

Đánh giá hiện trạng và định hướng công nghệ xử lý nước cho hệ thống cấp nước sinh hoạt nông thôn tỉnh Quảng Ninh

Assessment of the current status and water treatment technology orientation for rural domestic water supply systems in Quang Ninh province

> TS NGUYỄN PHƯƠNG THẢO

Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: thaonp@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Bảo đảm cấp nước sinh hoạt an toàn và bền vững cho khu vực nông thôn vẫn là một thách thức lớn, đặc biệt tại các địa phương có điều kiện địa lý đa dạng. Nghiên cứu này đánh giá hiện trạng hệ thống cấp nước sinh hoạt nông thôn tỉnh Quảng Ninh và đề xuất các định hướng công nghệ xử lý nước phù hợp với điều kiện địa phương. Phương pháp nghiên cứu kết hợp phân tích số liệu thứ cấp và khảo sát thực địa. Nội dung đánh giá tập trung vào mức độ bao phủ dịch vụ, tình trạng hạ tầng, công nghệ xử lý, mức độ đáp ứng QCVN 01-1:2024/BYT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt do Bộ Y tế ban hành) và mô hình quản lý vận hành tại các khu vực đồng bằng, ven đô, miền núi và hải đảo. Kết quả cho thấy chỉ 56,59% hộ dân nông thôn được sử dụng nước đạt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt, với sự chênh lệch đáng kể giữa các khu vực. Nhiều công trình cấp nước quy mô nhỏ vẫn sử dụng công nghệ xử lý truyền thống, mức độ tự động hóa và năng lực vận hành còn hạn chế, dẫn đến chất lượng nước sau xử lý chưa ổn định. Các hệ thống do đơn vị chuyên nghiệp quản lý có mức độ tuân thủ quy chuẩn kỹ thuật và tính bền vững vận hành cao hơn so với các công trình do cộng đồng quản lý. Trên cơ sở đặc điểm nguồn nước và điều kiện không gian của địa phương, nghiên cứu đề xuất các định hướng lựa chọn công nghệ xử lý nước phù hợp đối với nguồn nước mặt, nước ngầm, nước mưa và các hệ thống xử lý quy mô hộ gia đình. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học phục vụ công tác quy hoạch và định hướng đầu tư phát triển hệ thống cấp nước nông thôn tại tỉnh Quảng Ninh và các địa phương có điều kiện tương đồng.

Từ khóa: Cấp nước nông thôn; nước sinh hoạt; công nghệ xử lý; tỉnh Quảng Ninh.

ABSTRACT

Ensuring safe and sustainable domestic water supply in rural areas remains a major challenge, particularly in provinces characterized by diverse geographical conditions. This study evaluates the current status of rural water supply systems in Quang Ninh Province and proposes appropriate water treatment technology options adapted to local conditions. The research applies a mixed-methods approach combining secondary data analysis and field surveys. The assessment focuses on service coverage, infrastructure condition, treatment technologies, compliance with QCVN 01-1:2024/BYT (National Technical Regulation on Domestic Water Quality), and operational management models across delta, peri-urban, mountainous, and island areas. The results show that only 56.59% of rural households have access to water meeting the national domestic water quality standard, with significant disparities among regions. Many small-scale water supply schemes rely on conventional treatment technologies with limited automation and operational capacity, leading to unstable water quality. Systems operated by professional organizations demonstrate higher compliance with technical regulations and better operational sustainability compared to community-managed schemes. Based on the characteristics of local water sources and spatial conditions, the study proposes appropriate water treatment technology options for surface water, groundwater, rainwater, and small-scale household systems. The findings provide scientific evidence to support rural water supply planning and investment strategies in Quang Ninh Province and other regions with similar conditions.

Keywords: Rural water supply; domestic water; water treatment technologies; Quang Ninh province, Vietnam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cấp nước sạch nông thôn đóng vai trò nền tảng trong bảo vệ sức khỏe cộng đồng, nâng cao chất lượng sống và thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội bền vững. Trong những năm gần đây, Việt Nam đã đạt được nhiều kết quả tích cực trong việc cải thiện khả năng tiếp cận nước sạch khu vực nông thôn thông qua các chương trình mục tiêu quốc gia và các dự án đầu tư hạ tầng cấp nước. Theo báo cáo của Cục quản lý và xây dựng công trình thủy lợi (Bộ Nông nghiệp và Môi trường), tỷ lệ người dân nông thôn được sử dụng nước hợp vệ sinh và nước sạch ngày càng tăng, góp phần cải thiện điều kiện sống và giảm thiểu các rủi ro về sức khỏe liên quan đến nguồn nước. Tính đến năm 2025, trên toàn quốc có khoảng 68% hộ dân nông thôn được sử dụng nước đạt quy chuẩn, trong đó 60% hộ dân sử dụng nước từ các công trình cấp nước tập trung, còn 8% hộ dân được cấp nước từ hệ thống cấp nước hộ gia đình [8]. Tuy nhiên, cùng với yêu cầu ngày càng cao về chất lượng nước sinh hoạt, việc ban hành QCVN 01-1:2024/BYT đã đặt ra các tiêu chuẩn nghiêm ngặt hơn đối với hệ thống cấp nước, đặc biệt tại khu vực nông thôn - nơi điều kiện đầu tư, quản lý và vận hành còn nhiều hạn chế [1].

