

# Khung đánh giá an ninh nguồn nước Việt Nam

Hoàng Minh Tuyên<sup>1\*</sup>, Lương Hữu Dũng<sup>1</sup>, Trần Thanh Xuân<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

<sup>2</sup>Chuyên gia độc lập

Ngày nhận bài 29/4/2022; ngày chuyển phản biện 3/5/2022; ngày nhận phản biện 30/5/2022; ngày chấp nhận đăng 3/6/2022

## **Tóm tắt:**

Để đánh giá an ninh nguồn nước Việt Nam, cần xây dựng khung cùng với các tiêu chí đánh giá chỉ số an ninh nguồn nước (WSI). Khung đánh giá an ninh nguồn nước đưa ra dựa trên cơ sở lựa chọn các chỉ thị theo các tiêu chí SMART, KPI và WSI do một số tổ chức quốc tế và nhà khoa học trên thế giới đề xuất có xét đến đặc thù của Việt Nam, gồm các yếu tố ảnh hưởng chính đến an ninh nguồn nước và dữ liệu có thể đáp ứng cho yêu cầu tính toán, quy mô cũng như mức độ chi tiết. Bài báo đưa ra khung đánh giá an ninh nguồn nước cho Việt Nam (phạm vi toàn quốc, vùng, lưu vực sông và tỉnh/thành phố). Đồng thời, các tác giả đã đưa ra phương pháp và minh họa cách xác định một số chỉ thị (hoặc chỉ số) chính trong khung an ninh nguồn nước làm cơ sở cho việc đánh giá an ninh nguồn nước của Việt Nam.

**Từ khóa:** an ninh nguồn nước, chỉ thị, khung đánh giá.

**Chỉ số phân loại:** 2.7

## **Đặt vấn đề**

Nước cần thiết cho sự tồn tại, phát triển của con người và các sinh vật trên trái đất. Nước được coi là một loại tài nguyên thiên nhiên quan trọng nhất không thể thay thế được và ngày nay trở thành yếu tố cốt lõi cho sự phát triển bền vững kinh tế - xã hội và môi trường sinh thái; đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng và phát triển một thế giới ổn định, công bằng, lành mạnh và văn minh. Chính vì vậy, Liên hợp quốc đã nhận định rằng, mục tiêu về đảm bảo an ninh nguồn nước (mục tiêu 6) là một mục tiêu quan trọng trong số 17 mục tiêu phát triển bền vững (SDGs). Mục tiêu 6 bao gồm các vấn đề về khan hiếm nước, tiếp cận nước uống an toàn, vệ sinh, chất lượng nước, rui ro lũ lụt và nguồn nước xuyên biên giới [1].

An ninh nguồn nước là một trong những đối tượng quan trọng trong việc thực hiện mục tiêu 6 nêu trên, là yếu tố cốt lõi để đạt được sự tăng trưởng bền vững và xây dựng một thế giới an toàn về nước, khai thác tiềm năng và giảm thiểu thiệt hại do nước gây ra. Đồng thời, an ninh nguồn nước thúc đẩy bảo vệ môi trường và giải quyết các hậu quả của quản lý nước yếu kém.

Mất an ninh nguồn nước là một thách thức nghiêm trọng đối với các nước trên thế giới nói chung, Việt Nam nói riêng. Để đưa ra các sách lược, giải pháp đảm bảo an ninh nguồn nước, cần có nhận thức đúng và đầy đủ về đánh giá về an ninh nguồn nước. Ở nước ta, nghiên cứu và đánh giá an ninh nguồn nước đã được thực hiện trong một số đề tài, dự án liên quan đến nhiều lĩnh vực tự nhiên, chính sách và kinh tế - xã hội. Tuy nhiên, khung và các chỉ tiêu đánh giá an ninh nguồn nước chưa được nghiên cứu nhiều và thống nhất. Do đó, bài báo bước đầu

đưa ra khung đánh giá an ninh nguồn nước làm cơ sở cho việc đánh giá an ninh nguồn nước của Việt Nam.

## **Cơ sở lý luận và phương pháp nghiên cứu**

Cho đến nay trên thế giới đã có một số tổ chức về nước (Tổ chức cộng tác nước toàn cầu, Viện Nước của Liên hợp quốc...) và nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu, triển khai áp dụng một số phương pháp đánh giá về mức độ an ninh nguồn nước trên phạm vi không gian khác nhau (vùng, lưu vực sông, tỉnh/thành phố và quốc gia) [2-6].

An ninh nguồn nước đề cập đến nhiều khía cạnh về xã hội, kinh tế và môi trường nên khái niệm cũng như định nghĩa về an ninh nguồn nước không hoàn toàn thống nhất giữa các nhà khoa học và tổ chức quốc tế, tùy thuộc vào khía cạnh của an ninh nguồn nước mà họ quan tâm. Vì thế, phương pháp tiếp cận định lượng mức độ an ninh nguồn nước cũng khác nhau. Để đánh giá an ninh nguồn nước, các tổ chức quốc tế cũng như các nhà khoa học có liên quan đến nước thường lượng hóa mức độ an ninh nguồn nước về WSI. Để xây dựng WSI cho phạm vi không gian nào đó, trước hết cần xây dựng khung đánh giá an ninh nguồn nước. Khung đánh giá này bao gồm các khía cạnh hay các lĩnh vực quyết định mức độ an ninh nguồn nước với các biến hoặc chỉ thị khác nhau.

