

INTEGRATING WATER FOOTPRINTS AND ANALYZING THE CONSUMER BEHAVIOR OF URBAN STUDENTS: A CASE STUDY AT HANOI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, VIETNAM**Nguyen Thi Thu Huong^{1*}, Vu Thi Ngoc Thao¹**¹ *Faculty of Environmental Science and Technology, School of Chemistry and Life Sciences, Hanoi University of Science and Technology**Email address: huong.nguyenthithu4@hust.edu.vn***Corresponding authors: Nguyen Thi Thu Huong*<https://doi.org/10.51453/3093-3076/2026/1461>

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	22/4/2026	Urban water demand is increasingly influenced by indirect consumption through goods and services, particularly among young people with rapidly changing lifestyles. This study integrates water footprint (WF) calculation with behavioral analysis to quantify individual water use and identify key factors driving water use among urban students, using Hanoi University of Science and Technology (HUST) as a case study. The study surveyed 394 representative students, collecting data on direct water use, food consumption patterns, and socioeconomic characteristics. The water footprint was calculated by combining direct water use and indirect consumption based on established water intensity coefficients. The results show that the average individual water footprint of students ranges from approximately 1400 to 2000 m ³ /year, with virtual water accounting for over 90% of the total water footprint. Food consumption, particularly of animal products, is the dominant component. Significant differences are observed between gender, living conditions, and spending levels. The study highlights a conflict between students' perceptions of water conservation and actual consumption behavior, thus demonstrating the need for solutions to promote sustainable practices. By integrating behavioral factors into the assessment of the water footprint, this study provides a more comprehensive understanding of urban water consumption needs and behaviors. The research findings emphasize the importance of demand-side management strategies targeting consumption behavior, especially among young urban populations, thereby contributing to sustainable water resource management and policy design in rapidly urbanizing areas of developing countries.
Revised:	10/6/2026	
Published:	28/6/2026	
KEYWORDS:		
<i>Water footprint;</i>		
<i>Virtual water;</i>		
<i>Student consumption behavior;</i>		
<i>Urban sustainability;</i>		
<i>Demand-side management;</i>		
<i>Resource efficiency</i>		

TÍCH HỢP DẤU CHÂN NƯỚC VÀ PHÂN TÍCH HÀNH VI TIÊU DÙNG CỦA SINH VIÊN ĐÔ THỊ: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP TẠI ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI, VIỆT NAM**Nguyễn Thị Thu Hương^{1*}, Vũ Thị Ngọc Thảo¹**¹ *Khoa Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Hoá và Khoa học Sự sống, Đại học Bách khoa Hà Nội*

Địa chỉ email: huong.nguyenthithu4@hust.edu.vn

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Thu Hương

<https://doi.org/10.51453/3093-3076/2026/1461>

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	22/4/2026	Nhu cầu sử dụng nước ở đô thị ngày càng bị ảnh hưởng bởi tiêu thụ gián tiếp thông qua hàng hóa và dịch vụ, đặc biệt là ở giới trẻ với lối sống thay đổi nhanh chóng. Nghiên cứu này tích hợp phương pháp tính toán dấu chân nước (WF) với phân tích hành vi để định lượng mức sử dụng nước cá nhân và xác định các yếu tố chính thúc đẩy việc sử dụng nước trong sinh viên đô thị, sử dụng Đại học Bách Khoa Hà Nội (HUST) làm trường hợp nghiên cứu điển hình. Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát 394 sinh viên đại diện, thu thập dữ liệu về sử dụng nước trực tiếp, mô hình tiêu thụ thực phẩm và đặc điểm kinh tế xã hội. Dấu chân nước được tính toán bằng cách kết hợp sử dụng nước trực tiếp và tiêu thụ gián tiếp dựa trên các hệ số cường độ nước đã được thiết lập. Kết quả cho thấy dấu chân nước cá nhân trung bình của sinh viên dao động từ khoảng 1400 đến 2000 m ³ /năm, trong đó nước ảo chiếm hơn 90% tổng dấu chân nước. Tiêu thụ thực phẩm, đặc biệt là các sản phẩm từ động vật là thành phần chiếm ưu thế. Sự khác biệt đáng kể được quan sát thấy giữa giới tính, điều kiện sống và mức chi tiêu. Nghiên cứu chỉ ra mâu thuẫn giữa nhận thức của sinh viên về bảo tồn nước và hành vi tiêu thụ thực tế, từ đó cho thấy sự cần thiết của các giải pháp thúc đẩy các thực hành bền vững. Bằng cách tích hợp các yếu tố hành vi vào đánh giá dấu chân nước, nghiên cứu này cung cấp sự hiểu biết toàn diện hơn về nhu cầu và hành vi tiêu dùng nước đô thị. Kết quả nghiên cứu nhấn mạnh tầm quan trọng của các chiến lược quản lý phía cầu nhằm vào hành vi tiêu thụ, đặc biệt là trong dân số trẻ đô thị, từ đó hướng tới quản lý tài nguyên nước bền vững và thiết kế chính sách tại các khu vực đô thị hóa nhanh chóng của các nước đang phát triển.
Ngày hoàn thiện:	10/6/2026	
Ngày đăng:	28/6/2026	
TỪ KHOÁ		
<i>Dấu chân nước;</i>		
<i>Nước ảo;</i>		
<i>Hành vi tiêu dùng của sinh viên;</i>		
<i>Phát triển bền vững đô thị;</i>		
<i>Quản lý nhu cầu;</i>		
<i>Hiệu quả sử dụng tài nguyên;</i>		

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tài nguyên nước đang chịu áp lực ngày càng lớn do biến đổi khí hậu, gia tăng dân số, đô thị hóa, phát triển kinh tế và thay đổi mô hình tiêu dùng. Nông nghiệp hiện chiếm khoảng 70% lượng nước ngọt khai thác toàn cầu, tiếp theo là công nghiệp với dưới 20% và sử dụng sinh hoạt hoặc đô thị khoảng 12%. Báo cáo này cũng cho thấy nhu cầu nước ngọt toàn cầu đã tăng gần 1% mỗi năm kể từ thập niên 1980 và nhu cầu nước đô thị được dự báo tiếp tục gia tăng cùng quá trình đô thị hóa [13]. Ở góc độ khí hậu, khoảng một nửa dân số thế giới đang trải qua tình

trạng khan hiếm nước nghiêm trọng trong ít nhất một phần của năm do tác động kết hợp của các yếu tố khí hậu và phi khí hậu. Những xu hướng này cho thấy quản lý tài nguyên nước hiện nay không thể chỉ tập trung vào nguồn cung và lượng nước sử dụng trực tiếp, mà cần mở rộng sang lượng nước tiêu dùng gián tiếp thông qua hàng hóa, dịch vụ và chuỗi cung ứng [8].