Trong nước đã có nhiều nghiên cứu liên quan đến cấp nước nông thôn, tập trung vào các nội dung như đánh giá hiện trạng công trình cấp nước tập trung, khả năng tiếp cận nước sạch của người dân, hiệu quả vận hành của hệ thống cấp nước và các mô hình quản lý khai thác công trình [3], [7]. Một số nghiên cứu cũng đề cập đến các yếu tố ảnh hưởng đến tính bền vững của công trình cấp nước nông thôn như điều kiện nguồn nước, năng lực vận hành, cơ chế tài chính và sự tham gia của cộng đồng [4], [5], [6]. Các kết quả nghiên cứu này đã cung cấp những cơ sở khoa học và thực tiễn quan trọng cho việc hoạch định chính sách và nâng cao hiệu quả quản lý các hệ thống cấp nước nông thôn tại Việt Nam.

Tuy nhiên, các nghiên cứu hiện có vẫn còn một số hạn chế. Thứ nhất, phần lớn các nghiên cứu chủ yếu tập trung đánh giá hiện trạng cấp nước tại một số địa phương hoặc theo từng chương trình, dự án riêng lẻ, chưa có nhiều nghiên cứu phân tích hệ thống cấp nước nông thôn theo đặc điểm vùng sinh thái, trong khi điều kiện địa hình, nguồn nước và phân bố dân cư giữa các vùng có sự khác biệt đáng kể. Thứ hai, việc phân tích mối quan hệ giữa loại nguồn nước khai thác (nước mặt, nước ngầm hoặc nguồn nước khác) với công nghệ xử lý được áp dụng trong các công trình cấp nước còn chưa được nghiên cứu đầy đủ, dẫn đến hạn chế trong việc lựa chọn công nghệ phù hợp với điều kiện tự nhiên và quy mô phục vụ. Bên cạnh đó, các nghiên cứu về mô hình quản lý công trình cấp nước nông thôn thường được xem xét độc lập, chưa gắn kết chặt chẽ với đặc điểm công nghệ xử lý và điều kiện nguồn nước, trong khi đây là những yếu tố có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả vận hành và tính bền vững của hệ thống cấp nước.

Quảng Ninh là tỉnh có điều kiện tự nhiên đa dạng, bao gồm khu vực ven đô, đồng bằng, miền núi và hải đảo, với đặc điểm phân bố dân cư không đồng đều và điều kiện nguồn nước khác nhau giữa các khu vực. Sự phân hóa không gian này tạo ra những thách thức đáng kể trong đầu tư, vận hành và quản lý hệ thống cấp nước sinh hoạt nông thôn. Mặc dù tỉnh đã triển khai nhiều chương trình và dự án nhằm cải thiện điều kiện cấp nước sinh hoạt cho người dân, mức độ tiếp cận nước sạch, tình trạng công trình và khả năng đáp ứng quy chuẩn chất lượng nước giữa các khu vực vẫn còn sự chênh lệch đáng kể.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: (i) đánh giá hiện trạng hệ thống cấp nước sinh hoạt khu vực nông thôn tỉnh Quảng Ninh theo các vùng không gian đặc thù; (ii) phân tích mối quan hệ giữa loại nguồn nước khai thác và công nghệ xử lý được áp dụng trong các công trình cấp nước; và (iii) đề

xuất các định hướng lựa chọn công nghệ xử lý và mô hình cấp nước phù hợp với điều kiện tự nhiên và đặc điểm nguồn nước của địa phương nhằm nâng cao độ tin cậy và tính bền vững của hệ thống cấp nước nông thôn.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là hệ thống cấp nước sinh hoạt khu vực nông thôn tỉnh Quảng Ninh, bao gồm các công trình cấp nước tập trung và bán tập trung đã được đầu tư xây dựng và đang vận hành đến năm 2025. Phạm vi nghiên cứu bao phủ khu vực nông thôn thuộc 13 đơn vị hành chính của tỉnh, với các điều kiện địa hình đặc thù như miền núi, ven biển và hải đảo.

2.2. Nguồn số liệu

Số liệu nghiên cứu được tổng hợp từ Đề án cấp nước sạch nông thôn tỉnh Quảng Ninh đến năm 2025, các báo cáo chuyên ngành của cơ quan quản lý nhà nước và đơn vị cấp nước tại địa phương, cùng hệ thống quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật và văn bản pháp luật hiện hành liên quan đến lĩnh vực cấp nước. Các số liệu được rà soát, đối chiếu nhằm bảo đảm tính thống nhất và độ tin cậy trước khi sử dụng trong phân tích.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu áp dụng cách tiếp cận tổng hợp, kết hợp phân tích định lượng và định tính nhằm đánh giá toàn diện hiện trạng hệ thống cấp nước sinh hoạt nông thôn tỉnh Quảng Ninh và đề xuất định hướng lựa chọn công nghệ phù hợp.