Để đánh giá an ninh nguồn nước Việt Nam (phạm vi toàn quốc, vùng, lưu vực sông và tỉnh/thành phố), trước hết cần xây dựng khung đánh giá WSI cho các phạm vi lãnh thổ nêu trên.

Như đã biết, khung WSI bao gồm tập hợp các lĩnh vực chính ảnh hưởng đến an ninh nguồn nước, mỗi lĩnh vực bao gồm các chỉ thị và từng chỉ thị cũng bao gồm một số chỉ thị

\*Tác giả liên hệ: Email: hmtuyenvkttv@gmail.com

# Framework for assessing water security of Vietnam

Minh Tuyen Hoang<sup>1\*</sup>, Huu Dung Luong<sup>1</sup>,  
Thanh Xuan Tran<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change  
<sup>2</sup>Independent Expert

Received 29 April 2022; accepted 3 June 2022

## Abstract:

To assess Vietnam's water security, it is necessary to develop a framework along with the indicators for evaluating the water security index (WSI). The water security assessment framework is based on the selection of indicators according to the SMART, KPI criteria, and the WSI framework proposed by several international organisations and scientists around the world, taking into account the characteristics of water resources in Vietnam, including the key factors affecting water security and data, accommodatable data for the calculation requirements, scale, and level of detail. The article presents a framework for assessing water security in Vietnam (national scale, region, river basin, and province/city). At the same time, the authors have provided a method and illustrated how to identify a number of key indicators (or indices) in the water security framework as the basis for assessing Vietnam's water security.

**Keywords:** framework for assessing, indicators, water security.

**Classification number:** 2.7

phụ hay biến. Như vậy, khung WSI bao gồm hệ thống chỉ thị và chỉ thị phụ, phản ánh mức độ an ninh nguồn nước theo các khía cạnh khác nhau [7]. Các chỉ thị được lựa chọn theo tiêu chí SMART (Specific measurable attainable relevant and time bound) được hiểu là: rõ ràng - cụ thể - có thể đo lường được - có thể đạt được (khả thi) - thực tế và cần thiết - thời gian hợp lý. Ngoài ra, để khắc phục khó khăn khi không xác định được rõ mục tiêu của nhiều chỉ thị còn có thể áp dụng chỉ thị thực hiện KPI (Key performance indicators). KPI là chỉ số đánh giá hiệu suất chủ yếu hay còn được gọi là hệ thống chỉ số phân tích mức độ hoàn thành mục tiêu của một tổ chức hay cá nhân, thường được xây dựng theo phương pháp bảng điểm cân bằng. Các chỉ thị có thể xác định và được đánh dấu có thể được lựa chọn làm chỉ tiêu cho KPI gồm: các chỉ thị định lượng có thể trình bày dưới dạng con số; các chỉ thị định tính không thể trình bày dưới dạng con số; các chỉ thị hàng đầu có thể dự đoán kết quả của một quá trình; các chỉ thị trễ (lagging indicators) trình bày

những thành công hay thất bại sau thời gian ngắn; các chỉ thị đầu vào đo lường lượng tài nguyên tiêu thụ trong quá trình tạo ra kết quả; các chỉ thị đầu ra phản ánh kết quả đầu ra hoặc kết quả hoạt động của quá trình; thống nhất giữa các chỉ thị thực tế với các quy trình thể chế hiện có; các chỉ thị định hướng xác định tổ chức hiện tại có được cải tiến hay không; các chỉ thị có thể hành động đầy đủ dưới sự kiểm soát của tổ chức để tạo ra sự thay đổi; các chỉ thị tài chính được sử dụng trong đo lường hiệu quả hoạt động và khi xem xét chỉ số hoạt động.

Trên cơ sở các nguyên tắc lựa chọn các chỉ thị theo các tiêu chí SMART, KPI, khung WSI do một số tổ chức quốc tế và nhà khoa học trên thế giới đề xuất [4, 8, 9], đồng thời xét đến đặc thù của Việt Nam (các yếu tố ảnh hưởng chính đến an ninh nguồn nước và dữ liệu có thể đáp ứng cho yêu cầu tính toán, quy mô và mức độ chi tiết) mà chia ra các loại khung đánh giá an ninh nguồn nước phù hợp.

## Khung đánh giá an ninh nguồn nước cho Việt Nam

Khi xây dựng và đánh giá WSI cho Việt Nam, cần xét đến đặc thù về tài nguyên nước và nguồn dữ liệu có thể thu thập được [10, 11]. Đó là: 1) Các sông lớn ở nước ta thuộc loại sông liên quốc gia/sông quốc tế, bắt nguồn từ lãnh thổ các nước lân cận ở thượng và trung lưu, hơn 60% tổng lượng dòng chảy năm của sông suối nước ta là từ nước ngoài chảy vào, thậm chí tới trên 95% đối với Đồng bằng sông Cửu Long; 2) Dữ liệu về tài nguyên nước ngầm còn hạn chế, không đồng đều giữa các vùng, các hệ thống sông; 3) Dữ liệu về nhiều lĩnh vực liên quan đến an ninh nguồn nước còn hạn chế, không được thống kê. Vì thế, gặp không ít khó khăn trong việc định lượng các chỉ thị và một số chỉ thị phụ tuy có thể định lượng nhưng độ tin cậy không cao, thậm chí không ít chỉ thị phụ chỉ có thể đánh giá định tính. Cũng vì thế, tùy từng lĩnh vực và đối tượng mà có thể không xét đến một số chỉ thị phụ trong trường hợp thiếu hoặc không có dữ liệu để định lượng.

