

CƠ SỞ KHOA HỌC VỀ NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUẢN LÝ VẬN HÀNH BỀN VỮNG HỆ THỐNG CẤP NƯỚC SINH HOẠT NÔNG THÔN TẬP TRUNG KHAI THÁC NƯỚC DƯỚI ĐẤT Ở VÙNG NÚI CAO, VÙNG KHAN HIẾM NƯỚC CỦA VIỆT NAM

Vũ Thị Hồng Nghĩa

Bộ Khoa học và Công nghệ

Nguyễn Tùng Phong

Cục Quản lý và Xây dựng công trình thủy lợi

Phạm Hùng, Đinh Văn Đạo

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Quản lý vận hành bền vững các hệ thống cấp nước sinh hoạt tập trung nông thôn ở vùng núi cao, vùng khan hiếm nước luôn là một trong những thách thức chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Việc tìm ra những nhân tố mấu chốt để có giải pháp nâng cao tính bền vững là cần thiết nhưng đang gặp khó khăn do chưa xác định được khoảng trống khoa học để từng bước giải quyết. Bài báo này tóm lược cơ sở khoa học dựa trên việc tổng quan tài liệu trong và ngoài nước với phương pháp tiếp cận STEEP. Kết quả chỉ ra các khoảng trống nghiên cứu nằm ở cả 6 nhóm nhân tố ảnh hưởng chính là thể chế, quản lý, xã hội, môi trường, kỹ thuật và kinh tế-tài chính. Tuy nhiên, do đặc điểm kinh tế, xã hội và địa hình khu vực núi cao và khan hiếm nước là rất khó khăn nên khi nghiên cứu cụ thể vấn đề này cần lựa chọn những khoảng trống theo nhóm nhân tố mà có mức độ ảnh hưởng và vai trò khác nhau đến quản lý vận hành bền vững công trình trong đó vùng núi cao, khan hiếm nước nên tập trung vào khoảng trống về kinh tế-tài chính, thể chế, quản lý và xã hội.

Từ khóa: Bền vững, núi cao, khan hiếm nước, nước sinh hoạt, khoảng trống.

Summary: Sustainable operation and maintenance management of rural piped domestic water supply systems in high-mountainous and water-scarce areas has always been one of the biggest challenges due to being affected by many factors. Finding the key factors to have solutions to improve sustainability was necessary but was facing difficulties because the scientific gap has not been fully identified to solve step by step. This paper summarized the scientific basis through literature review of Vietnam and foreign scientific document based on the STEEP approach. The results showed that the research gaps were in all 6 main factor groups such as institution, management, social, environment, technology and economics-finance. However, due to the economic, social and topographical characteristics of these areas were very difficult, Therefore, to study this issue in detail, it is necessary to select research gaps according to factor groups that were considered to have main role and influent levels on the sustainable operation and maintenance management of the systems in which research on this issue in high-mountainous areas and water scarcity areas should be focused on the factors such as economics-finance, institution, management and society.

Keywords: Sustainability, high-mountainous, water scarcity, domestic water, gap.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quản lý vận hành bền vững các hệ thống cấp nước sinh hoạt nông thôn tập trung (HTCNSH) nhằm quy trì và nâng cao tỷ lệ tiếp

cận nguồn nước sạch luôn được xã hội quan tâm. Trong hơn 3 thập kỷ qua, Chính phủ và người dân luôn nỗ lực thực hiện và đã đạt được các kết quả đáng khích lệ nhưng tỷ lệ tiếp cận nước sạch ở vùng núi cao, khan hiếm nước chưa được như kỳ vọng và tồn tại nhiều thách thức cần giải quyết. Cụ thể là tính đến nay có đến 53,1% số công trình ở miền núi

Ngày nhận bài: 10/02/2025

Ngày thông qua phản biện: 03/3/2025

Ngày duyệt đăng: 09/4/2025

phía bắc là hoạt động kém bền vững và không hoạt động. Hơn thế nữa có đến 95,5% số công trình được quản lý bởi các mô hình tổ chức như Ủy ban nhân dân cấp xã, Hợp tác xã, Tổ hợp tác và thậm chí giao phó cho cộng đồng tự quản lý, đây là những mô hình được đánh giá là thiếu ổn định, còn nhiều hạn chế trong quản lý cấp nước (Lương Văn Anh và cs, 2023). Nhằm góp phần giải quyết những khó khăn và thách thức trên Chính phủ đã cho triển khai *“Chương trình điều tra, tìm kiếm nguồn nước dưới đất để cung cấp nước sinh hoạt ở các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước”*.... Tuy nhiên, hiện thiếu các giải pháp mang tính tổng hợp, điển hình là thiếu cơ sở khoa học làm nền tảng để đưa ra giải pháp phù hợp. Nhiều nghiên cứu đã được triển khai ở các cấp độ và khía cạnh khác nhau nhằm củng cố cơ sở khoa học phục vụ phát triển dịch vụ cấp nước bền vững. Tuy nhiên, các nghiên cứu này dường như vẫn chưa bao trùm hết các khoảng trống, đặc biệt đối với vùng núi cao, khan hiếm nước do vùng này phụ thuộc vào nhiều yếu tố, nhân tố... cũng như có nhiều khó khăn như thiếu nguồn nước và hạ tầng kinh tế-xã hội nghèo nàn và lạc hậu (Đinh Văn Đạo và cs, 2023). Cụ thể chưa thể chỉ ra chính xác được nhân tố chính ảnh hưởng đến quản lý vận hành bền vững công trình (UN-Water, 2023; Ricard Giné và cs, 2008; Truong Duc Toan, et al, 2023). Cụ thể, nhiều tác giả đã chỉ ra rằng đối với vùng núi cao, vùng khan hiếm nước thì số lượng và mức độ của các yếu tố ảnh hưởng sẽ càng rõ ràng hơn và thách thức to lớn hơn khi mà việc cung cấp dịch vụ cấp nước vừa phải đảm bảo các mục tiêu bền vững công trình nhưng vẫn phải đảm bảo cấp nước đầy đủ về cả chất lượng, số lượng và khả năng sẵn sàng sử dụng và chi trả của người dân (Đinh Văn Đạo và cs, 2023). Để chỉ ra cụ thể nguyên nhân ảnh hưởng đến tính bền vững trong quản lý vận hành là những yếu tố nào được coi là một những nguyên nhân chính dẫn đến sự xuống cấp của các công trình trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng căng thẳng và phát triển kinh tế - xã hội lạc hậu... (Harold