Số liệu thứ cấp được thu thập từ cơ quan quản lý chuyên ngành, cơ quan y tế và chính quyền địa phương trong giai đoạn gần nhất, bao gồm: tỷ lệ hộ sử dụng nước đạt quy chuẩn, quy mô và hiện trạng công trình cấp nước tập trung, công nghệ xử lý, mô hình quản lý vận hành và kết quả quan trắc chất lượng nước. Đồng thời, khảo sát thực địa được thực hiện tại các công trình đại diện cho khu vực đồng bằng, ven đô, miền núi và hải đảo nhằm cập nhật tình trạng kỹ thuật và khả năng đáp ứng QCVN 01-1:2024/BYT.

Hiện trạng được đánh giá theo bốn nhóm tiêu chí: (i) mức độ tiếp cận nước sạch; (ii) quy mô và tình trạng kỹ thuật công trình; (iii) công nghệ xử lý và mức độ đáp ứng quy chuẩn; và (iv) mô hình quản lý, hiệu quả vận hành. Phân tích thống kê mô tả và so sánh liên vùng được sử dụng để xác định các hạn chế chính liên quan đến chất lượng nước, tính ổn định và tính bền vững của hệ thống.

Trên cơ sở kết quả phân tích, nghiên cứu đề xuất định hướng lựa chọn công nghệ xử lý phù hợp theo đặc điểm nguồn nước và quy mô phục vụ.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Hiện trạng tiếp cận nước sạch khu vực nông thôn tỉnh Quảng Ninh

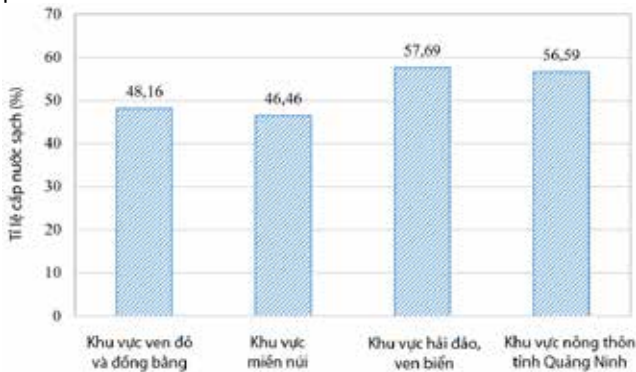
Tổng số dân toàn tỉnh Quảng Ninh là 1.375.727 người, trong đó dân nông thôn là 449.310 người chiếm tỉ lệ 32,66% tổng số dân toàn tỉnh. Tổng số hộ dân nông thôn trên toàn tỉnh: 118.464. Tổng số hộ dân nông thôn sử dụng nước sạch là: 67.432 hộ. Tỉ lệ sử dụng nước sạch theo QCVN 01-1:2024/BYT của tỉnh Quảng Ninh là 56,59% [2].

Kết quả tổng hợp và phân tích số liệu cho thấy hệ thống cấp nước sinh hoạt khu vực nông thôn tỉnh Quảng Ninh đã có những cải thiện đáng kể trong giai đoạn 2021-2024, thể hiện qua việc mở rộng phạm vi cấp nước và gia tăng tỷ lệ dân cư nông thôn được tiếp cận nước sạch từ các hệ thống cấp nước tập trung. Kết quả này chủ yếu đạt được nhờ đầu tư xây dựng mới, cải tạo các công trình cấp nước hiện có và mở rộng mạng lưới, đầu nối từ các hệ thống cấp nước đô thị. Tuy nhiên, mức độ tiếp cận nước sạch đáp ứng QCVN 01-1:2024/BYT giữa các địa phương vẫn còn sự chênh lệch rõ rệt (Hình 1).

Xét theo đặc điểm không gian và điều kiện tự nhiên, các địa phương nông thôn của tỉnh có thể phân thành ba nhóm chính: (i) khu vực ven đô và đồng bằng; (ii) khu vực miền núi; và (iii) khu vực hải đảo, ven biển. Nhóm các địa phương ven đô và đồng bằng, tiêu biểu khu vực Quảng Yên và một số xã giáp đô thị, có tỷ lệ tiếp cận nước sạch cao hơn so với mặt bằng chung. Nguyên nhân là do mật độ dân cư tương đối cao, phân bố tập trung và thuận lợi cho việc tích hợp cấp nước nông thôn với hệ thống cấp nước đô thị có công suất và công nghệ xử lý ổn định.