Nhóm nghiên cứu đã đưa ra khung WSI cho phạm vi toàn quốc, vùng, lưu vực sông và thành phố. Với quy mô quốc gia nhằm đánh giá so sánh với các nước khác nhau trên thế giới. Đây là chỉ số mà các tổ chức như UNESCO, ADB... đánh giá rất cần thiết.

Việc quản lý, khai thác sử dụng nước theo lưu vực sông nên khung đánh giá an ninh nguồn nước cho lưu vực sông là cần thiết. Thành phố là khu vực/vùng sử dụng nước đặc biệt, đòi hỏi mức độ an ninh nguồn nước cao và nhạy cảm với nước nên ưu tiên đánh giá. Với an ninh nguồn nước của vùng thực chất là tập hợp con khi đánh giá an ninh nguồn nước quốc gia. Trong tính toán cụ thể, do không có số liệu về nhu cầu nước và các tư liệu cần thiết khác nên chỉ có thể đánh giá WSI cho 7 vùng kinh tế - xã hội trong giai đoạn 2021-2030 theo đề xuất của Bộ Kế hoạch và Đầu tư đã được các Bộ, ngành góp ý.

Khung WSI toàn quốc, lưu vực sông và tỉnh/thành phố được đưa ra ở bảng 1, 2 và 3 dưới đây.

**Bảng 1. Khung đánh giá an ninh nguồn nước quốc gia.**

Lĩnh vực	Chỉ thị	Chỉ thị phụ	Biến	Ký hiệu	Đơn vị	Phương pháp xác định	
Tài nguyên nước sẵn có	Lượng nước	Lượng nước mặt	Tổng lượng dòng chảy năm bình quân đầu người	T1	Triệu m <sup>3</sup> /người x năm	Tính theo chỉ số căng thẳng nước (Falkenmark): $T1 = W_{Ln} / N$ Trong đó, $W_{Ln}$ : tổng lượng dòng chảy năm toàn quốc trung bình thời kỳ tính toán (triệu m <sup>3</sup> /năm); N: số người	
			Tổng lượng dòng chảy năm nội địa bình quân đầu người	T2	Triệu m <sup>3</sup> /người x năm	Tính theo Falkenmark: $T2 = W_{nd,đ} / N$ Trong đó, $W_{nd,đ}$ : tổng lượng dòng chảy năm nội địa	
			Tổng lượng dòng chảy mùa cạn bình quân đầu người trong một ngày	T3	Triệu m <sup>3</sup> /người x ngày	$T3 = W_{c,ng} / N$ Trong đó, $W_{c,ng}$ : lượng dòng chảy sông suối trung bình ngày trong mùa cạn	
			Tổng lượng dòng chảy mùa cạn nội địa bình quân đầu người trong mùa cạn	T4	Triệu m <sup>3</sup> /người x ngày	$T4 = W_{c,nd,ng} / N$ Trong đó, $W_{c,nd,ng}$ : lượng dòng chảy sông trung bình ngày nội địa trong mùa cạn	
	Lượng nước ngầm	Tỷ lệ tổng lượng dòng chảy sông suối từ ngoài chảy vào so với tổng lượng dòng chảy năm toàn bộ	T5	%	$T5 = W_{n,ngoài} / W_{Ln}$		
		Tổng lượng nước ngầm có thể khai thác bình quân đầu người trong năm	T6	Triệu m <sup>3</sup> /người x năm	$T6 = W_{n,ng} / N$		
Chất lượng nước	Biến đổi của lượng nước sông		Hệ số biến đổi (Cv) của tổng lượng dòng chảy năm nội địa	T7	%	Hệ số biến đổi/biến sai của lượng dòng chảy nội địa trong thời kỳ nhiều năm/tính toán: $Cv = S / X_b$ S: Độ lệch chuẩn; $X_b$ : giá trị trung bình (mean)	
	Chỉ số khan hiếm nước		Chỉ số khan hiếm nước toàn bộ	T8	%	Tỷ lệ lượng nước cung cấp cho các nhu cầu so với lượng dòng chảy sông toàn bộ, (kể cả từ ngoài lãnh thổ chảy vào) trong năm	
			Chỉ số khan hiếm nước nội địa	T9	%	Tỷ lệ lượng nước cung cấp cho các nhu cầu so với lượng dòng chảy sông nội địa cả năm	
	Chất lượng nước	Chất lượng nước mặt	Chỉ số chất lượng nước mặt (WQI)	C1		Tính theo hướng dẫn của Tổng cục Môi trường	
