TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Đánh giá mối quan hệ giữa Nước - Năng lượng - Lương thực (WEF) tại Đồng bằng Sông Cửu Long

Nguyễn Tú Anh[1]*, Lê Văn Linh[1], Nguyễn Thành Long[1], Trần Văn Trà[1], Phạm Lan Anh[1], Nguyễn Hoàng Bách[1]

[1] Viện Khoa học tài nguyên nước; tuanh.evp@gmail.com; linhlevan6527@gmail.com; longnt.works@gmail.com; tranvantra@gmail.com; plananh.151199@gmail.com; bachnh46@wru.vn

*Tác giả liên hệ: tuanh.evp@gmail.com; Tel.: +84–936789779

Ban Biên tập nhận bài: 8/11/2023; Ngày phản biện xong: 16/12/2023; Ngày đăng bài: 25/4/2024

Tóm tắt: Chỉ số mối quan hệ Nước - Năng lượng - Lương thực (WEF Nexus) là chỉ số tổng hợp được xây dựng dựa trên 21 chỉ số thành phần, được chia thành 03 trụ cột chính là nước, năng lượng và lương thực. Chỉ số này là công cụ nổi bật để định hướng cho các chiến lược quản lý tài nguyên tổng hợp. Nghiên cứu này đã thử nghiệm áp dụng Chỉ số WEF Nexus cho ĐBSCL và so sánh với chỉ số trung bình quốc gia. Nghiên cứu cho thấy rằng có sự khác nhau trong mối liên kết WEF giữa ĐBSCL và tổng thể Việt Nam. Nhìn chung, đối với Việt Nam cần quan tâm hơn đến mức sẵn có của lương thực vả khả năng tiếp cận nước. Trong khi đó, ĐBSCL cần chú ý đến mức sẵn có của nước, đặc biệt các vấn đề liên quan đến quản lý tổng hợp, tuần hoàn và hiệu quả sử dụng nước; và mức sẵn có của năng lượng, tập trung vào phát triển, sản xuất và sử dụng năng lượng tái tạo. Nhìn chung, kết quả của nghiên cứu chứng mình được vai trò của Chỉ số WEF Nexus trong hỗ trợ xác định nhanh các vấn đề tồn tại và định hướng ưu tiêu cho các giải pháp liên quan. Bên cạnh đó, sự khác biệt giữa chỉ số của Việt Nam và ĐBSCL cũng nêu bật được nhu cầu đánh giá mối liên kết WEF ở cấp khu vực và vùng cụ thể.

Từ khóa: Chỉ số WEF Nexus; Phát triển bền vững; SDG 2; SDG 6; SDG 7.

1. Mở đầu

Nước, năng lượng và lương thực nằm trong nhóm các khía cạnh trung tâm để đạt được các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs) toàn cầu [1]. Hiện nay khoảng 2 tỷ người, khoảng 26% dân số thế giới thiếu các dịch vụ nước uống tại chỗ, có sẵn khi cần và không bị ô nhiễm vào năm 2020 [2]; khoảng 1,1 tỷ người không được sử dụng năng lượng (khoảng 50% là ở Châu Phi) [3]; khoảng 815 triệu người không có đủ lương thực [4]. Nhu cầu về các nguồn tài nguyên nước, năng lượng và lương thực dự kiến sẽ tiếp tục gia tăng trong những năm tiếp theo không chỉ do sự phát triển nhanh chóng của dân số mà còn do các thay đổi trong hành vi và yêu cầu tiêu dùng, sinh hoạt trên toàn cầu [5–7]. Điều này đã làm tăng cao nguy cơ mất an ninh nước, an ninh năng lượng, an ninh lương thực và cản trở không nhỏ đến tiến trình đạt được các mục tiêu phát triển bền vững (SDG). Tháo gỡ các thách thức liên quan đến nước, năng lượng và thực phẩm được xác định là cách tiếp cận hiệu quả và cần được ưu tiên để giải quyết tận gốc những nguy cơ này [8].