Ngược lại, tại các huyện miền núi như Bình Liêu, Ba Chẽ, tỷ lệ tiếp cận nước sạch còn thấp và thiếu ổn định. Địa hình đồi núi chia cắt, dân cư phân tán làm gia tăng chi phí đầu tư mạng lưới, trong khi nguồn nước cấp chủ yếu từ suối, khe nhỏ có lưu lượng biến động mạnh theo mùa, đặc biệt trong mùa khô. Những yếu tố này làm hạn chế khả năng mở rộng hệ thống cấp nước tập trung và ảnh hưởng đến việc đáp ứng yêu cầu của QCVN 01-1:2024/BYT.

Đối với các khu vực hải đảo và ven biển như Cô Tô, Vân Đồn, mặc dù đã được quan tâm đầu tư các công trình cấp nước tập trung, khả năng tiếp cận nước sạch vẫn chịu tác động lớn của điều kiện tự nhiên đặc thù. Việc thiếu nguồn nước ngọt ổn định, cùng với chi phí đầu tư và vận hành cao, khiến việc duy trì cấp nước bền vững gặp nhiều khó khăn, đặc biệt tại các khu vực có quy mô dân cư nhỏ và phân tán



Hình 1. Tỷ lệ cấp nước sạch khu vực nông thôn tỉnh Quảng Ninh [2]

(Ghi chú: Khu vực ven đô và đồng bằng bao gồm: Hạ Long, Uông Bí, Cẩm Phả, Móng Cái, Đông Triều, Quảng Yên; khu vực miền núi bao gồm: Tiên Yên, Ba Chẽ, Bình Liêu; khu vực hải đảo và ven biển bao gồm: Vân Đồn, Cô Tô, Đầm Hà, Hải Hà).

Nhìn chung, sự khác biệt về tỷ lệ tiếp cận nước sạch giữa các địa phương nông thôn trong tỉnh phản ánh rõ mối quan hệ giữa điều kiện địa hình, mật độ và phân bố dân cư, cũng như mức độ gắn kết giữa quy hoạch cấp nước nông thôn và quy hoạch phát triển hạ tầng đô thị. Các khu vực có điều kiện thuận lợi và dân cư tập trung đạt hiệu quả cấp nước cao hơn, trong khi các khu vực miền núi và hải đảo đòi hỏi cách tiếp cận linh hoạt, phù hợp với đặc thù không gian và nguồn nước.

3.2. Hiện trạng công trình cấp nước, công nghệ xử lý và chất lượng nước sinh hoạt

Hệ thống công trình cấp nước sinh hoạt nông thôn trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh có sự đa dạng về quy mô, loại hình và điều kiện khai thác, phản ánh rõ đặc thù phân hóa không gian lãnh thổ của tỉnh. Phần lớn các công trình cấp nước tập trung nông thôn có quy mô nhỏ và trung bình, sử dụng nguồn nước mặt từ khe, suối, hồ chứa nhỏ; một số khu vực sử dụng nước ngầm hoặc kết hợp nhiều nguồn nước khác nhau. Các công trình này chủ yếu được đầu tư từ các giai đoạn trước, với công suất thiết kế hạn chế và công nghệ xử lý đơn giản, và khả năng vận hành không ổn định, đặc biệt trong mùa khô hoặc khi lưu lượng nguồn nước suy giảm.

Kết quả đánh giá cho thấy nhiều công trình cấp nước nông thôn hiện hữu vẫn áp dụng dây chuyền xử lý truyền thống, mức độ tự động hóa thấp, khả năng thích ứng với biến động chất lượng và lưu lượng nguồn nước còn hạn chế. Trong điều kiện mùa khô hoặc khi nguồn nước mặt suy giảm, một số công trình không bảo đảm đủ công suất cấp nước, đồng thời chất lượng nước sau xử lý thiếu ổn định. Các mẫu đảm bảo chất lượng nước theo QCVN 01-1:2024/BYT hầu hết là các mẫu sau xử lý tại các trạm cấp nước tập trung của các địa phương. Đa phần các mẫu phân tích chất lượng nước tại các hộ gia đình không có hệ thống xử lý nước không đảm bảo chất lượng nước theo QCVN 01-1:2024/BYT với chỉ tiêu về độ đục, chỉ số Pecmanganat, chỉ tiêu vi sinh Coliform và E.Coli [2].

Ở các khu vực ven đô và đồng bằng, việc mở rộng, đầu nối mạng lưới từ các nhà máy nước đô thị được đánh giá là giải pháp hiệu quả, giúp nâng cao độ bao phủ cấp nước và cải thiện đáng kể chất lượng nước sinh hoạt. Các hệ thống này thường có công nghệ xử lý đồng bộ, công suất lớn và quy trình kiểm soát chất lượng chặt chẽ, qua đó bảo đảm ổn định các chỉ tiêu chất lượng nước theo quy chuẩn. Ngược lại, tại các huyện miền núi và hải đảo, giải pháp đầu nối gặp nhiều hạn chế do địa hình chia cắt, khoảng cách xa và chi phí đầu tư mạng lưới lớn, khiến các công trình cấp nước độc lập quy mô nhỏ vẫn đóng vai trò chủ đạo.