Chất lượng nước ngầm		Chỉ số chất lượng nước ngầm	C2		Tính theo hướng dẫn của Tổng cục Môi trường		
Sử dụng nước	Kinh tế nước		Năng suất sử dụng nước trong nông nghiệp (trồng trọt)	K1	USD/m <sup>3</sup>	Giá trị sản phẩm nông nghiệp (USD) trên một m <sup>3</sup> nước cung cấp cho tưới cây trồng nông nghiệp	
			Năng suất sử dụng nước trong công nghiệp	K2	USD/m <sup>3</sup>	Giá trị sản phẩm công nghiệp (USD) trên một m <sup>3</sup> nước cung cấp cho sản xuất công nghiệp (trừ thủy điện)	
			Năng suất sử dụng nước trong thương mại, dịch vụ	K3	USD/m <sup>3</sup>	Giá trị sản phẩm thương mại, dịch vụ (USD) trên một m <sup>3</sup> nước cung cấp cho sản xuất công nghiệp (trừ thủy điện)	
Môi trường	Ô nhiễm nguồn nước		Tỷ lệ nước thải được xử lý hàng năm	M1	%	Tỷ lệ lượng nước thải được xử lý so với tổng lượng nước thải hàng năm	
	Thảm phủ thực vật		Tỷ lệ rừng/thực vật che phủ	M2	%	Tỷ lệ rừng/thực vật che phủ trung bình thời kỳ tính toán so với tổng diện tích đất tự nhiên	
	Xói mòn đất		Tỷ lệ đất bị xói mòn	M3	%	Tỷ lệ diện tích bị xói mòn hàng năm trung bình thời kỳ tính toán so với tổng diện tích đất tự nhiên	
	Đô thị hóa		Tốc độ đô thị hóa	M4	%	Tỷ lệ đô thị hóa trung bình thời kỳ tính toán, được biểu thị bằng tỷ lệ số dân đô thị so với toàn bộ số dân	
Thiên tai về nước	Lũ lụt		Thiệt hại về người	TT1	%	Tỷ lệ phần trăm số người bị thiệt mạng trung bình hàng năm do lũ lụt so với tổng số người	
			Thiệt hại kinh tế do lũ lụt (lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt, trượt lở đất...)	TT2	% hay USD/người	Thiệt hại về kinh tế do lũ lụt so với GDP hay tổng sản phẩm quốc gia (GNP) hoặc thiệt hại do lũ lụt bình quân đầu người trung bình thời kỳ tính toán	
			Độ lớn của lũ	TT3	%	Mức độ gia tăng của lưu lượng đỉnh lũ ( $Q_{max}$ ) lớn nhất trong thời kỳ tính toán so với giá trị trung bình thời kỳ tính toán của $Q_{max}$ lớn nhất hàng năm	
			Tần suất xuất hiện lũ	TT4		Mức độ biến đổi (tăng/giảm) số trận lũ hàng năm so với thời kỳ nhiều năm	
	Hạn hán		Thiệt hại về kinh tế do hạn hán	TT5	% hay USD/người	Thiệt hại về kinh tế do hạn hán so với GDP (hay GNP) hoặc bình quân đầu người trong thời kỳ tính toán	
			Tần suất hạn hán	TT6	Đợt	Số đợt hạn hán hàng năm trung bình thời kỳ tính toán	
			Xâm nhập mặn	Diện tích bị mặn xâm nhập	TT7	%	Tỷ lệ diện tích bị mặn xâm nhập so với tổng diện tích canh tác hàng năm trung bình thời kỳ tính toán
Quản trị	Luật pháp		Hiệu quả sử dụng nước	Q1	%	Tỷ lệ lượng nước được sử dụng thực tế so với tổng lượng nước cung cấp hàng năm trung bình thời kỳ tính toán	
			Tổ chức	Tổ chức quản lý lưu vực sông	Q2		
			Luật, Nghị định và chính sách về quản trị nước	Q4			
			Khung pháp lý (Nghị định, thỏa thuận...) về khai thác, sử dụng nguồn nước sông liên tỉnh, liên quốc gia	Q5	USD/người	Kinh phí đầu tư cho nâng cao khả năng ứng phó với thiên tai và biến đổi khí hậu bình quân đầu người trong một năm	