Khái niệm nước ảo và dấu chân nước là những khung phân tích quan trọng để nhận diện lượng nước ẩn trong quá trình sản xuất và tiêu dùng. Allan là một trong những học giả đặt nền móng cho khái niệm nước ảo, trong khi Hoekstra và cộng sự đã phát triển cách tiếp cận dấu chân nước như một công cụ đánh giá tổng lượng nước cần thiết để sản xuất hàng hóa và dịch vụ được tiêu dùng bởi một cá nhân, cộng đồng hoặc quốc gia. Theo cách tiếp cận này, dấu chân nước phản ánh tổng lượng nước cần thiết để tạo ra toàn bộ hàng hóa và dịch vụ mà một chủ thể tiêu dùng, bao gồm cả lượng nước được sử dụng trực tiếp trong sinh hoạt và lượng nước gián tiếp hàm chứa trong sản phẩm tiêu dùng. Trong phạm vi nghiên cứu này, dấu chân nước được tiếp cận theo hướng tổng hợp, tập trung vào lượng nước sử dụng trực tiếp và lượng nước ảo gắn với các nhóm tiêu dùng chính, thay vì phân tách chi tiết theo các thành phần nước xanh lá, nước xanh lam và nước xám [1].

Các nghiên cứu gần đây tiếp tục khẳng định ý nghĩa của khái niệm nước ảo và dấu chân nước trong bối cảnh thương mại và tiêu dùng toàn cầu. Thương mại nước ảo là cơ chế dịch chuyển áp lực sử dụng nước giữa các vùng và quốc gia, trong đó khoảng 20% lượng nước sử dụng cho sản xuất lương thực toàn cầu được trao đổi dưới dạng nước ảo thông qua thương mại quốc tế [10]. Tamea và cộng sự cũng xây dựng cơ sở dữ liệu CWASI cho 370 hàng hóa nông nghiệp trong giai đoạn 1961-2016, qua đó cho thấy tiềm năng của cách tiếp cận nước ảo và dấu chân nước trong đánh giá dòng nước gắn với sản xuất, tiêu dùng và thương mại nông sản. Những nghiên cứu này cho thấy tiêu dùng ở một địa phương có thể tạo ra áp lực nước tại các khu vực sản xuất khác thông qua chuỗi cung ứng hàng hóa và dịch vụ [12]. Trong bối cảnh đô thị hóa, dấu chân nước đô thị và nước ảo trong tiêu dùng đô thị đang trở thành hướng nghiên cứu quan trọng. Thông qua phân tích 181 thành phố thuộc Global South bằng phương pháp đầu vào - đầu ra mở rộng môi trường, chỉ ra rằng phần lớn nước tiêu dùng của đô thị là nước ẩn trong hàng hóa và dịch vụ. Trong cơ cấu dấu chân nước đô thị, thực phẩm chiếm khoảng 37%, giao thông 24% và năng lượng 22%. Ngoài ra, nghiên cứu về nước ảo ở cấp độ đô thị hiện vẫn thiên lệch về các thành phố thuộc Global North, trong khi các thành phố ở Global South còn ít được nghiên cứu [3]. Hachaichi và Egieya cũng cho rằng mối quan hệ nước - thực phẩm - năng lượng tại đô thị cần được xem xét như một hệ thống liên kết, trong đó tiêu dùng đô thị có thể tạo áp lực lên tài nguyên nước vượt ra ngoài ranh giới hành chính của thành phố [4]. Đây là cơ sở quan trọng để mở rộng nghiên cứu dấu chân nước cá nhân tại các đô thị ở các quốc gia đang phát triển, trong đó có Việt Nam. Ở cấp độ hành vi tiêu dùng, chế độ ăn và lựa chọn thực phẩm là những yếu tố có ảnh hưởng lớn đến dấu chân nước cá nhân. Dấu chân khan hiếm nước của khẩu phần ăn cá nhân có thể khác nhau tới 5 lần giữa các nhóm tiêu dùng, trong đó thịt là nhóm đóng góp lớn vào dấu chân nước của khẩu phần trung bình, còn thịt bò có mức đóng góp cao hơn đáng kể so với thịt gà [5]. Frola và cộng sự tiếp tục khẳng định rằng các thay đổi nhỏ trong tiêu dùng một số nhóm thực phẩm có thể làm giảm dấu chân nước của khẩu phần ăn, đồng thời hỗ trợ xây dựng chính sách thúc đẩy tiêu dùng thực phẩm bền vững [2]. Gần đây hơn, Zhang và cộng sự chỉ ra rằng nhận thức về nước ảo và dấu chân nước có thể ảnh hưởng đến hành vi tiết kiệm thực

phẩm và tiết kiệm nước, nhưng vẫn tồn tại khoảng cách giữa nhận thức và hành động. Vì vậy, các can thiệp như giáo dục theo bối cảnh, truyền thông môi trường và nhãn dấu chân nước có thể đóng vai trò quan trọng trong thúc đẩy hành vi tiêu dùng bền vững [14].

Trong bối cảnh Việt Nam, tài nguyên nước đang chịu tác động đồng thời từ phát triển kinh tế - xã hội, biến đổi khí hậu, ô nhiễm nước, khai thác tài nguyên và các rủi ro thiên tai liên quan đến nước, an ninh nước của Việt Nam cần được đánh giá trên nhiều khía cạnh, bao gồm mức độ sẵn có của tài nguyên nước, hiện trạng khai thác và sử dụng nước, ô nhiễm nước, tổ chức quản lý tài nguyên nước và các thiên tai liên quan đến nước như lũ lụt, hạn hán, sụt lún, xói lở bờ biển và mất cân bằng sinh thái [11]. Ở góc độ thương mại nước ảo, Huong Nguyen Thi Thu và cộng sự phân tích dòng nước ảo trong thương mại nông sản Việt Nam giai đoạn 2010-2021 và cho thấy Việt Nam vừa là bên tiêu dùng vừa là bên cung cấp nước ảo trong thương mại nông sản quốc tế, với tổng lượng nước ảo nhập khẩu khoảng 90 tỷ m³ và xuất khẩu khoảng 149 tỷ m³. Những kết quả này cho thấy cần mở rộng phân tích từ cấp độ quốc gia, ngành kinh tế và thương mại sang cấp độ tiêu dùng cá nhân, đặc biệt tại các đô thị, nơi thay đổi thu nhập, lối sống, chế độ ăn và mô hình tiêu dùng có thể làm gia tăng dấu chân nước trực tiếp và gián tiếp [7].