Đánh giá chất lượng nước sau xử lý cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các nhóm công trình, gắn liền với mô hình quản lý và năng lực vận hành hệ thống. Các công trình do doanh nghiệp hoặc đơn vị chuyên ngành quản lý nhìn chung đáp ứng tốt hơn các yêu cầu của QCVN 01-1:2024/BYT, nhờ áp dụng công nghệ xử lý phù hợp, duy trì chế độ vận hành ổn định và thực hiện kiểm soát chất lượng nước định kỳ. Trong khi đó, nhiều công trình do cộng đồng hoặc chính quyền cấp xã quản lý còn gặp khó khăn trong việc duy trì chất lượng nước ổn định, chủ yếu do hạn chế về nhân lực kỹ thuật, kinh phí vận hành và công tác bảo trì, nâng cấp thiết bị.

Kết quả này cho thấy chất lượng nước sinh hoạt nông thôn không chỉ phụ thuộc vào công nghệ xử lý mà còn chịu tác động mạnh mẽ từ mô hình quản lý và năng lực tổ chức vận hành. Công nghệ xử lý đơn giản, nếu không đi kèm với mô hình quản lý phù hợp và nguồn lực vận hành ổn định, sẽ khó bảo đảm chất lượng nước lâu dài. Ngược lại, các mô hình quản lý chuyên nghiệp có khả năng khai thác hiệu quả hơn năng lực công trình, nâng cao độ tin cậy của hệ thống cấp nước và kéo dài tuổi thọ đầu tư.

Như vậy, hiện trạng cấp nước nông thôn tỉnh Quảng Ninh cho thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa lựa chọn công nghệ, mô hình quản lý và chất lượng nước sinh hoạt. Đây là cơ sở quan trọng để định hướng các giải pháp phát triển cấp nước nông thôn theo hướng bền vững, trong đó cần tiếp cận đồng bộ giữa đầu tư hạ tầng kỹ thuật và hoàn thiện cơ chế quản lý, vận hành hệ thống.

3.3. Đánh giá tổng hợp hệ thống cấp nước nông thôn tỉnh Quảng Ninh

3.3.1. Các tồn tại và hạn chế

Kết quả phân tích hiện trạng cho thấy hệ thống cấp nước nông thôn tỉnh Quảng Ninh đã có những cải thiện nhất định trong việc mở rộng phạm vi phục vụ, tuy nhiên vẫn tồn tại một số hạn chế chủ yếu liên quan đến điều kiện tự nhiên, tình trạng công trình, nguồn lực đầu tư và năng lực quản lý vận hành.

Thứ nhất, điều kiện địa hình và phân bố dân cư là yếu tố ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả đầu tư và vận hành hệ thống cấp nước. Quảng Ninh có địa hình phức tạp với nhiều khu vực miền núi và hải đảo, dân cư phân bố phân tán, làm gia tăng chi phí đầu tư tuyến ống truyền tải và phân phối, đồng thời làm giảm hiệu quả khai thác các công trình cấp nước tập trung.

Thứ hai, tình trạng kỹ thuật của nhiều công trình cấp nước nông thôn còn hạn chế. Một số công trình được đầu tư từ các giai đoạn trước với quy mô nhỏ và công nghệ xử lý đơn giản, đến nay đã

xuống cấp hoặc không còn đáp ứng đầy đủ yêu cầu của QCVN 01-1:2024/BYT. Đặc biệt, các công trình do cộng đồng quản lý thường gặp khó khăn trong công tác bảo trì, bảo dưỡng và duy trì chế độ vận hành ổn định.

Thứ ba, khó khăn trong huy động nguồn lực đầu tư cũng là một trong những trở ngại đối với phát triển cấp nước nông thôn. Tại nhiều khu vực có mật độ dân cư thấp, suất đầu tư hệ thống cấp nước cao trong khi khả năng thu hồi vốn hạn chế, làm giảm sức hấp dẫn đối với các doanh nghiệp tham gia đầu tư. Bên cạnh đó, quá trình triển khai một số dự án còn chậm do vướng mắc về quy hoạch, quỹ đất và cơ cấu nguồn vốn.

Thứ tư, công tác quản lý và vận hành sau đầu tư còn nhiều bất cập. Một số công trình thiếu nguồn kinh phí duy tu, bảo dưỡng định kỳ; giá bán nước chưa phản ánh đầy đủ chi phí sản xuất; nhân lực kỹ thuật vận hành còn thiếu và chưa được đào tạo bài bản. Ngoài ra, hệ thống mạng lưới được xây dựng qua nhiều giai đoạn với vật liệu không đồng bộ cũng làm gia tăng nguy cơ thất thoát nước.