**Bảng 2. Khung đánh giá an ninh nguồn nước lưu vực sông.**

Lĩnh vực	Chỉ thị	Chỉ thị phụ	Số thứ tự	TT	Phương pháp xác định
Nguồn nước sẵn có	Lượng nước sông sẵn có bình quân đầu người trong năm	Lượng nước sông toàn bộ	1	Triệu m <sup>3</sup> /người x năm	Tổng lượng dòng chảy năm của lưu vực sông trung bình giai đoạn tính toán trên đầu người trong một năm (chỉ số Falkenmark)
		Lượng nước sông nội địa	2	Triệu m <sup>3</sup> /người x năm	Tổng lượng dòng chảy năm nội địa của lưu vực sông trung bình giai đoạn tính toán trên đầu người trong một năm (chỉ số Falkenmark)
	Tỷ lệ lượng dòng từ bên ngoài chảy vào	3	%	Tỷ lệ tổng lượng dòng chảy năm từ ngoài chảy vào vùng so với tổng lượng dòng chảy năm toàn bộ của vùng	
	Biến đổi của dòng chảy năm	4		Hệ số Cv	
	Chỉ số khan hiếm nước	5	%	Tỷ lượng nước sử dụng/cung cấp so với tổng lượng nước sẵn có trong một năm	
Năng suất sử dụng nước	Giá trị kinh tế nước	Năng suất sử dụng nước trong nông nghiệp (trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản)	6	USD/m <sup>3</sup>	Giá trị sản phẩm nông nghiệp trên một đơn vị lượng nước sử dụng trong một năm
		Năng suất sử dụng nước trong công nghiệp (không tính thủy điện)	7	USD/m <sup>3</sup>	Giá trị sản phẩm thương mại hay công nghiệp trên một đơn vị lượng nước sử dụng trong một năm
		Năng suất sử dụng nước trong thương mại (buôn bán, dịch vụ, du lịch...)	8	USD/m <sup>3</sup>	Giá trị sản phẩm thương mại trên một đơn vị lượng nước sử dụng trong một năm
Thiên tai do nước	Lũ lụt (bao gồm cả lũ quét)	Thiệt hại do lũ lụt trên đầu người trong một năm	9	USD/người x năm	Theo số liệu thống kê
		Diện tích ngập lụt, ngập úng	10	%	Tỷ lệ diện tích đất bị ngập lụt, ngập úng so với tổng diện tích đất tự nhiên
		Độ lớn của Q <sub>max</sub>	11	%	Phân cấp theo Q <sub>max</sub> /Q <sub>maxtb</sub> hay tần suất của trận lũ lớn nhất năm trên một số sông chính
		Tần suất xuất hiện lũ	12	Số lần/năm	Tổng số các trận lũ (từ báo động cấp 1 trở lên) trên tất cả các sông trong thời gian một năm đại biểu gần đây hoặc trung bình thời đoạn 5 năm gần nhất.
		Thiệt hại về kinh tế do hạn hán và xâm nhập mặn	13	USD/người x năm	Tổng thiệt hại về kinh tế do hạn hán và xâm nhập mặn bình quân đầu người trong một năm
		Tần suất hạn	14	Số lần	Số lần xuất hiện hạn hán thủy văn trong một năm
		Diện tích bị hạn hán	15	%	Tỷ lệ diện tích bị hạn hán thủy văn so với tổng diện tích gieo trồng trong một năm
		Diện tích xâm nhập mặn	16	%	Tỷ lệ diện tích xâm nhập mặn so với tổng diện tích tự nhiên
Môi trường nước	Chất lượng nước	Chất lượng nước mặt	17		Chỉ số chất lượng nước mặt WQI
		Chất lượng nước dưới đất	18		Theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường
		Nước thải được xử lý	19	%	Tỷ lệ nước thải được xử lý so với tổng lượng nước cung cấp cho các nhu cầu sử dụng
	Thảm thực vật	Tỷ lệ thực vật (chủ yếu là rừng)	20	%	Tỷ lệ thực vật/rừng che phủ (%)
Quản trị nước	Quản lý chung	Tổ chức quản lý lưu vực sông	21		
		Luật lệ về nước được xây dựng và thực hiện	22		
		Hiệp ước, thỏa thuận về quản lý sông quốc tế và liên tỉnh/thành phố	23		
		Khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu và ứng phó với thiên tai về nước	24	USD/người x năm	Đầu tư cho khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu và ứng phó với thiên tai về nước
	Nhận thức của cộng đồng	Nhận thức của cộng đồng về tài nguyên nước và an ninh nguồn nước	25		



**Bảng 3. Khung đánh giá an ninh nguồn nước tỉnh/thành phố.**

Lĩnh vực	Chỉ thị	TT	Phương pháp xác định	Đơn vị
An ninh nguồn nước sinh hoạt gia đình	Lượng nước	1	Tỷ lệ diện tích khu vực được cấp nước từ đường ống (I11)	%
		2	Lượng nước tiêu dùng bình quân đầu người (I12)	l/người x ngày
	Chất lượng nước	3	Phù hợp với tiêu chuẩn chất lượng nước (I13)	%
An ninh nguồn nước cho kinh tế	Phi nông nghiệp	4	Năng suất nước kinh tế phi nông nghiệp (I21)	USD/m <sup>3</sup>
	Nông nghiệp	5	Năng suất nước kinh tế nông nghiệp (I22)	USD/m <sup>3</sup>
An ninh nguồn nước cho môi trường	Ô nhiễm nguồn nước	6	Tỷ lệ lượng nước thải được xử lý so với tổng lượng nước thải (I31)	%
	Tài nguyên thiên nhiên	7	Sự lành mạnh của các thủy vực trong tỉnh/thành phố (I32)	0-100
Thiên tai liên quan với nước	Thiệt hại do lũ lụt/nguy hại của lũ lụt	8	Độ sâu ngập lụt (I41)	cm
	Biến đổi của lượng mưa	9	Độ lệch so với lượng mưa trung bình (I42)	mm
Quản trị và quản lý	Năng lực/khả năng đối phó	10	GDP trên đầu người (I51)	USD/người
		11	Rò rỉ trong hệ thống cấp nước (I52)	%
	Hiệu quả sử dụng nước	12	Tỷ lệ tái sử dụng nước thải (I53)	%

**Phương pháp xác định một số chỉ thị của WSI**

**Xác định chỉ thị về nguồn nước sẵn có [9]**

*Tổng lượng tài nguyên nước tái tạo sẵn có:* Tổng lượng tài nguyên nước tái tạo sẵn có thường được lấy bằng tổng lượng tài nguyên nước mặt ( $W_m$ ) và tổng lượng tài nguyên nước dưới đất ( $W_d$ ) trong năm. Cho đến nay ở nước ta vẫn chưa có kết quả đánh giá tin cậy về trữ lượng nước ngầm có thể khai thác trong các lưu vực sông và vùng kinh tế - xã hội. Mặt khác, cũng chưa có điều tra, nghiên cứu đánh giá lượng nước trùng giữa nước mặt và nước ngầm. Do đó, trong trường hợp thiếu hay không có số liệu về nước ngầm và lượng nước trùng, tổng lượng tài nguyên nước tái tạo sẵn có trong một vùng (quốc gia, vùng kinh tế - xã hội và lưu vực sông) có thể được lấy bằng tổng lượng nước sông ( $W_s$ ). Giá trị  $W_s$  được xác định bằng tổng của lượng dòng chảy sông từ ngoài vùng chảy vào ( $W_{s,ng}$ ) và lượng dòng chảy sông được hình thành trong vùng (dòng chảy nội địa -  $W_{s,nd}$ ) trung bình thời kỳ tính toán và được tính theo công thức sau:

