

# THIẾT LẬP BỘ CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ AN NINH NGUỒN NƯỚC ĐÔ THỊ TẠI THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH QUÁ TRÌNH (PAM)

PHÙNG KHÁNH CHUYỀN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Sư phạm - Đại học Đà Nẵng

## Tóm tắt

An ninh nguồn nước đô thị là một trong những thách thức lớn đối với các thành phố đang phát triển nhanh chóng dưới điều kiện tác động của biến đổi khí hậu và áp lực dân số. Nghiên cứu này đề xuất bộ chỉ số đánh giá an ninh nguồn nước đô thị tại thành phố Đà Nẵng bằng phương pháp phân tích quá trình (PAM), kết hợp cơ sở lý thuyết và tham vấn chuyên gia. Bộ chỉ số được xây dựng dựa trên bốn nhóm chính: nguồn lực sẵn có, tiếp cận dịch vụ cung cấp nước sạch, rủi ro liên quan đến nước và năng lực quản trị - thể chế. Nghiên cứu đã thiết lập được bộ chỉ số bao gồm 12 chỉ thị thuộc 04 nhóm tiêu chí của khung đánh giá. Kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy Đà Nẵng đang đối mặt với tình trạng thiếu hụt nước ngọt, rủi ro lũ lụt và xâm nhập mặn trong khi vẫn tồn tại khoảng cách về tiếp cận dịch vụ nước sạch. Nghiên cứu góp phần xây dựng khung đánh giá vận hành hiệu quả tại cấp thành phố, hỗ trợ hoạch định chính sách và thích ứng bền vững với biến đổi khí hậu.

**Từ khóa:** An ninh nguồn nước, đô thị, Đà Nẵng, PAM, bộ chỉ số, biến đổi khí hậu.

**Ngày nhận bài:** 25/5/2025; **Ngày sửa chữa:** 10/6/2025; **Ngày duyệt đăng:** 26/6/2025.

## Establishing an urban water security index set for Da Nang city using the process analysis method (PAM)

### Abstract

Urban water security presents a significant challenge for rapidly developing cities, particularly those contending with climate change impacts and population pressure. This study proposes a comprehensive set of indicators for assessing urban water security in Da Nang City, Vietnam. Utilizing the Process Analysis Method (PAM) in conjunction with theoretical frameworks and expert consultation, the indicators (12 indicators) are structured across four key domains: water availability, access to clean water services, water-related risks and governance capacity. Preliminary assessments reveal that Da Nang faces critical issues such as freshwater scarcity, flood risks, and saline intrusion, alongside existing disparities in access to clean water services. This research contributes to the development of an effective operational assessment framework at the municipal level, thereby supporting evidence-based policymaking and fostering sustainable adaptation strategies in the context of climate change.

**Keywords:** Water security, urban, Da Nang, PAM, index set, climate change.

**JEL Classifications:** Q50, Q55, Q56.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

An ninh nguồn nước là khả năng đảm bảo nguồn nước sạch đủ về số lượng và chất lượng cho sinh kế, phúc lợi con người và phát triển kinh tế - xã hội của cộng đồng, đồng thời phòng chống ô nhiễm nước và các thảm họa liên quan đến nước. Biến đổi khí hậu, tăng dân số và đô thị hóa gia tăng áp lực rất lớn lên an ninh nguồn nước đô thị. Nhiều nghiên cứu đã đề xuất các khung lý thuyết và chỉ số đánh giá an ninh nguồn nước. Ví dụ, Bitterman và cộng sự (2016) xây dựng một khung nguyên nhân - kết quả cho các công trình thu nước mưa, trong đó mạng lưới nhân quả (causal network) được dùng để xác định các thành

phần chủ chốt và dẫn xuất chỉ số đa chiều phản ánh cả lợi ích kinh tế lẫn sinh thái của hệ thống nước. Trong khi đó, nghiên cứu của Babel và cs. (2020) phát triển một khung đánh giá với 5 chiều (bao gồm cung cấp nguồn nước, năng suất sử dụng, thiên tai, môi trường nước và quản trị) và 12 chỉ số, nhằm đo lường an ninh nước đô thị ở quy mô thành phố và hỗ trợ thích ứng với khí hậu. Các tác giả này xây dựng một chỉ số an toàn nước tổng hợp (WSI) cho Bangkok, nhấn mạnh đánh giá mang tính khả thi trong vận hành nhằm hỗ trợ hoạch định chính sách. Một hướng tiếp cận khác trong nghiên cứu hiện đại là khái niệm “chuyển tiếp quản lý nước”, như Zhu và Chang (2020) đã chỉ ra