Từ các phân tích trên, có thể thấy nghiên cứu về dấu chân nước cá nhân tại đô thị Việt Nam có ý nghĩa cả về mặt khoa học và thực tiễn. Về mặt khoa học, nghiên cứu góp phần bổ sung bằng chứng thực nghiệm về tiêu dùng nước trực tiếp và gián tiếp ở cấp độ cá nhân tại một quốc gia đang phát triển. Về mặt thực tiễn, kết quả nghiên cứu có thể hỗ trợ nhận diện các nhóm tiêu dùng có đóng góp lớn vào dấu chân nước cá nhân, từ đó đề xuất giải pháp quản lý nhu cầu nước, thúc đẩy tiêu dùng bền vững và nâng cao nhận thức cộng đồng về nước ảo trong đời sống hằng ngày.

Tính mới thứ nhất của nghiên cứu nằm ở việc chuyển trọng tâm phân tích dấu chân nước từ cấp độ quốc gia, ngành kinh tế hoặc thương mại sang cấp độ cá nhân trong bối cảnh đô thị Việt Nam. Trong khi nhiều nghiên cứu quốc tế đã tập trung vào dòng nước ảo giữa các quốc gia, thương mại nông sản hoặc cơ cấu dấu chân nước của các đô thị lớn [12], các bằng chứng thực nghiệm về dấu chân nước cá nhân tại các đô thị thuộc quốc gia đang phát triển vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này bổ sung khoảng trống đó bằng cách định lượng dấu chân nước cá nhân dựa trên cả nước sử dụng trực tiếp và nước ảo trong các nhóm tiêu dùng chính của cư dân đô thị. Thứ hai là nghiên cứu không chỉ xem xét lượng nước sinh hoạt trực tiếp, mà còn mở rộng sang lượng nước ảo gắn với các nhóm tiêu dùng chính của cá nhân đô thị. Cách tiếp cận này cho phép đánh giá tổng dấu chân nước cá nhân dựa trên cả tiêu dùng trực tiếp và tiêu dùng gián tiếp thông qua thực phẩm, hàng hóa và dịch vụ. Nhờ đó, nghiên cứu có thể làm rõ nhóm tiêu dùng nào đóng góp lớn nhất vào dấu chân nước cá nhân, thay vì chỉ tập trung vào lượng nước sử dụng trong sinh hoạt hằng ngày. Thứ ba là nghiên cứu tích hợp phân tích dấu chân nước với các yếu tố hành vi và kinh tế - xã hội của người tiêu dùng, bao gồm thu nhập, quy mô hộ, chế độ ăn, tần suất tiêu dùng sản phẩm có hàm lượng nước ảo cao và mức độ nhận thức về nước ảo. Cách tiếp cận này phù hợp với hướng nghiên cứu gần đây về mối quan hệ giữa nhận thức, hành vi tiêu dùng và bảo tồn tài nguyên nước [5]. Đặc biệt, nghiên cứu có thể góp phần làm rõ khoảng cách giữa nhận thức và hành động trong bảo tồn nước, từ đó tạo cơ sở đề xuất các giải pháp quản lý nhu cầu nước dựa trên hành vi tiêu dùng. Tiếp theo là nghiên cứu đặt vấn đề dấu chân nước cá nhân trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và hội nhập chuỗi cung ứng ở Việt Nam. Điều này giúp làm rõ cách người tiêu dùng đô thị có thể gián tiếp tạo áp lực lên tài nguyên nước không chỉ tại địa

phương, mà còn ở các vùng sản xuất nông nghiệp và các quốc gia đối tác thương mại thông qua dòng nước ảo. Trong bối cảnh Việt Nam vừa nhập khẩu vừa xuất khẩu lượng lớn nước ảo thông qua thương mại nông sản [7], việc nghiên cứu dấu chân nước ở cấp độ cá nhân có thể đóng góp cho chính sách quản lý tài nguyên nước theo hướng dựa trên nhu cầu, tiêu dùng bền vững, giáo dục môi trường và nâng cao nhận thức về nước ảo trong tiêu dùng hằng ngày.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu được thiết kế theo hướng kết hợp định lượng với điều tra xã hội học nhằm định lượng dấu chân nước cá nhân và phân tích các yếu tố hành vi ảnh hưởng trong bối cảnh đô thị. Cách tiếp cận tích hợp sử dụng các phương pháp bao gồm: (1) Phương pháp kế toán dấu chân nước (Water Footprint Accounting – WFA) theo Hoekstra [6]; (2) Điều tra xã hội học để thu thập dữ liệu tiêu dùng thực tế và (3) Phân tích thống kê mô tả. Khung nghiên cứu tổng thể gồm 4 bước: Xây dựng bộ câu hỏi khảo sát; Thu thập dữ liệu tiêu dùng; Quy đổi tiêu dùng sang nước ảo; Tính toán và phân tích WF.

Nghiên cứu được thực hiện với đối tượng là sinh viên hệ chính quy tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, một trong những cơ sở đào tạo kỹ thuật lớn nhất tại Việt Nam với quy mô khoảng 25.000 sinh viên. Đây là nhóm dân cư đô thị điển hình, có mức độ tiêu dùng đa dạng và chịu ảnh hưởng mạnh từ các yếu tố kinh tế – xã hội và lối sống hiện đại. Phạm vi nghiên cứu tập trung vào việc định lượng dấu chân nước cá nhân và phân tích hành vi tiêu dùng liên quan đến nước của sinh viên trong các điều kiện sinh sống khác nhau, bao gồm: ở cùng gia đình, ở ký túc xá và ở trọ. Các nhóm này được lựa chọn nhằm phản ánh sự khác biệt về điều kiện sống và hành vi tiêu dùng nước trong môi trường đô thị.

2.2. Điều tra xã hội học

Để đánh giá hành vi sử dụng nước thực tế của các cá nhân, nghiên cứu thiết kế bảng hỏi gồm 4 nhóm nội dung chính: (1) Nhân khẩu học (giới tính, thu nhập, hình thức sinh sống); (2) Nước trực tiếp (tắm, giặt, nấu ăn, vệ sinh); (3) Tiêu dùng thực phẩm (thịt, rau, ngũ cốc, đồ uống); (4) Hành vi (nhận thức, thói quen tiết kiệm nước).

Cỡ mẫu được xác định theo công thức Cochran (1977):

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot e^2}$$

Trong đó: n là cỡ mẫu tối thiểu; Z = 1,96, mức tin cậy 95%; p = 0,5; sai số cho phép e = 0,05. Tổng số phiếu hợp lệ cần đạt được là 394 phiếu. Để đạt được kết quả chính xác, mẫu khảo sát cần phân bố tương đối đều để đạt được ý nghĩa thống kê (Bảng 1).