Lockwood, 2003; A. Masduqi và cs, 2010; Truong Duc Toan và cs, 2023). Hơn thế nữa, các nghiên cứu trước đây hầu như cũng chỉ quan tâm đến những vùng có điều kiện kinh tế xã hội và nguồn nước thuận lợi mà chưa đề cập nhiều đến vùng núi cao, khan hiếm nước, đặc biệt ở Việt Nam. Đây là mảng lớn, cần có nhiều nghiên cứu khám phá, nhưng mức độ nghiên cứu đến đâu thì vẫn chưa được tổng quan. Bởi vậy, để phục vụ cho các nghiên cứu liên quan tiếp theo, bài báo này sẽ tổng quan nghiên cứu trước về cách xác định nhân tố ảnh hưởng đến quản lý vận hành bền vững hệ thống cấp nước sinh hoạt nông thôn tập trung khai thác nước dưới đất ở vùng núi cao, khan hiếm nước của Việt Nam từ đó xác định khoảng trống cần nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Tổng quan tài liệu thứ cấp: Dựa trên mục tiêu, phạm vi và những từ khóa chính của chủ đề thảo luận, nghiên cứu tiến hành thu thập, tổng hợp, đánh giá và phân loại các tài liệu, dữ liệu nghiên cứu ở trong và ngoài nước từ trước. Các tài liệu này là các bài báo học thuật hoặc các báo cáo liên quan đến chủ đề nghiên cứu. Các nội dung, khía cạnh và từ khóa liên quan bao gồm quản lý vận hành bền vững, hệ thống cấp nước sinh hoạt tập trung nông thôn; vùng núi cao khan hiếm nước; mô hình tổ chức; các nhân tố theo các khía cạnh như kinh tế - tài chính, xã hội, thể chế - quản lý, kỹ thuật, môi trường và nguồn nước... Từ đó đưa ra những phát hiện chính về khoảng trống hoặc câu hỏi nghiên cứu chưa được giải quyết.

Kỹ thuật lựa chọn vấn đề cần giải quyết: Các khoảng trống nghiên cứu được chỉ ra từ những đánh giá nội dung dựa trên khung phân tích STEEP. Phương pháp này còn được gọi là phân tích PESTE với chiến lược là phân tích yếu tố bên trong và ngoài ảnh hưởng đến tổ chức quản lý vận hành bền vững công trình theo các khía cạnh cụ thể. Nội dung được phân theo các khía cạnh (được viết tắt theo tên của phương pháp) bao gồm Sociological = Xã hội học, Technological = Công nghệ, E= Economical = Kinh tế, Environmental = Môi trường và Political = Chính trị (institutional arrangement and management = tổ chức thể

chế và quản lý). Khi sử dụng để phân tích thì đảm bảo rằng các yếu tố được đánh giá vẫn có sự tương quan, phụ thuộc lẫn nhau nhưng cũng được phân tích lựa chọn theo trọng số của mỗi khía cạnh đối với vấn đề cần nghiên cứu (Hadrien SZIGETI và cs. 2016). Dựa trên khung phân tích STEEP, bài báo định hình khung tổng quan tài liệu cho vấn đề quản lý vận hành bền vững hệ thống cấp nước sinh hoạt tập trung nông thôn vùng núi cao, vùng khan hiếm nước, cụ thể như sau:

+ Các yếu tố xã hội: Mức độ quan tâm và ý thức sử dụng nước sạch; tham gia bảo vệ công trình, nguồn nước; phân bổ thu nhập; và mật độ dân số....

+ Các yếu tố công nghệ: Mức độ và khả năng áp dụng công nghệ mới trong quản lý sản xuất và phân phối nước sạch.

+ Các yếu tố kinh tế: Doanh thu, chi phí trong quản lý vận hành; vấn đề thuế và nguồn lực hỗ trợ tài chính từ bên ngoài; cơ chế hạch toán....

+ Các yếu tố môi trường: Điều kiện sẵn có nguồn nước (nước mặt, nước ngầm) và điều kiện địa hình....

+ Các yếu tố chính trị, có thể phân ra thành hai nhóm nhỏ là Quản lý (bao gồm các khung chính sách và cơ chế tài chính, hỗ trợ giá, đầu tư; huy động sự tham gia của cộng đồng trong quản lý và giám sát quá trình vận hành khai thác công trình...); và Tổ chức thể chế (bao gồm vấn đề mô hình tổ chức quản lý về vận hành, khai thác công trình và quản lý nhà nước)...