trong phân tích về thành phố Thượng Hải. Họ đề xuất khung đánh giá gồm 5 nhóm chỉ tiêu chính theo các giai đoạn vận hành nước đô thị tích hợp phát triển bền vững và chuyển tiếp từ cung cấp nước truyền thống sang các giải pháp tái sử dụng, thoát nước và thích ứng mới. Cùng với đó, khung DPSIR hay các mô hình động lực hệ thống từng được áp dụng ở quy mô quốc gia, vùng thượng nguồn, nhưng thường phức tạp và khó vận hành ở quy mô thành phố.

Tại Việt Nam, an ninh nguồn nước đô thị có tầm quan trọng ngày càng cao do nguy cơ khan hiếm nguồn nước, lũ lụt và ô nhiễm gia tăng, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Thành phố Đà Nẵng cũng phải đối mặt với nhiều thách thức như hạn hán ven biển, ngập lụt đô thị và xâm nhập mặn cửa sông. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu chính thức về xây dựng bộ chỉ số dành riêng cho Đà Nẵng. Nghiên cứu này nhằm thiết lập khung tiêu chí và bộ chỉ số đánh giá an ninh nguồn nước đô thị tại Đà Nẵng bằng phương pháp phân tích quá trình (PAM), kết hợp tư liệu học thuật, phân tích dữ liệu thực tiễn liên quan của địa phương và tham vấn chuyên gia. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra một hệ thống chỉ số toàn diện, phản ánh các khía cạnh nguồn lực, tiếp cận, dịch vụ bền vững và rủi ro nước. Nội dung này đã giúp bổ sung khung lý thuyết về an ninh nguồn nước chung từ các tài liệu quốc tế và phục vụ hoạch định chính sách địa phương.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu áp dụng phương pháp phân tích quá trình (Process Analysis Method – PAM (Tahir & Darton, 2010) để xây dựng và lựa chọn chỉ số đánh giá an ninh nguồn nước đô thị. PAM là phương pháp dựa trên phân tích quan hệ nhân quả trong hệ thống, đưa ra bộ chỉ số đo lường hiệu quả bền vững mà không cần định lượng chặt các mối quan hệ nhân quả. Theo đó, PAM “chuẩn hóa” quy trình hình thành chỉ số bằng cách tập trung vào các tập hợp nguyên nhân và tác động trong hệ thống phức tạp thay vì liệt kê đầy đủ mọi áp lực và phản hồi. So với mô hình DPSIR truyền thống, PAM chọn chỉ số đại diện cho tác động, giảm thiểu trùng lặp và đơn giản hóa bộ chỉ số. Phương pháp này phù hợp với mục tiêu nghiên cứu vì nó cung cấp hướng dẫn minh bạch để lựa chọn chỉ số, đồng thời vẫn đo lường một cách linh hoạt và phù hợp với đặc thù địa phương (ví dụ như nguồn nước mặt và ngầm ven biển Đà Nẵng).

Quy trình triển khai PAM tại Đà Nẵng gồm các bước: (1) Xác định phạm vi hệ thống nước đô thị (nước cấp sinh hoạt, công nghiệp, nước mặt, nước ngầm, các mối liên hệ với thiên tai); (2) Tổng hợp tài liệu và khung lý thuyết về an ninh nguồn nước (bao gồm cả các nghiên cứu Đà Nẵng và quốc tế như Babel



Hình 1. Khung phương pháp phân tích quá trình (PAM) xây dựng bộ chỉ số đánh giá an ninh nước đô thị tại Đà Nẵng

và cs. (2020), Bitterman 2016) để làm rõ các thành phần chủ chốt và tác động; (3) Tham vấn chuyên gia (cơ quan quản lý, đơn vị cấp nước, viện nghiên cứu) để rà soát bộ tiêu chí sơ khởi; (4) Xây dựng mạng lưới quan hệ nhân – quả giữa các thành phần hệ thống nước đô thị và rút gọn thành bộ chỉ số đại diện cho bốn tiêu chí chính; (5) Tiềm đánh giá sơ bộ dựa trên dữ liệu thu thập được và ý kiến chuyên gia để hiệu chỉnh thang điểm cho từng chỉ số. Công cụ định tính như bảng hỏi và phỏng vấn sâu cũng được sử dụng để đánh giá ban đầu.