Phiếu khảo sát được xây dựng bao gồm các câu hỏi được lấy chủ yếu từ cách tính toán dấu chân nước cá nhân theo Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain và Mesfin M. Mekonnen. Bảng khảo sát có 32 câu hỏi có các nội dung theo nhóm về thực phẩm tiêu thụ và về sử dụng nước sinh hoạt trong nhà và bên ngoài, bao gồm sử dụng nước trực tiếp và gián tiếp, thông tin về thói quen và ý thức trong việc sử dụng nước. Các thông tin về nghề nghiệp, giới tính, độ tuổi và chỉ số sử dụng nước trong 6 tháng gần nhất của mỗi sinh viên cũng được thu thập để giúp cho việc đánh giá và phân loại DCN của các đối tượng được chính xác hơn.

Bảng 1. Cơ cấu mẫu khảo sát

	Tự nấu	Mang đồ ăn từ nhà đến trường	Ăn ngoài hàng	Ăn cùng gia đình bố mẹ nấu	Số lượng theo Giới tính	
					Nam	Nữ
Nhóm 1	X			X	25	6
Nhóm 2	X	X			21	46
Nhóm 3			X		57	6
Nhóm 4	X	X	X	X	37	7
Nhóm 5	X	X	X		123	66

2.3. Phương pháp tính toán dấu chân nước

Nghiên cứu sử dụng công cụ Extended Water Footprint Calculator của Water Footprint Network để ước tính dấu chân nước cá nhân. Công cụ này được phát triển bởi các nhà nghiên cứu tại UNESCO-IHE, cho phép tính toán lượng nước cần thiết để sản xuất các hàng hóa và dịch vụ mà một cá nhân tiêu dùng, dựa trên quốc gia cư trú và đặc điểm tiêu dùng của người sử dụng. Dữ liệu đầu vào của công cụ gồm các nhóm thông tin chính: quốc gia cư trú, mức tiêu thụ thực phẩm, thói quen sử dụng nước trong sinh hoạt, các hoạt động sử dụng nước ngoài trời và mức thu nhập hoặc chi tiêu cá nhân. Đối với nhóm thực phẩm, công cụ tính toán dựa trên lượng tiêu thụ từng loại sản phẩm và nhu cầu nước để sản xuất sản phẩm đó trong điều kiện của quốc gia cư trú. Đối với nước sinh hoạt, công cụ ước tính lượng nước sử dụng trực tiếp thông qua tần suất, thời lượng và loại thiết bị sử dụng nước. Đối với hàng hóa và dịch vụ công nghiệp, công cụ sử dụng mức thu nhập hoặc chi tiêu cá nhân làm cơ sở ước tính lượng nước gián tiếp hàm chứa trong quá trình sản xuất.

Công cụ **Extended Water Footprint Calculator** ước tính dấu chân nước cá nhân bằng cách chuyển đổi các thông tin về hành vi tiêu dùng của người sử dụng thành lượng nước tương ứng cần thiết để tạo ra các sản phẩm và dịch vụ đã tiêu dùng. Đối với thực phẩm, công cụ kết hợp lượng tiêu thụ từng nhóm sản phẩm với hệ số dấu chân nước trung bình của sản phẩm đó theo quốc gia cư trú. Các hệ số này phản ánh lượng nước được sử dụng trong toàn bộ quá trình sản xuất, bao gồm trồng trọt, chăn nuôi, chế biến và cung ứng. Đối với nước sinh hoạt, công cụ ước tính lượng nước sử dụng trực tiếp dựa trên tần suất, thời gian sử dụng và đặc điểm của thiết bị như vòi sen, bồn cầu, máy giặt hoặc máy rửa bát. Đối với hàng hóa và dịch vụ công nghiệp, công cụ sử dụng mức thu nhập hoặc chi tiêu cá nhân làm biến đại diện để ước tính lượng nước gián tiếp hàm chứa trong quá trình sản xuất và tiêu dùng. Trên cơ sở đó, công cụ tổng hợp các thành phần nước trực tiếp và gián tiếp để đưa ra giá trị dấu chân nước cá nhân, thường được biểu thị bằng đơn vị $\text{m}^3/\text{người}/\text{năm}$. Phương pháp này cho phép đánh giá mối liên hệ giữa hành vi tiêu dùng cá nhân và áp lực lên tài nguyên nước, từ đó làm cơ sở đề xuất các giải pháp nâng cao nhận thức và điều chỉnh hành vi sử dụng nước theo hướng bền vững.

Nghiên cứu tiến hành phân tích so sánh giữa các nhóm đối tượng nhằm làm rõ sự khác biệt về dấu chân nước theo các biến phân loại như giới tính, độ tuổi, nhận thức (từ năm nhất đến năm thứ năm), thu nhập. Các phép so sánh này giúp xác định những nhóm dân cư có mức tiêu thụ nước cao hoặc thấp một cách có hệ thống, từ đó cung cấp cơ sở cho việc phân tích sâu hơn về nguyên nhân và xu hướng tiêu dùng. Bên cạnh đó, mối quan hệ giữa dấu chân nước và các yếu tố ảnh hưởng được đánh giá thông qua phân tích tương quan tuyến tính. Hệ số tương quan

Pearson được sử dụng để đo lường mức độ và chiều hướng liên hệ giữa các biến, đặc biệt là giữa thu nhập, hành vi tiêu dùng và tổng dấu chân nước cá nhân. Phương pháp này cho phép nhận diện các yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến mức tiêu thụ nước, đồng thời hỗ trợ việc giải thích các khác biệt quan sát được trong dữ liệu.

Tất cả các bước phân tích được thực hiện theo quy trình chuẩn hóa, đảm bảo tính nhất quán trong xử lý dữ liệu và khả năng tái lập của nghiên cứu. Các kết quả phân tích được sử dụng làm cơ sở cho phần trình bày kết quả và thảo luận nhằm làm rõ vai trò của các yếu tố hành vi và kinh tế – xã hội đối với dấu chân nước trong bối cảnh đô thị.

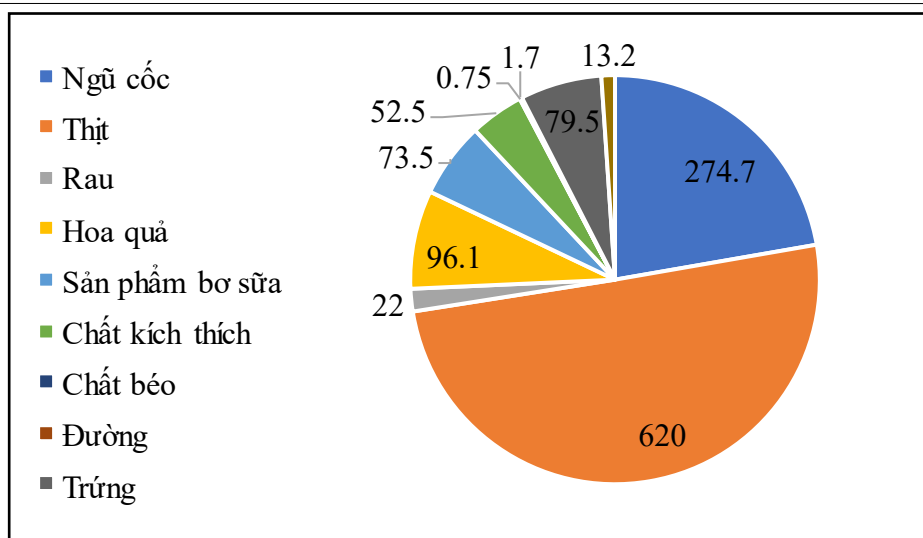
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Tính toán và đánh giá dấu chân nước của sinh viên đại học Bách Khoa Hà Nội