$$W_s = W_{s,ng} + W_{s,nd}$$

Giá trị của  $W_s$ ,  $W_{s,ng}$  và  $W_{s,nd}$  được xác định theo phương pháp trực tiếp (theo số liệu quan trắc dòng chảy tại các trạm thủy văn) hay phương pháp gián tiếp (từ mưa theo mô hình toán thủy văn và phương pháp tổng hợp địa lý - bản đồ đường đẳng trị mô đun dòng chảy năm, quan hệ dòng chảy năm với lượng mưa năm khu vực).

*Dao động của tổng lượng tài nguyên nước tái tạo sẵn có:* Được đánh giá bằng Cv của tổng lượng dòng chảy nội địa hàng năm của chuỗi  $W_{s,nd}$  trong giai đoạn 1977-2012 (hoặc 2020) tùy theo số liệu dòng chảy thu thập được.

*Chỉ số căng thẳng nước  $WSI_{ct}$ :* Được tính toán theo công thức sau:

$$WSI_{ct} = W_{tt,sc,tb} / N; \text{ hoặc } WSI_{ct} = W_{tt,sc,nd} / N$$

hay  $WSI_{ct} = W_{tt,sc,mc} / N$

trong đó:  $W_{tt,sc,tb}$ ,  $W_{tt,sc,nd}$  và  $W_{tt,sc,mc}$  tương ứng là tổng lượng tài nguyên nước sông tái tạo sẵn có toàn bộ, tổng lượng tài nguyên nước sông tái tạo sẵn có nội địa và tổng lượng tài nguyên nước sông tái tạo mùa cạn hàng năm trung bình thời kỳ tính toán; N: số người trong vùng.

*Chỉ số khan hiếm nước  $WSI_{kh}$ :* Được xác định bằng tỷ số giữa lượng nước cung cấp cho các nhu cầu so với tổng lượng nước sẵn có và được tính theo công thức sau:

$$WSI_{kh} = \frac{W_{cc}}{W_{s,sc}}$$

trong đó:  $W_{cc}$  và  $W_{s,sc}$  tương ứng là lượng nước hàng năm lấy từ nguồn cung cấp cho các nhu cầu (sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp...) và tổng lượng tài nguyên nước sẵn có hàng năm (thường được lấy bằng tổng lượng dòng chảy sông tái tạo sẵn có).

Cũng như chỉ số căng thẳng nước ( $WSI_{ct}$ ), khi tính  $WSI_{kh}$  lượng nước ngọt sẵn có tái tạo được lấy bằng tổng lượng dòng chảy sông toàn bộ hàng năm đã không xét đến tính biến đổi theo thời gian (theo mùa trong năm và dao động giữa các năm) của dòng chảy sông suối. Đây là hạn chế của phương pháp tính hai chỉ số này. Bảng 4 đưa ra chỉ số căng thẳng nước tính theo lượng dòng chảy nội địa và toàn bộ của hệ thống sông Hồng, Đồng bằng sông Cửu Long và cả nước với dân số vào năm 2020.

**Bảng 4. Chỉ số căng thẳng nước tính theo lượng dòng chảy nội địa và toàn bộ năm 2020.**

Hệ thống sông/vùng	Lượng dòng chảy sông (km³/năm)			Dân số năm 2020 (triệu người)	Chỉ số căng thẳng nước tính theo dòng chảy (m³/người x năm)		W <sub>s,th</sub> /W <sub>s,td</sub> (%)	W <sub>s,sg</sub> /W <sub>s,tb</sub> (%)
	Ngoài nước	Nội địa	Toàn bộ		Nội địa	Toàn bộ		
	Sông Hồng	47,3	73,1		120,4	33,3		
Đồng bằng sông Cửu Long	449	22,3	471,3	18,0	1240	26180	21,1	95,3
Cả nước	515	320	835	97,3	3290	8580	2,6	61,7

Ghi chú: W<sub>s,ng</sub>, W<sub>s,nđ</sub>, W<sub>s</sub> tương ứng là tổng lượng dòng chảy sông suối hàng năm từ ngoài chảy vào, nội địa và toàn bộ.

**Độ lớn của Q<sub>max</sub>**

Độ lớn của Q<sub>max</sub> được đánh giá thông qua lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất năm trên các sông đặc trưng trong phạm vi vùng (toàn quốc, vùng kinh tế - xã hội và lưu vực sông). Độ lớn của Q<sub>max</sub> trong một năm hoặc một giai đoạn được đánh giá bằng tỷ lệ của nó so với giá trị trung bình thời kỳ nhiều năm hay thời kỳ quan trắc.