Việc thiết lập chỉ số cũng tham chiếu đến khái niệm an ninh nguồn nước bền vững: an ninh nước phải bao quát cả ba trụ cột kinh tế, xã hội và môi trường, đồng thời giảm thiểu rủi ro liên quan đến nước. Nhiều quan điểm cho thấy an ninh nguồn nước gắn liền với tiếp cận bình đẳng, ổn định của nước và khả năng thích ứng với thiên tai (UN-Water, 2013).

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bộ chỉ số đánh giá an ninh nguồn nước đô thị tại Đà Nẵng được xây dựng gồm bốn nhóm tiêu chí chính, với tổng cộng 12 chỉ thị thành phần được lựa chọn dựa trên phương pháp PAM và ý kiến chuyên gia. Nhóm tiêu chí thứ nhất là “Tài nguyên nước sẵn có” nhằm đo lường khả năng đảm bảo nguồn cung nước đô thị về lâu dài. Nhóm tiêu chí này bao gồm các chỉ thị phản ánh khả năng cung ứng nước, mức độ đa dạng hóa và chất lượng nguồn nước: (1) lượng nước ngọt bình quân đầu người ( $m^3/người/năm$ ), phản ánh trực tiếp mức độ dồi dào của tài nguyên nước sẵn có trên đầu người; (2) tỷ lệ phụ thuộc vào nguồn nước mặt và nước ngầm, thể hiện tính đa dạng và ổn định của cơ cấu nguồn cung; (3) mức độ khai



Hình 2. Bản đồ thành phố Đà Nẵng (Google map, 2025)

thác so với khả năng tái tạo của hệ thống thủy văn địa phương; (4) tỷ lệ mẫu tại điểm tiếp nhận đạt tiêu chuẩn chất lượng tại địa phương. Các chỉ thị này được xây dựng dựa trên các khuyến nghị quốc tế về đánh giá an ninh nguồn nước, trong đó lượng nước dưới  $1.700 \text{ m}^3/\text{người}/\text{năm}$  thường được xem là ngưỡng “khủng hoảng nước” (UNESCO, 2023; Hoekstra và cs., 2019). Trong trường hợp của Đà Nẵng, ước tính hiện tại cho thấy lượng nước bình quân đầu người chỉ đạt khoảng 273 lít/ngày, tương đương dưới  $100 \text{ m}^3/\text{người}/\text{năm}$  – thấp hơn đáng kể so với ngưỡng khuyến nghị. Do đó, các chỉ thị thuộc tiêu chí “Tài nguyên nước sẵn có” đóng vai trò cảnh báo sớm, giúp thành phố nhận diện nguy cơ thiếu hụt tài nguyên hay suy giảm chất lượng và định hướng các giải pháp quản lý nguồn nước tổng hợp phù hợp với bối cảnh đô thị ven biển có tính tổn thương cao như Đà Nẵng.

Nhóm tiêu chí thứ hai là “Tiếp cận dịch vụ nước sạch”, gồm các chỉ thị như tỷ lệ hộ dân được cấp nước máy; tổng công suất xử lý nước mỗi ngày / nhu cầu trung bình mỗi ngày; tỷ lệ dân cư tiếp cận với dịch vụ cấp nước an toàn; chi phí hoạt động dịch vụ cấp nước/doanh thu hoạt động. Đây là nhóm chỉ số nhấn mạnh yếu tố công bằng và mức độ bao phủ dịch vụ, có liên quan trực tiếp đến mục tiêu SDG 6 về nước sạch và vệ sinh. Đà Nẵng ghi nhận xu hướng tăng trong chỉ số này nhờ các nỗ lực mở rộng mạng lưới cấp nước, tuy nhiên vẫn tồn tại chênh lệch giữa các khu vực. Về dịch vụ nước bền vững, đánh giá hiệu quả kỹ thuật và tài chính của hệ thống qua các chỉ thị như tỷ lệ thất thoát nước và giá thành dịch vụ nước sạch. Đây là các chỉ số phản ánh năng lực vận hành và được đề cập trong nhiều khung như của Zhu & Chang (2020).

Nhóm tiêu chí thứ ba là “Rủi ro liên quan đến nước” gồm các chỉ thị như tần suất lũ đô thị; thiệt hại kinh tế và tỉ lệ tử vong do lũ lụt mỗi năm và mức độ xâm nhập mặn, tỷ lệ hộ gia đình có kết nối hệ thống thoát nước – phản ánh mức độ tiếp cận vệ sinh liên quan đến nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng; đây là những mối nguy chính ảnh hưởng đến an ninh nguồn nước của Đà Nẵng trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Ngoài ra còn có các chỉ thị tỷ lệ mẫu nước uống đạt tiêu chuẩn WHO; tỷ

lệ hộ gia đình có nguồn cung liên tục. Việc đưa nhóm rủi ro vào khung đánh giá đảm bảo tiếp cận toàn diện, đồng thời kết nối với các thành phần “Tác động” và “Tính dễ tổn thương” trong mô hình UN-Water (2013).