Kết quả nghiên cứu DCN cho thấy DCN cá nhân của sinh viên Trường Đại học Bách khoa Hà Nội là khoảng 1.580,9 m³/năm/người. Tăng 14.3% so với DCN cá nhân tại Việt Nam giai đoạn 1996-2005. DCN cá nhân tại Việt Nam giai đoạn 1996-2005 là 1.383 m³/năm/người. Và ít hơn 6% so với DCN cá nhân của người dân Tp.HCM, DCN của người dân Tp.HCM là 1.642 m³/năm/người. Do sự phát triển kinh tế - xã hội, đời sống của mỗi cá nhân cũng thay đổi, nhu cầu sử dụng các sản phẩm và dịch vụ để phục vụ cho cuộc sống hàng ngày càng cao và tiêu thụ về nước của từng cá nhân càng ngày càng gia tăng là điều tất yếu.

Bảng 2. DCN cá nhân của sinh viên trường ĐHBKHN (m³/năm)

	DCN của tiêu thụ sản phẩm trong nông nghiệp	DCN của tiêu thụ trong sinh hoạt	DCN của tiêu thụ sản phẩm trong công nghiệp	Tổng DCN
Trung bình	1264,3	231,1	85,5	1580,9
KTX	1181,8	186,5	58	1426,39
Ở một mình	1187,3	236,1	110,1	1533,5
Trọ với bạn	1296	244,9	92	1632,9
Ở với gia đình, gia đình người quen	1322,9	256,5	99,3	1678,7
Nam	1367,4	214,4	85,6	1667,5
Nữ	1058,8	264,3	85,5	1408,5
Năm 1	1243,8	230,7	79,4	1553,9
Năm 2	1245,8	213,2	70,6	1529,6
Năm 3	1254,5	232,2	92,5	1579,2
Năm 4	1316,2	250,5	91,3	1657,9
Năm 5	1222,1	239,9	111,7	1573,7
Nhóm 1	1298,7	247,2	79,9	1624,4
Nhóm 2	1115,8	246,7	77,4	1439,4
Nhóm 3	1268,7	182,7	60,2	1511,7
Nhóm 4	1411,3	264,9	113,3	1789,5
Nhóm 5	1275,5	231,1	91,4	1598



Hình 1. Thành phần DCN trong sản phẩm nông nghiệp

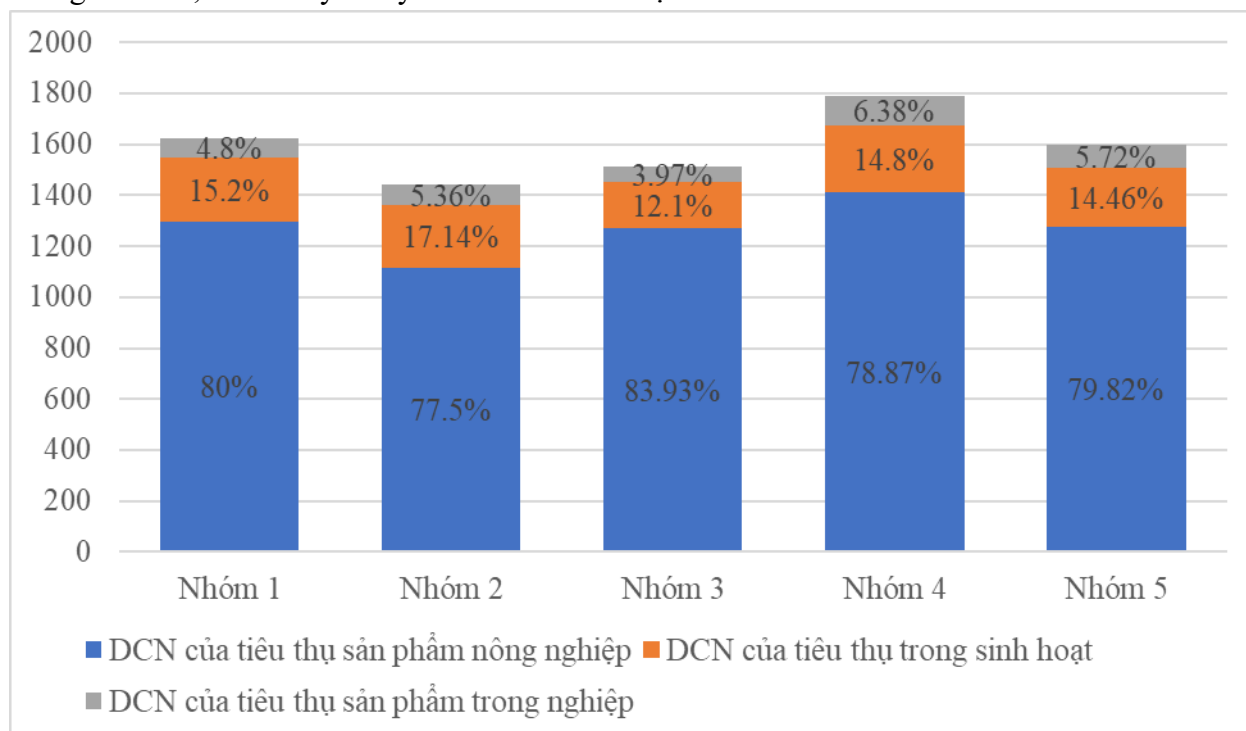
Trong tổng số DCN tiêu thụ của cá nhân tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội thì DCN tiêu thụ sản phẩm nông nghiệp là chiếm phần lớn và quyết định DCN cá nhân, chiếm 80%. DCN của tiêu thụ sản phẩm trong nông nghiệp bao gồm 10 thành phần, tỉ lệ DCN cá nhân đối với tiêu thụ trong sản phẩm nông nghiệp được thể hiện rõ trong bảng 3. Lượng tiêu thụ sản phẩm thịt là cao nhất chiếm 49,04%, sản phẩm ngũ cốc chiếm 21,73%, hoa quả chiếm 7,6%, sản phẩm bơ sữa chiếm 5,8%, trứng chiếm 6,3%, chất kích thích chiếm 4,2%, còn lại là chất béo, đường và các sản phẩm khác.