Mặt khác, nước, năng lượng và lương thực là các nguồn tài nguyên có mối quan hệ chặt chẽ với nhau. Nước được sử dụng để sản xuất năng lượng, ngược lại, năng lượng được sử dụng trong các quá trình sản xuất, phân phối và xử lý nước; trong khi đó, nước và năng lượng

là những đầu vào không thể thiếu cho sản xuất lượng thực, thực phẩm. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng: 71% lượng nước ngọt sẵn có và 30% năng lượng sản xuất trên toàn cầu được sử dụng trong lĩnh vực nông nghiệp [9]; 1/3 tổng số thực phẩm được sản xuất trên toàn cầu bị thất lạc hoặc lãng phí [10, 11]; 15% lượng nước ngọt sẵn có trên toàn cầu được sử dụng trong sản xuất năng lượng [12, 13] trong khi 14% lượng nước được sử dụng cho mục đích sinh hoạt [14]; và 1% tổng lượng thực phẩm được sản xuất ra được sử dụng trong lĩnh vực năng lượng sinh học [15]. Những con số này đã chứng minh một cách rõ ràng sự phụ thuộc lẫn nhau giữa nước, năng lượng và lương thực. Do vậy, các chính sách quản lý các nguồn tài nguyên này cần đảm bảo tính toàn diện và có xem xét kỹ lưỡng sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các tài nguyên. Mặc dù cộng đồng thế giới đã có nhiều nỗ lực để phát triển các công cụ nhằm theo dõi tiến độ đạt được SDG [16], nhưng vẫn còn nhiều khoảng trống trong đánh giá sự cân bằng giữa các SDG hoặc các lĩnh vực tài nguyên khác nhau được thể hiện trong SDG, ví dụ: mối quan hệ giữa nước, năng lượng, lương thực.

Trong thập kỷ qua, WEF đã nổi lên như một công cụ hàng đầu để đánh giá các chiến lược quản lý tài nguyên tổng hợp. Một số khung đánh giá tích hợp WEF đã được phát triển và sử dụng trên thế giới có thể kể đến như Mô hình Quy hoạch và Đánh giá Nước (WEAP) [17]; An ninh sinh kế môi trường [18]; Mô hình Đối thoại Chính sách Toàn cầu [19]; Mối quan hệ giữa năng lượng - nước - an ninh lương thực [20]; Khung mối quan hệ giữa nước – năng lượng - lương thực [14]; Khung nước - năng lượng - lương thực [21]; Khung phân tích tích hợp đa quy mô qua lại giữa xã hội và hệ sinh thái [22]; Chiến lược Khí hậu, Đất đai, Năng lượng và Nước (CLEWS) [23]; Công cụ tính toán đầu tư vào nước cho nông nghiệp và năng lượng (FAO) [11]; và Chỉ số Mối quan hệ Nước - Năng lượng - Lương thực (WEF Nexus Index) [24]. Trong đó, Chỉ số WEF Nexus được coi là một công cụ đầy hứa hẹn, có thể cung cấp được góc nhìn tổng quan về hiện trạng, các vấn đề chính và xu hướng liên quan đến mối quan hệ WEF [24]. Bên cạnh đó, công cụ này còn hỗ trợ theo dõi tiến trình hướng tới các Mục tiêu Phát triển Bền vững liên quan đến WEF bao gồm SDG 2 (Mục tiêu 2: Xóa đói, bảo đảm an ninh lương thực, cải thiện dinh dưỡng và thúc đẩy nông nghiệp bền vững), SDG 6 (Mục tiêu 6: Đảm bảo đầy đủ và quản lý bền vững tài nguyên nước và hệ thống vệ sinh cho tất cả mọi người) và SDG 7 (Mục tiêu 7: Đảm bảo khả năng tiếp cận nguồn năng lượng bền vững, đáng tin cậy và có khả năng chi trả cho tất cả mọi người) [25].