Thứ năm, tỷ lệ đầu nổi và thói quen sử dụng nước của người dân tại một số khu vực còn hạn chế. Nhiều hộ gia đình vẫn duy trì sử dụng nguồn nước tự khai thác như giếng khoan hoặc nước suối do chi phí thấp hoặc do thói quen sử dụng lâu dài, dẫn đến hiệu quả khai thác công trình cấp nước tập trung chưa cao.

3.3.2. Nguyên nhân của các hạn chế

Các tồn tại nêu trên xuất phát từ một số nguyên nhân chính. Trước hết, đặc điểm địa hình phức tạp và mật độ dân cư thấp tại nhiều khu vực nông thôn làm gia tăng chi phí đầu tư và vận hành hệ thống cấp nước tập trung. Bên cạnh đó, hạ tầng kỹ thuật chưa đồng bộ và công tác quản lý hành lang bảo vệ tuyến ống chưa chặt chẽ cũng làm tăng nguy cơ sự cố và thất thoát nước.

Ngoài ra, công nghệ xử lý nước tại nhiều công trình vẫn chủ yếu là các dây chuyền truyền thống, mức độ tự động hóa thấp và chưa được nâng cấp theo yêu cầu ngày càng cao của quy chuẩn chất lượng nước. Việc ứng dụng tiến bộ khoa học – công nghệ trong quản lý vận hành còn hạn chế, trong khi nguồn nhân lực kỹ thuật tại địa phương còn thiếu.

Mặt khác, cơ chế chính sách hỗ trợ phát triển cấp nước nông thôn chưa đủ hấp dẫn để thu hút doanh nghiệp tham gia đầu tư và khai thác công trình. Đồng thời, nhận thức và thói quen sử dụng nước của một bộ phận người dân chưa thay đổi, làm ảnh hưởng đến tỷ lệ đầu nổi và hiệu quả khai thác hệ thống cấp nước.

3.3.3. Nhận xét tổng hợp

Tổng hợp các kết quả phân tích cho thấy hệ thống cấp nước nông thôn tỉnh Quảng Ninh đã đạt được một số kết quả trong việc mở rộng phạm vi phục vụ; tuy nhiên tính bền vững về kỹ thuật, tài chính và quản lý vận hành vẫn còn hạn chế. Những tồn tại này có mối liên hệ chặt chẽ với điều kiện tự nhiên, cơ chế chính sách và năng lực quản lý hệ thống. Do đó, việc lựa chọn công nghệ xử lý phù hợp, hoàn thiện mô hình quản lý và tăng cường nguồn lực cho vận hành, bảo trì công trình là những yếu tố quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả và tính bền vững của hệ thống cấp nước nông thôn trong giai đoạn tới.

3.4 Định hướng lựa chọn công nghệ xử lý nước cấp nông thôn

Trên cơ sở các hạn chế về công nghệ xử lý và năng lực vận hành đã được xác định trong mục 3.2 và 3.3, nghiên cứu đề xuất định hướng lựa chọn công nghệ xử lý nước cấp nông thôn phù hợp với điều kiện nguồn nước và quy mô phục vụ tại tỉnh Quảng Ninh. Bên cạnh đó, trên cơ sở đánh giá hiện trạng nguồn nước, quy mô công trình và điều kiện phân bố dân cư khu vực nông thôn tỉnh Quảng Ninh, nghiên cứu đề xuất định hướng lựa chọn công nghệ xử lý nước sinh hoạt theo ba nhóm nguồn nước chính gồm: nước mặt, nước

ngầm và nước mưa. Việc lựa chọn công nghệ cần bảo đảm các nguyên tắc: phù hợp với đặc điểm chất lượng nguồn nước, quy mô phục vụ, điều kiện vận hành tại địa phương và khả năng đáp ứng yêu cầu của QCVN 01-1:2024/BYT.

3.4.1. Giải pháp công nghệ đối với nguồn nước mặt

Nguồn nước mặt tại khu vực nông thôn Quảng Ninh chủ yếu khai thác từ suối, khe nhỏ hoặc hồ chứa, với đặc điểm hàm lượng cặn và độ màu biến động theo mùa. Đối với các hệ thống cấp nước tập trung quy mô vừa và lớn, có thể áp dụng dây chuyền xử lý truyền thống kết hợp keo tụ - lắng - lọc - khử trùng, cho phép điều chỉnh liều lượng hóa chất theo biến động chất lượng nước nguồn và bảo đảm hiệu quả xử lý ổn định.