DCN cá nhân ở các môi trường sống khác nhau, điều kiện kinh tế - xã hội khác nhau sẽ có DCN khác nhau. Hình thức sống chủ yếu của sinh viên bao gồm 4 dạng: sinh viên ở KTX, ở trọ với bạn, ở một mình, ở với gia đình và người quen. DCN của sinh viên với 4 hình thức được thể hiện qua bảng 2. Sự khác biệt về DCN cá nhân ở các khu vực khảo sát là do số lượng và hình thức tiêu dùng của mỗi cá nhân, ngoài ra còn do thói quen ăn uống, sinh hoạt hàng ngày của từng khu vực khác nhau. Phần lớn DCN cá nhân của sinh viên ở với gia đình và gia đình người quen là cao nhất với DCN trung bình là 1678,7 m³/người/năm. Thấp nhất là DCN của sinh viên sống trong KTX với 1426,39 m³/người/năm. Sự chênh lệch về DCN ở hai khu vực này chủ yếu là do môi trường sống và điều kiện kinh tế. Sinh viên sống với gia đình có đầy đủ tiện nghi như máy giặt, máy rửa bát, nên DCN của sinh viên sống cùng gia đình sẽ cao hơn những sinh viên với hình thức sống khác.

DCN của Nam và Nữ có sự chênh lệch rõ rệt với DCN của Nam là 1667,5 m³/người/năm, DCN của nữ là 1408,5 m³/người/năm, chênh 18%. Điều này được giải thích vì mức tiêu thụ các sản phẩm nông nghiệp đặc biệt là các chế phẩm từ thịt của Nam đa phần đều lớn hơn so với Nữ. Theo khảo sát được số sinh viên năm 1: 18 sinh viên; năm 2: 127 sinh viên; Năm 3: 132 sinh viên; năm 4: 96 sinh viên; năm 5: 21 sinh viên. Nhìn chung sinh viên ở các năm khác nhau thì DCN không có sự chênh lệch lớn, giao động trong khoảng 1530-1658 m³/người/năm.

DCN của 5 nhóm được chia theo các hình thức ăn, kết quả đạt được như bảng 2. Nhóm 4 là nhóm sinh viên tự nấu, ăn với gia đình và ăn ngoài hàng có tổng DCN cao nhất là 1789,5 m³/người/năm. Sinh viên ở nhóm này chủ yếu sống cùng gia đình nên mức sống sẽ cao hơn so

với các nhóm khác. Thấp nhất là nhóm 2, nhóm sinh viên tự nấu với DCN là 1439,4 m³/người/năm, nhóm này chủ yếu là sinh viên ở trọ.



Hình 2. Tỷ lệ DCN của sinh viên chia theo các nhóm hình thức ăn

3.2. Đánh giá nhận thức và hành vi sử dụng nước của người dân

Kết quả nghiên cứu cho thấy, phần lớn các sinh viên có ý thức sử dụng nước trong vệ sinh cá nhân: 82% sinh viên không để nước chảy trong khi đánh răng; sinh viên tắm từ 10 – 20 phút là đa số, chiếm 48.5%. Tuy nhiên vẫn còn tồn tại nhiều cá nhân chưa có ý thức trong việc tiêu thụ nước như để vòi nước chảy khi đánh răng chiếm 18%, tắm trên 30 phút chiếm 3,8%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, thời gian cho mỗi lần tắm trên 20 phút ở nữ giới chiếm tỷ lệ cao hơn nam giới. Hầu hết các sinh viên ở KTX đều không sử dụng bồn cầu xả kép. Số sinh viên giặt quần áo bằng tay chiếm 66,8%, giặt máy chiếm 29,6%, giặt ngoài quán chiếm 3,6%. Đa số sinh viên đều giặt quần áo bằng tay, tỷ lệ sinh viên giặt quần áo bằng máy giặt chủ yếu là sinh viên sống cùng gia đình. Vì lượng nước sử dụng cho giặt máy có thể nhiều gấp 2-3 lần so với giặt tay với bất kỳ lượng đồ như thế nào thì mức nước tiêu thụ trong mỗi lần giặt là tương đương nhau. Số sinh viên rửa bát 2 lần/ngày chiếm đa số với 46%. Số sinh viên để vòi nước chảy quá 5 phút chiếm 43%. Thu nhập mỗi tháng của mỗi cá nhân cũng có ảnh hưởng lớn đến tổng DCN cá nhân. Theo nghiên cứu, thu nhập trong khoảng 3-5 triệu chiếm phần lớn với 42,6%. Sinh viên có thu nhập dưới 3 triệu chủ yếu đều sống ở KTX. Số sinh viên này chiếm 26%. Nhìn chung, đa số người dân chỉ quan tâm đến lượng nước tiêu thụ trong các hoạt động tắm, giặt. Còn các hoạt động như tưới cây, rửa sân nhà, lối đi ít được quan tâm đến. Tùy thuộc vào điều kiện kinh tế, mức thu nhập cá nhân, nhận thức và thói quen sử dụng nước của từng đối tượng, có tổng dấu chân nước cá nhân khác nhau. Có thể chia sự khác nhau về DCN thành 3 đối tượng sinh viên gồm cao nhất là sinh viên ở với gia đình, thấp nhất là sinh viên ở KTX, và trung bình là các sinh viên còn lại.

Mặc dù sinh viên được giáo dục đầy đủ về kiến thức cơ bản và chuyên sâu về sự quan trọng của tài nguyên nước và những hệ lụy mà họ phải gánh chịu nếu nguồn nước bị khan hiếm, nhưng sinh viên vẫn không coi trọng vấn đề này và sử dụng nước một cách lãng phí, và thường sử dụng nước theo nhu cầu của cá nhân. Ngoài ra, do điều kiện kinh tế, mức thu nhập, việc sử dụng nước hàng ngày chưa được kiểm soát. Môi trường sống của sinh viên tốt hơn thường tiêu thụ nước cao hơn các đối tượng khác.

4. THẢO LUẬN

Tính trung bình DCN cá nhân của sinh viên Đại học Bách khoa Hà Nội là khoảng 1580,9 m³/năm/người. Trong tổng số DCN tiêu thụ của cá nhân tại Đại học BKHN thì DCN trong tiêu thụ các sản phẩm nông nghiệp chiếm phần lớn và quyết định dấu chân nước cá nhân. Dấu chân nước của các cá nhân sinh viên ở cùng gia đình, người cao hơn so với sinh viên ở trọ và KTX do số lượng và hình thức tiêu dùng của mỗi cá nhân, ngoài ra còn do thói quen ăn uống, sinh hoạt hàng ngày của các cá nhân và điều kiện kinh tế, xã hội ở từng khu vực khác nhau. Nhận thức và hành vi tiêu thụ nước của mỗi cá nhân ảnh hưởng đáng kể đến tổng DCN của cá nhân. Nghiên cứu cho thấy các sinh viên có môi trường sống tốt hơn không phải lúc nào cũng thể hiện hành vi tích cực và ngược lại. Sinh viên ở với gia đình là đối tượng có dấu chân nước cá nhân cao nhất (1678,7 m³/năm/người). Sinh viên ở KTX có dấu chân nước thấp nhất (1426,4 m³/năm/người). Họ có nhận thức tốt và ý thức được việc tiết kiệm nước.