Trên cơ sở cách tiếp cận trên các khoảng trống nghiên cứu được phân tách, loại trừ và lựa chọn khu trú vấn đề trọng tâm cần giải quyết trong phạm vi nghiên cứu theo mục tiêu đề ra.

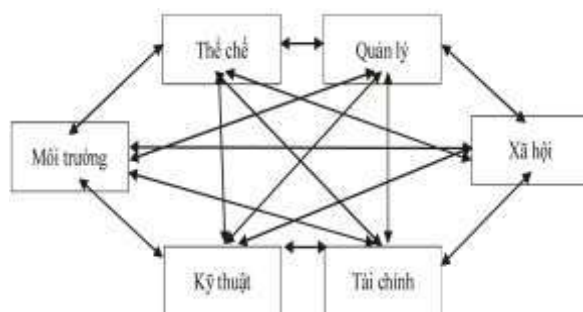
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Quan điểm chung về nhân tố ảnh hưởng đến quản lý vận hành bền vững

Việc quản lý khai thác bền vững các hệ thống khai thác nước dưới đất phục vụ cấp nước sinh hoạt vùng núi cao, khan hiếm nước đang đối mặt với nhiều thách thức không chỉ là vấn đề suy giảm nguồn nước, ô nhiễm mà còn các vấn đề về thể chế, quản lý, kinh tế, kỹ thuật và xã hội. Điều này dẫn đến các mục tiêu, khái niệm và quan điểm bền vững trong cấp nước cũng khác nhau nhưng tự chung lại là phải đảm bảo kết hợp hài hòa giữa phát triển kinh tế và bảo vệ tài nguyên

môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu và tiếp cận bao trùm. Trong bối cảnh mới, phát triển bền vững còn đảm bảo sử dụng tiết kiệm tài nguyên theo hướng phát triển xanh, ứng dụng các mô hình kinh tế tuần hoàn, kinh tế chia sẻ trong quản lý cấp thoát nước nông thôn (Đinh Văn Đạo, 2023). Tùy vào cách tiếp cận khác nhau mà nhiều nghiên cứu đã phân nhỏ các khía cạnh ảnh hưởng như chính sách, công nghệ, cộng đồng và xã hội, tài chính và thu hồi chi phí, bảo trì, đào tạo và nâng cao năng lực... (Harvey và cs. 2007) và khẳng định chúng có mối quan hệ với nhau (Giné và cs. 2008).

Ở một khía cạnh khác, mục tiêu cuối cùng của phát triển cấp nước bền vững là tăng khả năng tiếp cận nguồn nước, đáp ứng các mục tiêu quốc gia và nhanh chóng xây dựng các hệ thống mới có sự tham gia của người hưởng lợi, xây dựng năng lực tổ chức thể chế, tiếp tục bảo trì các thiết bị nước để đảm bảo rằng các dịch vụ cấp nước được duy trì. Các nghiên cứu khác thì khẳng định rằng các hoạt động nhằm phát triển cấp nước bền vững cần được thực hiện theo một quá trình hơn là chỉ nhằm nhằm đạt được mục tiêu kế hoạch cấp nước đơn thuần vì cốt lõi là làm như nào để một hệ thống cấp nước có thể vận hành một cách liên tục và lâu dài. Điều này phụ thuộc vào tập hợp của các mối quan hệ phức tạp giữa các yếu tố như quản lý, môi trường, xã hội, tài chính, vấn đề kỹ thuật (công nghệ), thể chế và nền tảng hạ tầng hiện có.... Cụ thể là phụ thuộc vào về sự kết hợp chặt chẽ các vấn đề Quản lý, Môi trường, Xã hội, Tài chính, Kỹ thuật và khả năng của các tổ chức, của cơ sở hạ tầng với sự tham gia quản lý giám sát của cộng đồng... (hình 1) (Harvey and Reed, 2004).



Hình 1: Các nhóm nhân ảnh hưởng đến tính bền vững của HTCNTT

(Giné, R. và cs, 2007; Nguyễn Văn Anh và cs., 2023)

Công nghệ:

Theo Montgomery et al. (2009) công nghệ là phương thức kỹ thuật được áp dụng khâu sản xuất nước đến quá trình cấp nước nhằm hỗ trợ công tác quản lý, khai thác nguồn lực (nguyên vật liệu) có sẵn... một cách có hiệu quả. Tùy thuộc vào đặc điểm nguồn nước và nguồn lực kinh tế xã hội để quyết định lựa chọn các giải pháp kỹ thuật, công nghệ phù hợp. Nghiên cứu của Nguyễn Mạnh Trường và cs. 2023 đã tổng hợp được 19 nhóm công nghệ thu gom và cấp nước khác nhau ở vùng núi cao, khan hiếm nước. Chi tiết hơn thì nghiên cứu của Nguyễn Tiếp Tân, 2024 cũng tổng hợp được các nhóm công nghệ tổng hợp từ khâu thu gom, xử lý bằng các giải pháp như bằng bình lọc áp lực, lọc ngược, xử lý bằng giàn phun và nhóm công nghệ quản lý thông qua các hệ thống cơ sở dữ liệu, hệ thống thông tin địa lý và hệ thống giám sát từ xa... Như vậy, mỗi giai đoạn của quá trình quản lý cấp nước đều có các giải pháp công nghệ khác nhau và tính bền vững phụ thuộc vào các quyết định lựa chọn áp dụng công nghệ phù hợp với điều kiện thực tế như trình độ chuyên môn kỹ thuật, nhu cầu thực của cộng đồng người dùng, sẵn có tài chính và khả năng giám sát, đánh giá thu hồi chi phí vận hành... (Montgomery và cs., 2009). Công nghệ trong giai đoạn sản xuất là yếu tố quan trọng, tạo điều kiện chủ động trong vận hành và bảo trì hệ thống. Nghiên cứu của Sara và Katz (1997) cũng khẳng định điều này và chỉ ra tính bền vững được thể hiện từ khâu thiết kế đến xây dựng hệ thống và khẳng định các yếu tố kỹ thuật ảnh hưởng lớn nhất đến tính bền vững. Nghiên cứu của Carter và cs. (1999) lưu ý vấn đề công nghệ được sử dụng trong các hệ thống cấp nước là cần thiết nhưng cần được bảo trì theo một kế hoạch rõ ràng và có đủ nguồn lực. Đây là vấn đề khó đối với những vùng có điều kiện kinh tế khó khăn, thậm trí là rào cản khi phát triển hệ thống cấp nước khi mà công nghệ vượt xa năng lực thực tế dẫn đến công trình bị bỏ hoang, lãng phí.