Cuối cùng, nhóm tiêu chí về “Năng lực quản trị và thể chế” với mục tiêu phản ánh năng lực điều phối, quy định và phối hợp liên ngành trong quản lý tài nguyên nước đô thị. Nhóm này bao gồm các chỉ thị như: (1) mức độ tồn tại của cơ chế điều phối liên ngành về nước; (2) tỷ lệ văn bản chính sách có nội dung tích hợp quản lý bền vững tài nguyên nước đô thị; (3) mức độ minh bạch, tiếp cận thông tin trong dịch vụ nước; (4) có/ không có chính sách quản lý thiên tai liên quan đến nước. Các chỉ thị này thể hiện vai trò của yếu tố quản trị trong bảo đảm tính công bằng, hiệu quả và thích ứng của hệ thống quản lý nước, tương ứng với khung của nhiều nghiên cứu cũng như tổ chức quốc tế như của Zhu & Chang (2020) và báo cáo của UN-Water (2013), UNESCO (2023). Đánh giá sơ bộ cho thấy Đà Nẵng đã xây dựng một số cơ chế điều phối ban đầu như Ban chỉ đạo phòng chống thiên tai và các chương trình liên kết quản lý nguồn nước thượng nguồn – hạ lưu. Tuy nhiên, sự phân tán về trách nhiệm giữa các sở ngành và thiếu cơ chế chia sẻ dữ liệu vẫn là điểm hạn chế trong thực hiện các chính sách liên ngành. Như vậy, tiêu chí “Năng lực quản trị và thể chế” đóng vai trò như một yếu tố nền, ảnh hưởng tới hiệu quả triển khai cả ba nhóm chỉ số còn lại, đặc biệt trong điều kiện rủi ro gia tăng và nhu cầu tích hợp chính sách khí hậu, tài nguyên nước, phát triển bền vững đô thị ngày càng cao.

Áp dụng PAM giúp nhấn mạnh các chỉ số phản ánh tác động và kết quả cụ thể của hệ thống nước Đà Nẵng, thay vì chỉ liệt kê nhiều chỉ số đại diện cho các khía cạnh khác nhau. Chẳng hạn, mô hình PAM cho phép rút gọn và tránh trùng lặp dữ liệu so với DPSIR. Mạng lưới quan hệ nhân quả ban đầu được thiết lập dựa trên tài liệu chuyên sâu và ý kiến bên liên quan, từ đó hình thành bộ chỉ số cuối cùng. Cách tiếp cận này tương tự với nghiên cứu của Bitterman và cs. (2016), khi họ xác định các yếu tố tác động và dẫn xuất tập hợp chỉ số từ hệ thống quan hệ nhân quả.



**Bảng 1: Một số chỉ số chính trong bộ đánh giá an ninh nguồn nước đô thị tại Đà Nẵng**

Nhóm chỉ số	Chỉ số tiêu biểu	Đánh giá xu hướng
Nguồn lực sẵn có	Lượng nước bình quân đầu người	Thấp
Tiếp cận dịch vụ nước sạch	Tỷ lệ hộ dân được cấp nước máy	Tăng
Dịch vụ nước bền vững	Tỷ lệ thất thoát nước	Cao
Rủi ro nước	Tần suất ngập lụt, lũ đô thị và xâm nhập mặn	Tăng

Đánh giá sơ bộ cho thấy, tại Đà Nẵng các chỉ số về cấp nước liên tục được cải thiện (tỷ lệ hộ sử dụng nước máy, hệ thống thoát nước) nhưng chi phí nước và thất thoát vẫn là vấn đề cần quan tâm. Đặc biệt, các chỉ số về rủi ro như tần suất lũ lụt và nước mặn cho thấy xu hướng ngày càng tăng, gắn liền với hiện tượng biến đổi khí hậu (tương tự quan sát của Babel và cs., 2020). Đánh giá cho thấy điểm nhấn chính sách là cần tăng cường quản lý rủi ro lũ lụt, bảo vệ nguồn nước thượng nguồn và cải thiện tính linh hoạt của hạ tầng.