Khi so sánh DCN của sinh viên Đại học Bách khoa Hà Nội và người dân khu vực Tp.HCM được kết quả như Bảng 3 theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Huyền và cs. (2020). DCN của sinh viên Đại học Bách khoa Hà Nội thấp hơn 3,9% so với DCN của người dân Tp.HCM. Sự chênh lệch này là không đáng kể. Thấp hơn chủ yếu trong tiêu thụ sản phẩm nông nghiệp và công nghiệp, vì mức sống của sinh viên còn nhiều hạn chế nên DCN thấp hơn là phù hợp với thực tế.

Bảng 3. So sánh DCN của sinh viên ĐHBKHN và người dân tại Tp.HCM

DCN	DCN của tiêu thụ sản phẩm nông nghiệp	DCN của tiêu thụ trong sinh hoạt	DCN của tiêu thụ sản phẩm trong công nghiệp	Tổng DCN
Sinh viên Đại học Bách khoa Hà Nội	1264,3	231,1	85,5	1580,7
Người dân tại TP Hồ Chí Minh	1302	227,2	119,9	1642,3

Kết quả nghiên cứu cho thấy giữa nhận thức tiết kiệm nước và hành vi tiêu dùng thực tế của sinh viên vẫn tồn tại một khoảng cách nhất định. Về mặt nhận thức, phần lớn sinh viên đã có ý thức trong một số hoạt động sử dụng nước hàng ngày, thể hiện qua tỷ lệ 82% sinh viên không để nước chảy trong khi đánh răng và nhóm sinh viên tắm từ 10-20 phút chiếm tỷ lệ cao nhất với 48,5%. Tuy nhiên, các hành vi chưa tiết kiệm nước vẫn còn xuất hiện ở một bộ phận sinh viên, chẳng hạn 18% sinh viên vẫn để vòi nước chảy khi đánh răng, 3,8% sinh viên tắm trên 30 phút và 43% sinh viên để vòi nước chảy quá 5 phút khi rửa bát. Điều này cho thấy việc có hiểu biết

về tầm quan trọng của tài nguyên nước chưa đồng nghĩa với việc hình thành đầy đủ thói quen tiết kiệm nước trong đời sống hằng ngày.

Sự khác biệt về hành vi sử dụng nước của sinh viên còn chịu tác động bởi giới tính, nơi ở, điều kiện sinh hoạt và mức thu nhập. Kết quả cho thấy thời gian tắm trên 20 phút ở nữ giới có tỷ lệ cao hơn nam giới, phản ánh sự khác biệt về nhu cầu sinh hoạt cá nhân. Bên cạnh đó, hầu hết sinh viên ở ký túc xá không sử dụng bồn cầu xả kép, cho thấy điều kiện cơ sở vật chất có thể hạn chế khả năng thực hành tiết kiệm nước, ngay cả khi sinh viên có nhận thức về vấn đề này. Về hoạt động giặt quần áo, 66,8% sinh viên giặt bằng tay, 29,6% giặt bằng máy và 3,6% giặt ngoài quán. Sinh viên sống cùng gia đình có xu hướng sử dụng máy giặt nhiều hơn, trong khi sinh viên ở ký túc xá thường giặt tay. Do giặt máy có thể tiêu thụ lượng nước lớn hơn giặt tay, đặc biệt khi lượng quần áo ít nhưng máy vẫn sử dụng mức nước tương đối cố định cho mỗi lần giặt, nhóm sinh viên sống cùng gia đình có thể có dấu chân nước trực tiếp cao hơn.

Thu nhập và môi trường sống cũng là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tổng dấu chân nước cá nhân của sinh viên. Nhóm sinh viên có thu nhập 3-5 triệu đồng/tháng chiếm tỷ lệ lớn nhất với 42,6%, trong khi nhóm dưới 3 triệu đồng/tháng chiếm 26% và chủ yếu sống ở ký túc xá. Những sinh viên có điều kiện sống tốt hơn thường có khả năng tiếp cận nhiều tiện nghi sinh hoạt hơn, từ đó mức tiêu thụ nước có xu hướng cao hơn. Ngược lại, sinh viên sống ở ký túc xá thường bị giới hạn bởi điều kiện không gian, thiết bị và chi phí sinh hoạt nên tổng dấu chân nước cá nhân có xu hướng thấp hơn. Có thể chia sự khác biệt về dấu chân nước cá nhân thành ba nhóm: cao nhất là sinh viên sống cùng gia đình, thấp nhất là sinh viên sống ở ký túc xá và nhóm trung bình là sinh viên thuê trọ hoặc sống trong các điều kiện sinh hoạt khác.

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy nhận thức tiết kiệm nước của sinh viên mới chỉ chuyển hóa một phần thành hành vi tiêu dùng thực tế. Sinh viên thường quan tâm nhiều hơn đến các hoạt động sử dụng nước dễ nhận thấy như tắm, giặt, rửa bát, trong khi các hoạt động khác như tưới cây, rửa sân nhà hoặc lái đi ít được chú ý hơn. Mặc dù sinh viên đã được tiếp cận các kiến thức cơ bản và chuyên sâu về vai trò của tài nguyên nước cũng như các hệ quả của khan hiếm nước, nhiều hành vi sử dụng nước vẫn phụ thuộc chủ yếu vào nhu cầu cá nhân, thói quen sinh hoạt, điều kiện kinh tế và môi trường sống. Điều này cho thấy để giảm dấu chân nước cá nhân, việc nâng cao nhận thức là cần thiết nhưng chưa đủ; cần kết hợp với các biện pháp thay đổi hành vi, cải thiện cơ sở vật chất tiết kiệm nước và xây dựng các chương trình truyền thông phù hợp với từng nhóm sinh viên.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tích hợp phương pháp đánh giá dấu chân nước với phân tích hành vi tiêu dùng nhằm định lượng mức sử dụng nước cá nhân của sinh viên đô thị tại Đại học Bách khoa Hà Nội. Kết quả cho thấy dấu chân nước trung bình của sinh viên đạt khoảng 1580,9 m³/người/năm, cao hơn mức trung bình của Việt Nam giai đoạn 1996-2005 và chỉ thấp hơn không đáng kể so với mức của người dân Thành phố Hồ Chí Minh. Trong cấu trúc dấu chân nước, nước ảo trong tiêu thụ sản phẩm nông nghiệp chiếm tỷ trọng lớn nhất, khoảng 80% tổng dấu chân nước cá nhân, trong đó tiêu thụ thịt và các sản phẩm có nguồn gốc động vật là các yếu tố đóng góp chủ yếu. Ngược lại, lượng nước sử dụng trực tiếp trong sinh hoạt chỉ chiếm tỷ lệ tương đối nhỏ. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra sự khác biệt đáng kể về dấu chân nước giữa các