Quản lý:

Năm 1997, Sara và Katz thực hiện nghiên cứu dịch vụ cấp nước và đã xác định hệ thống bền

vững khi mà công tác quản lý dịch vụ cấp nước phù hợp và được người dùng chấp nhận trong suốt thời kỳ hoạt động. Ví dụ như cấp nước trong các giờ cao điểm thì phải đảm bảo dịch vụ cấp nước với tổ đa công suất thiết kế của hệ thống cả về số lượng và chất lượng (Abrams và cs. 1998) hay phải duy trì hoạt động ổn định cả các phân công trình và phi công trình sau khi ngừng hỗ trợ từ bên ngoài. Carter và cs. (1999) đã chỉ ra các bên liên quan tham gia cung cấp dịch vụ cũng cần nhận thức về tính liên tục trong đổi mới nâng cao chất lượng cung cấp dịch vụ. Các hệ thống được quản lý có sự tham gia sâu của cộng đồng trong quản lý và giám sát thì cần đảm bảo rằng người vận hành luôn luôn công tác bảo trì nhưng phải có sự hỗ trợ nguồn lực từ bên ngoài một cách kịp thời. Nghiên cứu của Giné, R. và cs., 2007 và Montangero A. và cs. (2009) thì cho rằng ở các nước thu nhập thấp, cần đề cao vai trò tham gia quản lý của cộng đồng. Nghiên cứu của cả hai tác giả này đã nỗ lực phân tích và làm rõ các lưu ý khi tổ chức quản lý hệ thống mới ở Sub-Saharan Africa thì cần phải quản lý dựa vào cộng đồng nhưng phải hiểu rằng giới hạn tham gia này chỉ là quan hệ cộng đồng và sự tham gia của cộng đồng hay người hưởng lợi. Điều này được nhóm tác khu trú vào hai vấn đề cần lưu ý là *tham gia của cộng đồng* và *Quản lý của cộng đồng* chứ không phải là mô hình quản lý cộng đồng. Vì các nguyên nhân chính được đề cập nhiều nhất là: (1) CDQL thường dựa vào tình thần tình nguyện trong khi bản chất tự nguyện là chỉ có thể cố gắng làm một thời đoạn chứ không lâu dài; (2) Thường thiếu động lực lâu dài; (3) Những người quản lý vận hành chủ chốt có thể thay đổi mà không định trước hay khó có thể đặt ra cơ chế ràng buộc; (4) Tham gia quản lý thất thoát nước chỉ bằng kinh nghiệm hay sự tín nhiệm chủ quan của cộng đồng; (5) Dễ phát sinh sự thiếu minh bạch và tính giải trình; thiếu quy định chặt chẽ như của các tổ chức chính thống; (6) Sự tham gia đóng góp phí bảo trì, sửa chữa hay bảo dưỡng công trình không liên tục; (7) Tham gia với tâm thế như là nhiệm vụ xã hội đơn thuần mà thiếu đi trách nhiệm pháp lý; (8) Cộng đồng không làm

chủ được tài chính hỗ trợ thay thế, phục hồi các hạng mục của công trình khi bị hư hỏng.

Thực tế, vấn đề “sở hữu”, đây là nguyên nhân then chốt quyết định các yếu tố khác, là điều kiện tiên quyết và mấu chốt của sự bền vững. Thực tế đã chứng minh rằng minh bạch và xác định trách nhiệm sở hữu công trình cấp nước sẽ nâng cao ý thức, sự sẵn sàng tham gia quản lý vì nó liên quan trực tiếp đến giá nước mà người dùng nước chi trả, để bù đắp chi phí vận hành. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, thực tế giá nước chưa thể hiện mối quan hệ hữu cơ giữa trách nhiệm với quyền lợi khi sở hữu tài sản. Sở hữu sẽ chỉ rõ trách nhiệm trong bảo trì vì người dùng nước không thể trực tiếp bảo trì do vị trí tiếp cận nguồn nước của họ khác nhau dẫn đến các quyền lợi và nghĩa vụ sẽ không thể như nhau được. Tuy nhiên, sở hữu không tự nó đảm bảo công trình nước bền vững, đây là vấn đề phức tạp vì liên quan đến yếu tố kinh tế, xã hội tại địa phương chứ không đơn thuần là vấn đề công trình thuộc về đối tượng nào quản lý. Nơi nào vấn đề sở hữu là khó khăn thì thái độ về công trình của người hưởng lợi trở lên nghiêm túc hơn (do luật pháp, sở hữu đất hoặc ràng buộc cộng đồng (Harvey và cs., 2004).