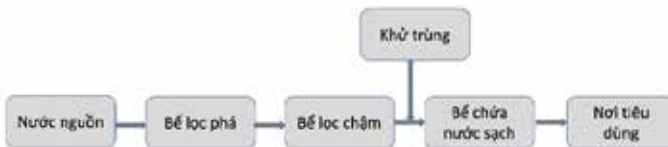
Đối với các trạm cấp nước quy mô nhỏ phục vụ cụm dân cư nông thôn với nguồn nước có độ đục thấp, các công nghệ xử lý đơn giản như bể lọc chậm hoặc bể lọc chậm kết hợp lọc sơ bộ được đánh giá là phù hợp nhờ ưu điểm vận hành đơn giản, ít sử dụng hóa chất và chi phí đầu tư thấp. Trong trường hợp nguồn nước có độ đục cao, có thể sử dụng bể lắng lamella kết hợp bể lọc tự rửa dạng modul nhằm nâng cao hiệu quả xử lý và giảm yêu cầu can thiệp của người vận hành.

Mô hình 1. Sử dụng bể lọc chậm cho nguồn nước mặt không qua keo tụ



Hình 2. Công nghệ sử dụng bể lọc chậm cho nguồn nước mặt

Mô hình 2. Sử dụng bể lọc phá, sau đó sử dụng bể lọc chậm nguồn nước mặt



Hình 3. Công nghệ sử dụng bể lọc phá kết hợp bể lọc chậm cho nguồn nước mặt

Mô hình 3. Sử dụng bể lắng lamella, sau đó sử dụng bể lọc tự rửa cho nguồn nước mặt



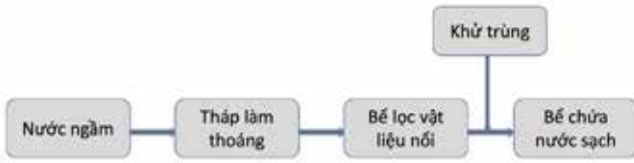
Hình 4. Công nghệ sử dụng bể lắng lamella kết hợp bể lọc tự rửa cho nguồn nước mặt

3.4.2. Giải pháp công nghệ đối với nguồn nước ngầm

Tại một số khu vực nông thôn của tỉnh, nguồn nước ngầm được khai thác từ các giếng khoan với đặc trưng phổ biến là hàm lượng sắt hòa tan cao. Đối với loại nguồn nước này, công nghệ xử lý chủ yếu dựa trên quá trình làm thoáng, oxy hóa và lọc nhằm chuyển hóa sắt hòa tan thành dạng kết tủa và loại bỏ qua lớp vật liệu lọc.

Các công nghệ phù hợp có thể bao gồm bể lọc vật liệu nổi kết hợp làm thoáng, công nghệ làm thoáng đơn giản kết hợp bể lọc, hoặc dây chuyền làm thoáng - bể tiếp xúc (hoặc lắng tiếp xúc) - bể lọc nhanh trọng lực đối với các hệ thống có hàm lượng sắt cao. Những công nghệ này có ưu điểm cấu tạo đơn giản, dễ vận hành và phù hợp với điều kiện kỹ thuật tại khu vực nông thôn.

Mô hình 4. Sử dụng bể lọc vật liệu lọc nổi cho nguồn nước ngầm



Hình 5. Công nghệ sử dụng bể lọc vật liệu nổi

Mô hình 5. Sử dụng công nghệ làm thoáng đơn giản và lọc



Hình 6. Công nghệ làm thoáng đơn giản và lọc

Mô hình 6. Công nghệ làm thoáng - tiếp xúc hoặc lắng tiếp xúc- lọc nhanh trọng lực



Hình 7. Công nghệ làm thoáng - tiếp xúc hoặc lắng tiếp xúc- lọc nhanh trọng lực

3.4.3. Giải pháp sử dụng nguồn nước mưa

Đối với các khu vực hải đảo hoặc vùng khan hiếm nguồn nước ngọt, nước mưa có thể được xem là nguồn bổ sung quan trọng cho cấp nước sinh hoạt. Nước mưa sau khi thu gom và lưu trữ trong hồ hoặc bể chứa có thể được xử lý bằng bể lọc chậm kết hợp khử trùng, do đặc điểm hàm lượng cặn và độ đục của nước mưa thường thấp.

Mô hình 7. Công nghệ bể lọc chậm

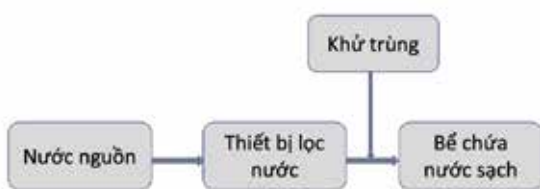


Hình 8. Công nghệ bể lọc chậm

3.4.4. Giải pháp cấp nước quy mô hộ gia đình

Đối với các hộ dân phân bố rải rác tại vùng sâu, vùng xa, nơi việc đầu tư hệ thống cấp nước tập trung gặp nhiều khó khăn, có thể áp dụng thiết bị xử lý nước quy mô hộ gia đình hoặc nhóm hộ, với công suất từ 1-5 m³/ngày. Các thiết bị này thường sử dụng các phương pháp lọc đơn giản kết hợp khử trùng nhằm bảo đảm chất lượng nước sử dụng cho sinh hoạt.