Kết quả cho thấy, tính nhạy cảm cao của an ninh nước đô thị trước nhiều yếu tố. PAM đã giúp làm nổi bật nhu cầu đánh giá dài hạn: các chỉ số chuyển động theo thời gian nhấn mạnh nên phân tích xu hướng thay vì chỉ số tại thời điểm nhất định. Đặc tính này của PAM rất hữu ích để phát hiện sớm các vấn đề mới nảy sinh, thu hút sự chú ý kịp thời của chính sách. Việc đánh giá an ninh nước theo khung này cũng phù hợp với cách tiếp cận của Babel và cs. (2020) khi đặt khung đánh giá ở quy mô thành phố nhằm hỗ trợ thực thi chính sách cấp thành phố. Các lĩnh vực ưu tiên chính sách được đề xuất gồm: nâng cấp các công trình chứa trữ và xử lý nước, cải thiện quản lý ngập lụt, lũ và thoát nước đô thị, mở rộng khả năng tiếp cận dịch vụ nước sạch cho khu vực thu nhập thấp, và xây dựng chính sách giá nước công bằng. Ngoài ra, việc giới thiệu các công cụ tái sử dụng nước và thu gom nước mưa (nhằm tăng đa dạng nguồn nước) cũng là giải pháp cần nghiên cứu áp dụng trong bối cảnh chuyển tiếp quản lý nước bền vững (Bảng 1).

**4. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ**

Nghiên cứu này đã thiết lập thành công bộ chỉ số đánh giá an ninh nguồn nước đô thị cho thành phố Đà Nẵng dựa trên phương pháp PAM, phân tích tình hình thực tế địa phương và tham khảo khung lý thuyết quốc tế. Bộ chỉ số đề xuất bao gồm các chỉ số và chỉ thị mang tính thực tiễn cao, đã được chuyên gia đánh giá là phù hợp với lý luận chung về an ninh nước và với đặc thù của Đà Nẵng. Kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy Đà Nẵng có tài nguyên nước hạn hẹp so với tiêu chí quốc tế và tồn tại các rủi ro lũ lụt, xâm mặn tăng dần. Nhiều chỉ số liên quan đến tiếp cận nước sạch và năng lực hạ tầng đã được cải thiện nhưng vẫn cần nâng cao hơn nữa.

Để hoàn thiện khung đánh giá, nghiên cứu đề xuất mở rộng thu thập dữ liệu cho các chỉ số theo thời gian liên tục, nhằm cho phép đánh giá theo xu hướng và giám sát sự thay đổi của hệ thống nước. Cần thu hút nhiều chuyên gia và cơ quan quản lý tham gia để hiệu chỉnh và phổ biến bộ chỉ số; cũng như thử nghiệm ở cấp quận, xã để đánh giá bất bình đẳng giữa các vùng khác nhau của thành phố. Về chính sách, cần tiếp tục xây dựng chương trình quản lý nguồn nước tích hợp, tăng cường giáo dục cộng đồng về tiết kiệm và bảo vệ nước; đồng thời lồng ghép khung đánh giá vào quy hoạch chung thành phố. Mở rộng nghiên cứu theo đề xuất sẽ giúp khẳng định tính thực thi của bộ chỉ số, tạo cơ sở vững chắc cho các giải pháp quản lý hiệu quả trong việc bảo đảm an ninh nguồn nước bền vững cho Đà Nẵng và các đô thị tương tự.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Babel, M.S., Shinde, V.R., Sharma, D., & Dang, N.M. (2020). Measuring water security: A vital step for climate change adaptation. *Environmental Research*, 185, 109400.
2. Bitterman, P., Tate, E., Van Meter, K., & Basu, N. (2016). Water security and rainwater harvesting: A conceptual framework and candidate indicators. *Applied Geography*, 76, 75–84.
3. Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., & van Oel, P. R. (2019). Progress in Water Footprint Assessment: Towards Collective Action in Water Governance. *Water*, 11(5), 1070. <https://doi.org/10.3390/w11051070>
4. Tahir, A. C., & Darton, R. C. (2010). The process analysis method of selecting indicators to quantify the sustainability performance of a business operation. *Journal of cleaner production*, 18(16-17), 1598-1607.
5. UNESCO (2023). *The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and cooperation for water*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
6. UN-Water. (2013). *Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief*.
7. Zhu, D.M. & Chang, Y.J. (2020). Urban water security assessment in the context of sustainability and urban water management transitions: An empirical study in Shanghai. *Journal of Cleaner Production*, 275, 122968.