Nghiên cứu của Trương Đức Toàn và cs., năm 2023 đã phân tích vai trò của các mô hình quản lý khai thác đối với sự bền vững của các HTCNSH ở Việt Nam. Nhóm tác giả đã áp dụng mô hình hồi quy tuyến tính logit để xem xét mối quan hệ giữa loại mô hình quản lý và sự bền vững của công trình dựa trên 6 nhân tố bền vững được tổng quan từ các nghiên cứu trước để xây dựng ra 20 chỉ số đánh giá hiệu quả làm cơ sở đến tính toán. Kết quả cho thấy, loại mô hình quản lý có ảnh hưởng đến khả năng bền vững của công trình cấp nước trong đó mô hình tư nhân quản lý được đánh giá là bền vững nhất từ đó chỉ ra được các bài học chính sách thúc đẩy tham gia của tư nhân trong lĩnh vực cấp nước nông thôn.

Môi trường:

Năm 2000, nghiên cứu của Gleick đã định nghĩa sử dụng nước bền vững là việc sử dụng nước trong khả năng chịu đựng của môi trường hay lượng tài nguyên nước hữu hạn mà

môi trường tạo ra phục vụ nhu cầu phát triển của xã hội loài người mà không làm suy yếu tính toàn vẹn của chu trình thủy văn hoặc các hệ thống sinh thái phụ thuộc. Một ngành nước bền vững sẽ đảm bảo rằng nguồn cung cấp nước đáp ứng nhu cầu được quản lý phù hợp trong giới hạn môi trường tự nhiên cho phép ở tất cả các vùng của đất nước. Dịch vụ về nước được cung cấp với mức giá chấp nhận được đối với người tiêu dùng. Về khía cạnh nguồn nước đầu vào, Harvey và Reed (2003) đã lập luận tính bền vững khi các nguồn nước đầu vào không bị khai thác quá mức mà được bổ sung tự nhiên. Trong cấp nước sinh hoạt nông thôn ở vùng núi cao, vấn đề bảo vệ môi trường nơi có nguồn sinh thủy, tạo nguồn nước đầu vào cho các HTCNSH được coi là vấn đề rất quan trọng, đặc biệt là giai đoạn hạ tầng và nguồn lực khó khăn khi không thể áp dụng các công nghệ hiện đại, chi phí cao (Nguyễn Mạnh Trường và cs., 2023). Hơn thế nữa, để đảm bảo rằng các HTCNSH được duy trì ổn định về mặt kỹ thuật thì yếu tố môi trường tại khu vực sinh thủy cũng cần được đảm bảo do có sự tham gia của toàn xã hội, đặc biệt là người sử dụng nước. Nước được khai thác một cách đúng mục đích và ở mức liều lượng cho phép trong một thời gian dài chứ không phải là đứt đoạn. Ví như, người dùng nước không thể dùng nước sạch một cách vô độ cho các lợi ích kinh tế cá nhân, trước mắt mà quên đi những tác động về môi trường. Quá trình cung cấp dịch vụ cũng phải đảm bảo sử dụng hiệu quả chi phí khai thác để nguồn tài nguyên nước có thể được bảo tồn và phát triển (Đinh Văn Đạo và cs. 2023).

Kinh tế và tài chính

Carter và cs. (1999) đã chỉ ra vấn đề tài chính, thu hồi chi phí quản lý vận hành là vấn đề quan trọng đối với bất kỳ hệ thống cấp nước nào, ở bất cứ nơi nào trên thế giới. Việc bù đắp chi phí nhân công luôn được ưu tiên, tiếp đó là vật tư, vật liệu và công cụ thay thế.... Cũng cần hoàn thiện cơ chế bù đắp chi phí như cơ chế vận hành hay nguyên liệu phục vụ quản lý, hạch toán tiền nước, thu hồi chi phí tốt hơn sẽ đảm bảo tính bền vững tốt hơn của các HTCNSH (Đinh Văn Đạo và cs., 2023). Về mặt kinh tế và bền vững công trình, Brikké và

Rojas (2001) đã phân tích các nhân tố ảnh hưởng và chỉ ra mức độ bù đắp chi phí là rất quan trọng đối với các hệ thống cấp nước được quản lý dựa vào cộng đồng. Peter và Nkambule (2012), Ibrahim (2017), Jimenez-Redal và cs., (2018) cũng đưa ra các chỉ tiêu đánh giá theo các nhóm nhân tố bền vững về kỹ thuật, xã hội, môi trường, tài chính, độ tin cậy, tổ chức. Năm 2023, Đinh Văn Đạo và cs. cũng đã nêu và phân tích tối ưu về chi phí tài chính trong quản lý vận hành đối với công trình là yếu tố quyết định hay ảnh hưởng đến các vấn đề liên quan như thể chế, công nghệ, cơ chế chính sách.... Mức tối ưu được nhóm tác giả làm rõ theo các giới hạn đường biên về kinh tế, kỹ thuật và phân bổ chi phí trong đó vấn đề phân bổ chi phí là quan trọng nhất, đảm bảo rằng có sự tham gia của các bên liên quan theo các mục tiêu phát triển cấp nước khác nhau. Vấn đề tài chính được thể hiện ở nhiều cấp bậc khác nhau như cấp vận hành, kinh tế và môi trường. Mỗi cấp độ có những đầu mục hao phí và chi phí khác nhau trong đó cấp cao nhất cần quan tâm đến vấn đề ngoại ứng môi trường (Saleth và cs., 2005). Nghiên cứu của Bohm, Essenburg, và Fox (1993) về tính bền vững tài chính của các hệ thống cấp nước đã xác định được giá nước và khả năng bù đắp chi phí là những yếu tố chính đảm bảo tính bền vững. Giá nước thu được không thể bao gồm toàn bộ chi phí dịch vụ sẽ ảnh hưởng đến tính bền vững của hệ thống. Sự sẵn sàng chi trả cũng được cho là yếu tố quan trọng nhất để đảm bảo rằng các dịch vụ luôn được cải thiện, như kết nối người dùng nước thay vì kết nối công cộng. Thu nhập và sự giàu có của hộ gia đình, quy mô gia đình, trình độ học vấn và sự không hài lòng với các nguồn nước truyền thống ảnh hưởng tích cực đến tính bền vững. Nghiên cứu tương tự về tính bền vững trong vận hành của các hệ thống cấp nước do Bhandari và Grant (2007) thực hiện cũng đã kết luận rằng sự hài lòng, mức độ tin cậy của ủy ban sử dụng nước, khả năng sẵn sàng chi trả của người sử dụng nước là những yếu tố quan trọng nhất về tính bền vững trong vận hành.