Độ lớn của Q<sub>max</sub> trên phạm vi cả nước được đánh giá theo số liệu quan trắc Q<sub>max</sub> tại tất cả các trạm thủy văn trong thời kỳ 1956-2012 theo hai phương án: i) Số liệu quan trắc Q<sub>max</sub> tại 85 trạm thủy văn trên các sông vừa với diện tích lưu vực (F, km²) từ trên 100 đến dưới 10.000 km²; ii) Số liệu quan trắc Q<sub>max</sub> tại 21 trạm thủy văn trên các sông lớn với F khoảng trên 10.000 km².

Trên cơ sở chuỗi số liệu Q<sub>max</sub> tại các trạm thủy văn được lựa chọn (theo giới hạn diện tích lưu vực nêu trên và độ dài chuỗi số liệu từ khoảng 10 năm trở lên, không sử dụng số liệu những năm chịu tác động của các công trình hồ chứa) tiến hành tính toán theo các bước sau:

Tính giá trị trung bình, lớn nhất và nhỏ nhất trong thời kỳ tính toán.

Tính tỷ lệ phần trăm giá trị Q<sub>max</sub> lớn nhất (k<sub>Qmax,ln</sub>) và nhỏ nhất (k<sub>Qmax,nn</sub>) so với giá trị trung bình (Q<sub>max,tb</sub>):

$$k_{Qmax,ln} = \frac{Q_{max,ln}}{Q_{max,tb}}, k_{Qmax,nn} = \frac{Q_{max,nn}}{Q_{max,tb}}$$

Tính chênh lệch: d<sub>kQmax</sub> = k<sub>Qmax,ln</sub> - k<sub>Qmax,nn</sub>

Xác định các cấp k<sub>Qmax</sub> bằng cách chia d<sub>kQmax</sub> làm 5 khoảng bằng nhau và xác định cấp giữa, các cấp trên và dưới cấp giữa của k<sub>Qmax</sub>.

Tính giá trị trung bình k<sub>Qmax</sub> trên phạm vi cả nước theo hai phương pháp trung bình số học và trung bình gia quyền theo diện tích lưu vực tại trạm thủy văn được lựa chọn để tính toán.

Bảng 5 đưa ra phân cấp độ lớn của Q<sub>max</sub> trên phạm vi cả nước theo số liệu Q<sub>max</sub> tại các trạm thủy văn trên sông vừa và sông lớn. Ngoài đặc trưng Q<sub>max</sub>, tác động của lũ đến an ninh nguồn nước cũng có thể được đánh giá thông qua một số đặc trưng lũ khác như giá trị Q<sub>max</sub> tương ứng với một tần suất nào đó (chẳng hạn p=1%), tổng lượng trận lũ hay một thời đoạn lớn nhất nào đó; số lần xuất hiện các trận lũ trong năm trên các sông suối...

**Bảng 5. Phân cấp độ lớn của Q<sub>max</sub> trên phạm vi cả nước.**

Loại sông	Tỷ lệ (%) so với giá trị trung bình tương ứng với cấp				
	5	4	3	2	1
Sông vừa	265	218	172	125	79
Sông lớn	224	187	150	112	75

**Mức độ hạn hán**

Mức độ tác động của hạn thủy văn đến an ninh nguồn nước có thể được đánh giá thông qua một số đặc trưng dòng chảy sông suối trong mùa cạn. Đó là: lượng dòng chảy mùa cạn, lượng dòng chảy 3 tháng liên tục nhỏ nhất, lượng dòng chảy tháng nhỏ nhất, dòng chảy ngày nhỏ nhất, dòng chảy nhỏ nhất và lưu lượng nước tương ứng với một cấp tần suất bảo đảm nào đó (75-90%) được xác định trên đường quá trình duy trì lưu lượng nước trung bình ngày trong năm.

Tùy theo mục đích và số liệu quan trắc dòng chảy hiện có mà có thể lựa chọn một trong số các đặc trưng dòng chảy nêu trên. Ở đây, để đánh giá an ninh nguồn nước trên phạm vi cả nước, chúng tôi đã sử dụng đặc trưng lưu lượng nhỏ nhất (hay lưu lượng trung bình ngày nhỏ nhất).

Với mục đích đó, trên cơ sở số liệu quan trắc dòng chảy trong thời kỳ 1956-2012 tại các trạm thủy văn trên các sông đã tiến hành tính toán và phân cấp mức độ tác động của lưu lượng nước nhỏ nhất (Q<sub>min</sub>) theo tỷ lệ phần trăm sự biến đổi của Q<sub>min</sub> so với giá trị trung bình thời kỳ quan trắc (tính đến năm 2012).

Phương pháp phân cấp tỷ lệ phần trăm dao động của Q<sub>min</sub> so với giá trị trung bình thời kỳ tính toán cũng giống như phương pháp phân cấp k<sub>Qmax</sub>. Thời kỳ tính toán có thể chọn từ 10 năm trở lên. Các bước tính toán phân cấp k<sub>Qmin</sub> tại từng trạm thủy văn như sau:

Tính giá trị trung bình thời kỳ tính toán theo phương pháp trung bình số học (Q<sub>min,tb</sub>) và lựa chọn giá trị lớn nhất (Q<sub>min,ln</sub>) và nhỏ nhất (Q<sub>min,nn</sub>) trong thời kỳ tính toán.