Mô hình 8. Thiết bị lọc nước quy mô hộ gia đình



Hình 9. Công nghệ thiết bị lọc nước quy mô hộ gia đình

Nhìn chung, việc lựa chọn công nghệ xử lý nước cấp nông thôn cần được xem xét đồng thời với quy mô công trình, đặc điểm nguồn nước và mô hình quản lý vận hành. Các giải pháp công nghệ có mức độ tự động hóa phù hợp, cấu tạo đơn giản và chi phí vận hành hợp

lý sẽ góp phần nâng cao tính ổn định và bền vững của hệ thống cấp nước nông thôn.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã đánh giá tổng hợp hiện trạng hệ thống cấp nước sinh hoạt khu vực nông thôn tỉnh Quảng Ninh trên các phương diện: mức độ tiếp cận nước sạch, tình trạng công trình và công nghệ xử lý, chất lượng nước sau xử lý và mô hình quản lý vận hành. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ hộ dân nông thôn sử dụng nước đạt quy chuẩn QCVN 01-1:2024/BYT mới đạt 56,59%, đồng thời tồn tại sự chênh lệch rõ rệt giữa các khu vực ven đô, đồng bằng và các vùng miền núi, hải đảo.

Kết quả phân tích cũng cho thấy nhiều công trình cấp nước nông thôn quy mô nhỏ vẫn sử dụng công nghệ xử lý truyền thống, mức độ tự động hóa thấp và gặp hạn chế về nguồn lực vận hành, dẫn đến chất lượng nước sau xử lý chưa ổn định. Bên cạnh đó, mô hình quản lý vận hành có ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu quả khai thác công trình; các hệ thống do doanh nghiệp hoặc đơn vị chuyên ngành quản lý thường đạt mức độ tuân thủ quy chuẩn và tính bền vững vận hành cao hơn so với mô hình cộng đồng tự quản.

Trên cơ sở đặc điểm nguồn nước và điều kiện không gian của địa phương, nghiên cứu đã đề xuất các định hướng lựa chọn công nghệ xử lý phù hợp cho từng loại nguồn nước và quy mô cấp nước, bao gồm các giải pháp xử lý nước mặt, nước ngầm, nước mưa và các thiết bị xử lý quy mô hộ gia đình. Các giải pháp này hướng tới việc nâng cao độ tin cậy của hệ thống, bảo đảm khả năng đáp ứng quy chuẩn chất lượng nước và phù hợp với điều kiện vận hành tại khu vực nông thôn.

Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc định hướng quy hoạch và lựa chọn công nghệ trong phát triển hệ thống cấp nước nông thôn tại tỉnh Quảng Ninh. Trong giai đoạn tới, để nâng cao tính bền vững của hệ thống cấp nước nông thôn, cần thực hiện đồng bộ các giải pháp về nâng cấp công nghệ xử lý, hoàn thiện mô hình quản lý vận hành, tăng cường nguồn lực tài chính cho công tác duy tu - bảo dưỡng công trình và nâng cao nhận thức của cộng đồng về sử dụng nước sạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Y tế. QCVN 01-1:2024/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt, 2024.
- [2] Đề án cấp nước nông thôn tỉnh Quảng Ninh đến năm 2025, Sở Xây dựng tỉnh Quảng Ninh, 2025.
- [3] Hòa, V. T., & Trang, N. T. D. Đánh giá thực trạng cấp nước và hiện trạng chất lượng nước cấp ở vùng nông thôn tỉnh Tiền Giang. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ, 54(4), 31-39, 2018, doi: 10.22144/ctu.jvn.2018.066.
- [4] Harvey, P.A., Reed, R.A. Community-managed water supplies in Africa: Sustainable or dispensable? Community Development Journal, 42, 365-378, 2007, doi:10.1093/cdj/bsl001.
- [5] Lockwood, H., Smits, S. Supporting rural water supply: Moving towards a service delivery approach, Practical Action Publishing, 2011.
- [6] WHO & UNICEF. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020, Five years into the SDGs, 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240030848> (Accessed: 03/2026).
- [7] Trung tâm Quốc gia nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn. Bắc Ninh: Đánh giá hiệu quả hoạt động của các công trình nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn. Internet: <https://ns.mard.gov.vn/tin-trong-nuoc/bac-ninh-danh-gia-hieu-qua-hoat-dong-cua-cac-cong-trinh-nuoc-sach-va-ve-sinh-moi-truong-nong-thon> (Truy cập tháng 03/2026).
- [8] Hùng Võ. Nước sạch nông thôn: Mới có khoảng 68% người dân được sử dụng nước đạt chuẩn. Internet: https://www.vietnamplus.vn/nuoc-sach-nong-thon-moi-co-khoang-68-nguoi-dan-duoc-su-dung-nuoc-dat-chuan-post1070835.vnp#google_vignette, (Truy cập tháng 03/2026).