Tổ chức thể chế

Về khía cạnh thể chế được biểu hiện bằng mô

hình tổ chức quản lý và cơ chế, chính sách... trong đó chính sách tiền nước là yếu tố quan trọng quyết định đến tính bền vững lâu dài của hệ thống (Sara và Katz, 1997). Các yếu tố kinh tế - xã hội như mức thu nhập, mức độ sẵn sàng chi trả của người sử dụng nước, sự sẵn có về vốn xã hội, lao động cũng là những vấn đề quan trọng không kém để duy trì hệ thống hoạt động hiệu quả. Ở các vùng nông thôn của các nước đang phát triển, các HTCNSH sẽ hoạt động bền vững, lâu dài khi các dịch vụ cấp nước được quản lý bởi mô hình phù hợp trong đó cân nhắc đến sự tham gia của cộng đồng cùng các cơ chế hỗ trợ của các cơ quan quản lý. Vai trò hỗ trợ của các cơ quan nhà nước là điều cần thiết. Xét về thực tế này, Mazango và Munjeri (2009) cũng đã thừa nhận sự hỗ trợ từ bên ngoài là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tính bền vững của cung cấp nước.

Abrams và cs (1998) đã phân loại tính bền vững của hệ thống được chia thành hai giai đoạn thiết lập dịch vụ (đầu tư xây dựng) và cung cấp dịch vụ (vận hành và cung cấp dịch vụ) trong đó vấn đề ảnh hưởng đến hoạt động bền vững là các chính sách duy trì khả năng thu hồi chi phí.... Tính bền vững giai đoạn cung cấp dịch vụ phụ thuộc rất nhiều vào tổ chức thể chế của địa phương và quốc gia. Điều quan trọng là phải thiết lập hệ thống hỗ trợ một cách có tổ chức phù hợp để các HTCNSH này tồn tại và có khả năng cung cấp dịch vụ cho người hưởng lợi, đồng thời nâng cao được trách nhiệm tham gia sử dụng tiết kiệm tài nguyên nước.

Năm 2024, nghiên cứu của Nguyễn Tiếp Tân và cs. cũng đã tổng hợp các mô hình tổ chức quản lý khác nhau ở Việt Nam và trên thế giới như tư nhân cá thể, doanh nghiệp, đơn vị của chính phủ, tổ hợp tác hay nhóm đội.... Nghiên cứu cũng đã đề xuất ra các mô hình và cơ chế chính sách phù hợp với cấp nước sinh hoạt vùng núi cao và khan hiếm nước trong đó đề cao mô hình doanh nghiệp công ích và mô hình tổ hợp tác có sự tham gia của cộng đồng nhưng đi liền với chính sách hỗ trợ giá nước. Tuy nhiên, mức độ hiệu quả chưa được chỉ ra bằng các chỉ số định lượng.

Xã hội

Nhân tố xã hội thường bị chi phối bởi vấn đề “sở hữu”, thường được coi là vấn đề then chốt quyết định đến sự bền vững của công trình. Thực tế, trong cấp nước nông thôn, đối tượng sử dụng nước là người hạn chế về thu nhập, ý thức sử dụng nước sạch còn kém, mật độ dân cư thưa thớt... đã gây ra nhiều khó khăn trong việc duy trì tính bền vững của công trình. Điều này càng trầm trọng hơn ở các vùng núi cao, khan hiếm nước khi phân bố dân cư bị chia cắt bởi điều kiện địa hình phức tạp. Peter G. & Nkambule S. (2012) đã xem xét sự bền vững của các công trình ở vùng Sub-Saharan Africa, nơi có điều kiện hạ tầng xã hội lạc hậu. Kết quả cho thấy có đến 30% số hệ thống không hoạt động. Nghiên cứu đề xuất cần xem xét các nhân tố ảnh hưởng đến tính bền vững cũng như giải pháp nâng cao hiệu quả thì cần xem xét kỹ lưỡng các nhân tố xã hội như các nhân tố về tài chính, kỹ thuật, môi trường và thể chế. Điều này còn đáng quan tâm hơn ở những vùng có điều kiện hạ tầng xã hội yếu kém. Nghiên cứu này được tiến hành ở vùng Lubombo trên 15 hệ thống khác nhau nằm trên 11 xã. Kết quả chỉ ra các nhân tố xã hội và kỹ thuật ảnh hưởng chính đến bền vững trong khi các yếu tố về tài chính, tổ chức cũng quan trọng nhưng mức ảnh hưởng ít hơn. Các nhân tố xã hội thành phần ảnh hưởng đến tính bền vững là rất đa dạng có thể là khả năng đáp ứng nhu cầu, quy mô số người sử dụng, công bằng, sự tham gia quyết định trong quản lý vận hành và bảo trì, sự sẵn sàng đóng góp tiền. Thậm chí, sự tham gia của cộng đồng còn cần phải thực hiện từ giai đoạn lập kế hoạch và thiết kế hệ thống cùng với sự điều tiết của chính quyền địa phương.