Chỉ số WEF Nexus là "công cụ đánh giá dựa trên chỉ số" cung cấp số liệu định lượng làm căn cứ để đánh giá tiến bộ quốc gia liên quan đến quản lý tài nguyên tổng hợp cũng như hỗ trợ việc ra quyết định và phát triển chính sách. Chỉ số này là chỉ số tổng hợp được xây dựng dựa trên 21 chỉ số thành phần, được chia thành 03 trụ cột chính là nước, năng lượng và lương thực với các trụ cột thành phần như khả năng tiếp cận và tính sẵn có [24]. Kết quả tích hợp các chỉ số đã được sử dụng để xác định thứ hạng định lượng về an ninh WEF cấp quốc gia cho hơn 170 quốc gia và đánh giá tiến độ cấp quốc gia trong việc đạt được các SDG liên quan đến WEF. Năm 2020, Việt Nam đạt mức an ninh WEF (chỉ số WEF Nexus) là 65,82 (chỉ số của các trụ cột thành phần bao gồm nước: 66,18; năng lượng: 65,18; lương thực: 66,09), đứng thứ 27 toàn cầu.

Tuy bảng xếp hạng quốc gia này rất hữu ích để đánh giá độ cân bằng trong phát triển tại các quốc gia, những điểm số này không nên được coi là điểm cuối mà là điểm đầu vào để hiểu được sự khác biệt giữa các khu vực và tiểu khu vực trong các điều kiện an ninh WEF khác nhau [24]. Ở cấp quốc gia, việc tổng hợp dữ liệu WEF chưa làm rõ được sự khác biệt giữa các vùng, đặc biệt là ở các vùng có khác biệt về địa lý, kinh tế - xã hội và khí hậu. Do vậy, bên cạnh chỉ số cấp quốc gia, các chỉ số WEF Nexus nếu được nghiên cứu và đánh giá đối với các vùng/ khu vực cụ thể có thể hỗ trợ xác định được các ưu tiên chính sách đảm bảo tính tích hợp, hệ thống và phù hợp với điều kiện của vùng/ khu vực đó.

Trong nghiên cứu này, chỉ số WEF Nexus sẽ được nghiên cứu ứng dụng và tính toán thí điểm cho Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). ĐBSCL ở vùng cực Nam của Việt Nam (Hình 1) bao gồm 13 tỉnh, thành phố, trong đó có 01 thành phố trực thuộc Trung ương là

thành phố Cần Thơ. 12 tỉnh còn lại lần lượt là: Long An, Bến Tre, Tiền Giang, Trà Vinh, Vĩnh Long, Hậu Giang, Đồng Tháp, Sóc Trăng, An Giang, Bạc Liêu, Kiên Giang và Cà Mau. Đồng bằng sông Cửu Long có tổng diện tích khoảng 40.922 km², trong đó, diện tích đất nông nghiệp khoảng 25.752 km², chiếm 62,9% tổng diện tích đất tự nhiên của vùng [26]. Diện tích gieo trồng lúa nước của ĐBSCL đạt khoảng 52% tổng diện tích gieo trồng lúa nước cả nước. ĐBSCL là khu vực kinh tế trọng điểm nông nghiệp, đóng góp hơn 90% lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam. Tổng dân số của vùng khoảng 17.319 nghìn người tương đương 17,7% dân số cả nước với mức thu nhập bình quân trên đầu người đạt khoảng 3,9 triệu đồng, tỷ lệ hộ nghèo khoảng 4,2 % (theo chuẩn nghèo đa chiều) [27]. Trong đó, nông nghiệp là ngành phụ thuộc và sử dụng nhiều nước nhất tuy nhiên tài nguyên nước tại khu vực này đang phải đối mặt với nhiều vấn đề nghiêm trọng cả về số lượng và chất lượng nước. Bên cạnh đó, quá trình sản xuất lương thực cũng phụ thuộc rất nhiều vào năng lượng. Ngoài ra, khu vực này được xác định có tiềm năng lớn để phát triển năng lượng tái tạo [28]. Các đặc thù về điều kiện tự nhiên và phát triển kinh tế - xã hội tại ĐBSCL có thể thể hiện rõ được mối quan hệ giữa WEF.

