeling, and doing hydrology backward. *Water Resources Research*. 2009;45.
34. Dralle D, Karst N, Thompson S. E. a, b careful: The challenge of scale invariance for comparative analyses in power law models of the streamflow recession. *Geophysical Research Letters*. 2015;42:9285–9293.
35. Rupp DE, Selker JS. Information, artifacts, and noise in $dQ/dt - Q$ recession analysis. *Advances in Water Resources*. 2006;29:154–160.
36. Stoelzle M, Stahl K, Weiler M. Are streamflow recession characteristics really characteristic? *Hydrology and Earth System Sciences*. 2013;17:817–828.
37. Thomas BF, Vogel RM, Famiglietti JS. Objective hydrograph baseflow recession analysis. *Journal of Hydrology*. 2015;525:102–112.
38. Biswal B, Kumar DN. Study of dynamic behaviour of recession curves. *Hydrological Processes*. 2014;28:784–792.



Google Earth Engine application evaluates the relationship between storage changes and flow fluctuations in the Saigon-Dong Nai River basin

Le Trong Dieu Hien^{1,*}, Nguyen Le Tan Dat¹, Do Xuan Hong²



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

¹Faculty of Environmental and Resource Management, Thu Dau Mot University, Binh Duong, Vietnam

²Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Le Trong Dieu Hien, Faculty of Environmental and Resource Management, Thu Dau Mot University, Binh Duong, Vietnam
Email: hienltd@tdmu.edu.vn

History

- Received: 05-8-2024
- Revised: 20-11-2024
- Accepted: 09-6-2025
- Published Online: 30-6-2025

DOI :

<https://doi.org/10.32508/stdjsec.v9i1.789>



Check for updates

Copyright

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



ABSTRACT

This research utilized the Google Earth Engine (GEE) platform to estimate and analyze water storage dynamics within the Saigon-Dong Nai River basin in Vietnam, leveraging advanced remote sensing datasets related to evapotranspiration (ET) and precipitation (P). Specifically, two primary sources of input data were employed: evapotranspiration estimates derived from MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometers) data, which provided comprehensive spatial coverage across the basin, and precipitation data obtained from the CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data) satellite product. These datasets enabled a detailed examination of hydrological changes over the period from 2000 to 2019. The research further explored the correlation between fluctuations in stream-flow and changes in water storage during this timeframe. The results of the study revealed distinct seasonal patterns in water storage. Each year, from January to April, water storage exhibited a negative trend, primarily due to increased rates of evaporation coupled with reduced precipitation. Conversely, the period from May to October, which corresponds to the rainy season, saw a substantial increase in water storage variation. This positive change was attributed to higher precipitation, along with decreased solar radiation and lower temperatures, which collectively reduced evapotranspiration losses. Statistical analysis demonstrated a positive correlation between precipitation and evapotranspiration, as well as between water storage and stream-flow. The correlation coefficient between storage and stream-flow variability was found to be relatively low ($R=0.38$), yet it was statistically significant ($p<0.05$). The methodological approach adopted in this study can be readily applied to similar hydrological investigations in other river basins. Furthermore, the insights gained from these findings offer valuable support for water resource managers in developing and implementing more effective and sustainable water management policies.

Key words: storage, evapotranspiration, MODIS, CHIRPS, streamflow fluctuation

Cite this article : Hien L T D, Dat N L T, Hong D X. Google Earth Engine application evaluates the relationship between storage changes and flow fluctuations in the Saigon-Dong Nai River basin. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2025; 9(1):1101-1110.