4. KẾT LUẬN

Tính bền vững được đảm bảo khi có sự phát triển cân bằng giữa nhiều yếu tố kinh tế, kỹ thuật và xã hội, thể chế chính sách hay có sự kết nối theo thời gian và không gian, phù hợp với các bối cảnh thực tế của các bên liên quan ở những khía cạnh khác nhau. Điều đáng chú ý là cần phải đảm bảo hài hòa giữa hiệu quả và sự bền vững về mặt kỹ thuật (yếu tố cơ bản);

về mặt kinh tế tài chính (yếu tố cốt lõi ảnh hưởng gián tiếp nhưng lâu dài); vấn đề tổ chức thể chế nhằm tạo môi trường chính sách, mô hình tổ chức, thậm chí là các chính sách hỗ trợ. Các yếu tố không thể tách rời đối với một công trình ở những vùng núi cao nơi mà dân cư thưa thớt, có hạn chế về nền tảng nhận thức xã hội, kinh tế khi đưa hệ thống vào hoạt động.

Vấn đề bền vững của hệ thống ở những vùng núi cao và khan hiếm nước dường như chưa có nhiều nghiên cứu mà chủ yếu trường hợp thử nghiệm các yếu tố kỹ thuật, hay bỏ qua hoặc xem nhẹ các vấn đề kinh tế và xã hội. Trong khi đây là những yếu tố quyết định gián tiếp nhưng là yếu tố chính quyết định sự bền vững của hệ thống khi đưa vào khai thác và cung cấp dịch vụ nước sạch. Điều này cần có nghiên cứu cụ thể để hoàn thiện cơ sở lý thuyết về tính bền vững trong quản lý vận hành ở vùng núi cao, khan hiếm nước. Các nghiên cứu trong và ngoài nước cũng chỉ ra rằng nhiều nhân tố ảnh hưởng đến quản lý vận hành bền vững các HTCNSH nói chung và công trình khai thác nước dưới đất và cấp nước cho vùng núi cao, khan hiếm nước nói riêng. Đây là vùng có điều kiện tự nhiên khó khăn bị tác động rõ nét do biến đổi khí hậu và thời tiết cực đoan đồng thời điều kiện kinh tế xã hội khó khăn, dân trí thấp và nhận thức về vai trò của nước sạch còn rất hạn chế. Điều này đòi hỏi phải có sự tham gia của toàn xã hội trong đó bao gồm nhà nước, đơn vị quản lý vận hành (đơn vị sự nghiệp, tư nhân) và người hưởng lợi.

Các nhân tố ảnh hưởng được tập trung vào 6 nhóm là thể chế, quản lý, xã hội, môi trường, kỹ thuật và kinh tế-tài chính. Tuy nhiên, tùy vào các điều kiện thực tế và mục tiêu nghiên cứu mà các nhân tố này được phân tách chi tiết hoặc gộp lại sao cho phù hợp. Do vậy các nhân tố ảnh hưởng là rất nhiều và đa dạng như mô hình tổ chức quản lý, chính sách hỗ trợ, vấn đề xã hội và điều kiện tự nhiên nguồn nước và sự tham gia của người hưởng lợi, ứng dụng khoa học công nghệ, thu đủ bù chi, nhận thức của người dân và đơn vị quản lý vận hành.... Những nghiên cứu cũng chỉ ra yếu tố mô hình tổ chức được coi là yếu tố quan trọng thứ nhất nhưng các yếu tố mang tính tài chính, chính

sách cũng rất quan trọng để có thể lựa chọn giải pháp phù hợp phát huy được vấn đề lợi thế kinh tế thị trường và sức mạnh của thể chế cộng đồng.

Tổng quan chung các tài liệu cho thấy các công trình ở vùng núi cao khan hiếm nước cần có cơ chế chính sách hỗ trợ ưu tiên, trong đó hỗ trợ chi phí quản lý vận hành công trình sau đầu tư để đảm bảo công trình được bảo trì và bảo vệ an toàn. Điều này đòi hỏi có sự tham