nhóm sinh viên theo giới tính, điều kiện sinh sống và hình thức tiêu dùng. Sinh viên sống cùng gia đình có dấu chân nước cao nhất do mức tiêu dùng và sử dụng tiện nghi lớn hơn, trong khi sinh viên ở ký túc xá có dấu chân nước thấp nhất. Sinh viên nam có dấu chân nước cao hơn nữ chủ yếu do mức tiêu thụ thực phẩm cao hơn, đặc biệt là các sản phẩm từ thịt. Đồng thời, các nhóm sinh viên có mức chi tiêu cao và hình thức ăn uống đa dạng thường có dấu chân nước lớn hơn các nhóm tự nấu ăn hoặc có xu hướng tiết kiệm. Kết quả khảo sát hành vi cho thấy mặc dù phần lớn sinh viên đã có nhận thức cơ bản về tiết kiệm nước, vẫn tồn tại khoảng cách đáng kể giữa nhận thức và hành vi thực tế. Nhiều thói quen sử dụng nước chưa hợp lý như để nước chảy liên tục, thời gian tắm kéo dài hoặc sử dụng thiết bị tiêu thụ nước chưa hiệu quả vẫn còn phổ biến. Điều này cho thấy nhận thức đơn thuần chưa đủ để tạo ra thay đổi hành vi bền vững nếu thiếu các cơ chế hỗ trợ, giáo dục và định hướng tiêu dùng phù hợp.

Từ các kết quả đạt được, nghiên cứu nhấn mạnh tầm quan trọng của việc lồng ghép yếu tố hành vi tiêu dùng vào quản lý tài nguyên nước đô thị. Các giải pháp quản lý phía cầu cần tập trung không chỉ vào tiết kiệm nước trực tiếp mà còn vào thay đổi mô hình tiêu dùng thực phẩm và lối sống theo hướng bền vững, đặc biệt đối với nhóm dân số trẻ tại các đô thị lớn. Đồng thời, cần tăng cường truyền thông, giáo dục về nước ảo và dấu chân nước trong môi trường đại học nhằm nâng cao nhận thức và thúc đẩy hành vi tiêu dùng có trách nhiệm. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học quan trọng cho việc xây dựng các chiến lược quản lý tài nguyên nước theo hướng bền vững trong bối cảnh đô thị hóa nhanh tại Việt Nam. Tuy nhiên, nghiên cứu mới chỉ được thực hiện tại một cơ sở đào tạo đại học với phạm vi mẫu còn giới hạn. Trong tương lai, cần mở rộng nghiên cứu cho các nhóm dân cư đô thị khác, đồng thời kết hợp các phương pháp phân tích định lượng chuyên sâu hơn nhằm đánh giá đầy đủ tác động của các yếu tố kinh tế - xã hội và hành vi tiêu dùng đến dấu chân nước cá nhân.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện dưới sự tài trợ của Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED), mã số đề tài 105.99-2025.56.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Allan, J. A. (1998). Virtual water: A strategic resource. *Global solutions to regional deficits. Ground Water*, 36(4), 545-546.
- [2]. Frola, E. N., Cavaliere, A., De Marchi, E., D'Alessandro, F., Benfenati, A., Aletti, G., & Banterle, A. (2024). Water scarcity and consumer behavior: An analysis of diet-related water footprint. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 39, e24. <https://doi.org/10.1017/S1742170524000140>
- [3]. Hachaichi, M. (2023). Unpacking the urban virtual water of the Global South: Lessons from 181 cities. *Ecological Economics*, 210, 107859. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107859>
- [4]. Hachaichi, M., & Egieya, J. (2023). Water-Food-Energy Nexus in Global Cities: Addressing Complex Urban Interdependencies. *Water Resources Management*, 37, 1811-1825. <https://doi.org/10.1007/s11269-023-03455-7>

- [5]. Heller, M. C., Willits-Smith, A., Mahon, T., Keoleian, G. A., & Rose, D. (2021). Individual US diets show wide variation in water scarcity footprints. *Nature Food*, 2, 255-263. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00256-2>
- [6]. Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Earthscan.
- [7]. Huong Nguyen Thi Thu, Ngoc Trinh Phuong, Thu Pham Anh, & Thao Vu Thi Ngoc. (2025). Unveiling Vietnam's trade dynamics: The perspective of virtual water on agricultural products trade for sustainable water resource management. *Journal of Cleaner Production*, 503, 145430. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145430>
- [8]. IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 4: Water. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [9]. Nguyễn Thị Huyền, Trần Thị Thanh Huyền, Nguyễn Thị Thu Hiền và Nguyễn Thị Hồng Thắm. (2020). Đánh giá dấu chân nước của người dân Thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - Khoa học Tự nhiên*, 4(S11), 86-95
- [10]. Mekonnen, M. M., Kebede, M. M., Demeke, B. W., et al. (2024). Trends and environmental impacts of virtual water trade. *Nature Reviews Earth & Environment*, 5, 890-905. <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00605-2>
- [11]. Pham, Q.-N., Nguyen, N.-H., Ta, T.-T., & Tran, T.-L. (2023). Vietnam's Water Resources: Current Status, Challenges, and Security Perspective. *Sustainability*, 15(8), 6441. <https://doi.org/10.3390/su15086441>
- [12]. Tamea, S., Tuninetti, M., Soligno, I., & Laio, F. (2021). Virtual water trade and water footprint of agricultural goods: The 1961-2016 CWASI database. *Earth System Science Data*, 13(5), 2025-2051. <https://doi.org/10.5194/essd-13-2025-2021>
- [13]. UNESCO/UN-Water. (2024). The United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. UNESCO.
- [14]. Zhang, S., Wu, M., Albano, R., & Cao, X. (2025). Does Understanding Water Footprint and Virtual Water Concepts Promote Water Conservation? *Water*, 17(24), 3480. <https://doi.org/10.3390/w17243480>
- [15]. Water Footprint Network. (n.d.). *Extended Water Footprint Calculator*. Retrieved June 2, 2026, from <https://www.waterfootprint.org/resources/interactive-tools/extended-water-footprint-calculator/>