Tính tỷ lệ phần trăm của Q<sub>min,ln</sub> và Q<sub>min,nn</sub> so với Q<sub>min,tb</sub> x

$$k_{Qmin,ln} = 100 \times Q_{min,ln} / Q_{min,tb}, k_{Qmin,nn} = 100 \times Q_{min,nn} / Q_{min,tb}$$

Tính chênh lệch k<sub>Qmin</sub>: d<sub>kQmin</sub> = k<sub>Qmin,ln</sub> - k<sub>Qmin,nn</sub>

Chia d<sub>kQmin</sub> ra làm 5 khoảng: Tính 5 cấp k<sub>Qmin</sub> từ 1 đến 5,

biểu thị 5 mức ảnh hưởng của  $Q_{min}$  đến an ninh nguồn nước. Cấp 1 biểu thị ảnh hưởng của  $Q_{min}$  đến an ninh nguồn nước lớn nhất (mức an ninh thấp nhất trong số 5 cấp), cấp 5 biểu thị mức độ ảnh hưởng thấp nhất (mức an ninh nước nguồn cao nhất trong số 5 cấp).

Tính toán giá trị các cấp  $k_{Qmin}$  trung bình toàn lãnh thổ cả nước cho 2 loại trạm thủy văn sông vừa và sông lớn theo 2 phương pháp: trung bình số học và trung bình gia quyền theo diện tích lưu vực sông. Bảng 6 đưa ra kết quả tính toán phân cấp  $k_{Qmin}$  theo loại sông vừa (83 trạm) và sông lớn (19 trạm). Cần chỉ ra rằng, do dòng chảy kiệt tại một số trạm bị tác động của con người (hồ chứa, đập...) nên không được sử dụng số liệu để tính  $k_{Qmin}$ , do đó số lượng trạm thủy văn được dùng để tính toán  $k_{Qmin}$  và  $k_{Qmax}$  là không hoàn toàn bằng nhau.

**Bảng 6. Phân cấp mức độ ảnh hưởng của lưu lượng nhỏ nhất đến an ninh nguồn nước toàn lãnh thổ Việt Nam.**

Loại sông	Tỷ lệ (%) so với giá trị trung bình ứng với cấp $k_{Qmin}$				
	5	4	3	2	1
Sông vừa	>150	120-150	90-120	60-90	<60
Sông lớn	>130	105-130	80-105	55-80	<55

### Kết luận

Dựa trên nguyên tắc lựa chọn các chỉ thị theo các tiêu chí SMART, KPI và khung WSI do một số tổ chức quốc tế và nhà khoa học trên thế giới đề xuất, đồng thời xét đến đặc thù về tài nguyên nước, khai thác sử dụng và số liệu có thể thu thập được ở Việt Nam để bước đầu đưa ra các chỉ tiêu và khung đánh giá an ninh nguồn nước cho toàn quốc, lưu vực sông và tỉnh/thành phố. Tùy thuộc vào số liệu và đặc điểm của từng vùng, lưu vực sông mà có thể điều chỉnh khung cho phù hợp. Khung an ninh nguồn nước đưa ra trên đây là cơ sở quan trọng để đánh giá an ninh nguồn nước của Việt Nam sẽ được trình bày trong bài báo khác. Trong khuôn khổ một bài báo, không thể trình bày chi tiết hết các chỉ tiêu có thể điều chỉnh cũng như cách xác định các chỉ tiêu này như thế nào dựa trên số liệu thực tế thu thập được cũng như

chuẩn hóa, phân cấp các chỉ thị. Tuy nhiên, quan điểm lựa chọn các chỉ tiêu và khung đánh giá an ninh nguồn nước còn rất khác nhau giữa các ngành, lĩnh vực, các nhà quản lý và nghiên cứu. Chắc chắn sẽ còn có nhiều đề xuất khác và cần nghiên cứu tiếp.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>.

[2] I.W. Makin, et al. (2017), “Water security for productive economies: Applying an assessment framework in Southern Africa”, *Physics and Chemistry of the Earth*, **100**, pp.258-269.

[3] K. Bakker, et al. (2013), “Water security indicators: The Canadian experience”, *Global Water Partnership*, **1**, pp.1-25.

[4] I.W. Makin (2014), “Indicators for assessing national water security: Asia water development outlook 2013”, *Assessing Water Security with Appropriate Indicator*, **1**, pp.1-120.

[5] M. Marttunen, et al. (2019), “A framework for assessing water security and the water - energy - food nexus - the case filand”, *Sustainability and Resilience in Energy, Food and Water*, **11(10)**, DOI: 10.3390/su11102900.

[6] Nguyễn Thị Thanh Hoàng (2013), *Đánh giá tài nguyên nước các sông suối lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn*, Luận văn thạc sỹ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, tr.1-9.

[7] B.A. Willaarts, et al. (2014), “Ten years of the water framework directive in Spain: An overview of the ecological and chemical status of surface water bodies”, *Integrated Water Resources Management in The 21<sup>st</sup> Century: Revisiting The Paradigm*, CRC Press, **1**, pp.99-120.

[8] M. Babel, V.R. Shinde (2018), “A framework for water security assessment at basin scale”, *APN Science Bulletin*, **8(1)**, pp.27-32.

[9] H. Xu, M. Wu (2017), *Water Availability Indices - A Literature Review*, The Department of Energy Office of Scientific and Technical Information, 44pp, DOI: 10.2172/1348938.

[10] Trần Thanh Xuân, Hoàng Minh Tuyên (2012), *Tài nguyên nước Việt Nam và quản lý*, Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, **1**, tr.38-41.

[11] Trần Thanh Xuân (2008), *Đặc điểm thủy văn và tài nguyên nước Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, **1**, tr.15-20.