gia của các thành phần bao gồm cả nhà nước (vai trò chính), bên cung cấp dịch vụ (đơn vị sự nghiệp hoạt động tài chính độc lập, doanh nghiệp...) và người hưởng lợi tham gia đóng phí để đảm bảo quyền lợi và trách nhiệm bảo vệ nguồn nước, đặc biệt nước dưới đất hay nguồn sinh thủy nơi họ sinh sống. Tuy nhiên, hầu như không có nghiên cứu nào được thực hiện ở vùng này trong khi vấn đề thực tiễn và cơ sở khoa học hỗ trợ quản lý lại rất thiếu và yếu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bhandari, B., & Grant, M. (2007). User satisfaction and sustainability of drinking water schemes in rural communities of Nepal. *Sustainability: Science Practice and Policy*, 3(1), 12-20.
- [2] Bohm, R. A., Essenburg, T. J., & Fox, W. F. (1993). Sustainability of potable water services in the Philippines. *Water Resources Research*, 29(7), 1955-1963. <http://dx.doi.org/10.1029/92WR02997>
- [3] Carter, R. C., Tyrrel, S. F., & Howsam, P. (1999). Impact and sustainability of Community water Supply and sanitation Programmes in Developing Countries. *Chartered Institution of Water and Environmental Management*, 13, 292-296. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-6593.1999.tb01050.x>
- [4] Dao. Dinh Van, Phong. Nguyen Tung, Tan. Nguyen Tiep, Naomi Carrad, Ngoc. Nguyen Minh, Au. Ton Nu Hai, 2024, "Input allocative efficiencies for operation and maintenance of rural piped water supply systems: A case study from highland areas in Vietnam", *Journal of Water and Land Development*. No.61, 2024. eISSN 2083-4535. <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/149128/edition/130964/content>
- [5] Đình Văn Đạo, Nguyễn Hồng Nhung, Nguyễn Tùng Phong, 2023. Chính sách hỗ trợ quản lý khai thác công trình cấp nước sinh hoạt tập trung nông thôn vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam. ISSN: 1859-4255, Số 77, 4/2023.
- [6] Giné, R.; Pérez-Foguet, 2008. A. Sustainability assessment of national rural water supply program in Tanzania. In *Natural Resources Forum*; Blackwell Publishing Ltd.: Oxford, UK, 2008; pp. 327–342.
- [7] Hadrien SZIGETI, Mourad MESSAADIA, Anirban MAJUMDAR, Benoit Eynard, 2016. STEEP analysis as a tool for building technology roadmaps, conference paper, https://www.researchgate.net/publication/301295850_STEEP_analysis_as_a_tool_for_building_technology_roadmaps.
- [8] Harvey, P. A., & Reed, R. A. 2007. Community-managed water supplies in Africa: sustainable or dispensable? *Community Development Journal*, 42(3), 365.
- [9] [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000135](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000135).
- [10] Ibrahim S. H. (2017). Sustainability Assessment and Identification of Determinants in Community-Based Water Supply Projects using Partial Least Squares Path Model. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*. 5: 345-358.
- [11] Jimenez-Redal R., Soriano J., Holowko N., Almandoz J. & Arregui F. (2018). Assessing sustainability of rural gravity-fed water schemes on Idjwi Island, D.R. Congo. *International Journal of Water Resources Development*. 34(6): 1022-1035.

- [12] L. Abrams, 1998. “Understanding Sustainability of Local Water Services, <http://www.africanwater.org/sustainability.htm>
- [13] Lương Văn Anh và tập thể cán bộ Phòng Quản lý nước sạch nông thôn, Cục thủy lợi, 2023. Một số giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động bền vững công trình nước sạch nông thôn tập trung đến năm 2025 và định hướng đến anwm 2030. Tạp chí Tài nguyên nước, ISSN 1859 – 3771. Hội Thủy lợi Việt Nam số
- [14] Montangero A., 2009. Promising management models of rural water supply services: outcomes of the 24th AGUASAN Workshop, October 13 to 17, 2008: a workshop for sector specialists and decision-makers. SDC in collaboration with Eawag/Sandec, Helvetas and Skat.
- [15] Nyasha B.M. Mazango, Cephas Munjeri, 2009. Water management in a hyperinflationary environment: Case study of Nkayi district in Zimbabwe. Physics and Chemistry of the Earth Parts A/B/C 34(1):28-35. DOI:10.1016/j.pce.2008.07.004
- [16] Nguyễn Mạnh Trường, Vũ Thị Hồng Nghĩa, Đinh Anh Tuấn, Đỗ Thế Quỳnh (2022), “Giải pháp, công nghệ khai thác các mô hình cấp nước tại vùng núi cao, vùng khan hiếm nước”, *Tạp chí Khoa học và công nghệ Thủy lợi* (ISSN:1859-4255), số 75 tháng 12-2022, tr. 29-38.
- [17] Nguyễn Tiếp Tân, 2024. Nghiên cứu đề xuất hoàn thiện các mô hình tổ chức quản lý, cơ chế chính sách nhằm vận hành bền vững các hệ thống khai thác nước phục vụ cấp nước sinh hoạt cho vùng núi cao, vùng khan hiếm nước. Bộ Khoa học Công nghệ (Đề tài cấp nhà nước).
- [18] Peter G. & Nkambule S. (2012). Factors affecting sustainability of rural water schemes in Swaziland. Physics and Chemistry of the Earth. 50-52: 196-204.
- [19] Peter H. Gleick, 1993. Gleick Water and Conflict: Fresh Water Resources and International Security International Security. The MIT Press, Vol. 18, No. 1 , pp. 79-112. <https://doi.org/10.2307/2539033>
- [20] Saleth R. M. and A. Dinar (2005): ‘Water Institutional Reforms: Theory and Practice’, Water Policy, 7: 1 – 19.
- [21] Sara, J. and Katz, T. (1997) Making Rural Water Supply Sustainable. Report on the Impact of Project Rules, UNDP— Word Bank Water & Sanitation Programme, Washington DC.
- [22] Toan, T.D.; Hanh, D.N.; Thu, D.T. Management Models and the Sustainability of Rural Water Supply Systems: An Analytical Investigation in Ha Nam Province, Vietnam. Sustainability 2023, 15, 9212. <https://doi.org/10.3390/su15129212>.