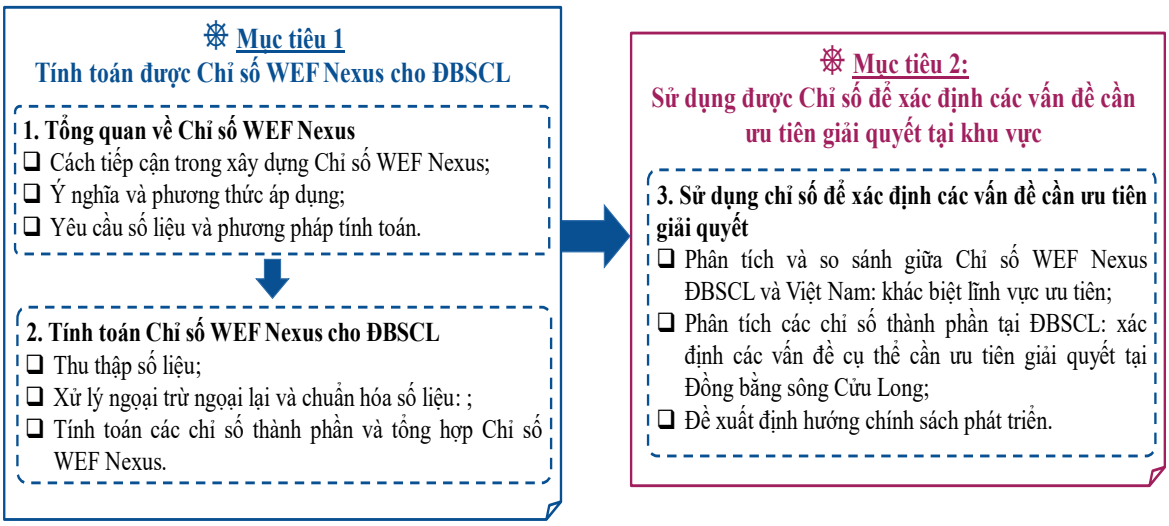
Hình 1. Bản đồ vùng Đồng bằng sông Cửu Long.

Mặt khác, các nghiên cứu tại ĐBSCL chủ yếu tập trung vào một số vấn đề cụ thể như đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với kinh tế, xã hội, tác động từ số lượng và chất lượng nguồn nước thay đổi đối với sản xuất nông nghiệp, xác định giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu và các thiên tai liên quan đến nước, quản lý tài nguyên nước xuyên biên giới và phát triển năng lượng [29–31]. Các nghiên cứu này thường hướng đến giải quyết một khía cạnh cụ thể trong các khía cạnh nước - năng lượng - lương thực hoặc mối quan hệ giữa lương thực (sản xuất nông nghiệp) và tài nguyên nước. Tuy chưa đánh giá tổng hợp được mối quan hệ WEF, số liệu từ các nghiên cứu này sẽ là đầu vào quan trọng để tính toán chỉ số tổng hợp WEF Nexus. Do vậy, để đảm bảo tính khả thi của nghiên cứu, ĐBSCL đã được lựa chọn áp dụng thí điểm trong tính toán chỉ số WEF. Để chứng minh phương thức sử dụng Chỉ số WEF Nexus cấp khu vực vào quá trình ra quyết định quản lý tổng hợp tài nguyên, nghiên cứu này hướng đến 02 mục tiêu cụ thể bao gồm: (1) tính toán được Chỉ số WEF Nexus cho ĐBSCL; và (2) sử dụng được Chỉ số này để xác định các vấn đề cần ưu tiên giải quyết tại khu vực.

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu thu thập

Để đạt được các mục tiêu đề ra, nghiên cứu tiến hành 03 bước chính bao gồm: (1) Tổng quan về Chỉ số WEF Nexus; (2) Tính toán chỉ số WEF Nexus cho ĐBSCL; (3) Sử dụng các chỉ số thành

phần và chỉ số tổng hợp để xác định các vấn đề cần ưu tiên giải quyết tại khu vực. Hình 2 thể hiện các kết quả đạt được trong từng bước nghiên cứu và mối quan hệ giữa các bước nghiên cứu.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu.

2.1. Chỉ số đánh giá mối liên hệ giữa Nước - Năng lượng - Lương thực

Để xây dựng chỉ số tổng hợp đánh giá mối liên kết giữa nước, năng lượng, lương thực cần có một khung đánh giá hệ thống. Theo đó, đánh giá mối quan hệ WEF lấy con người làm trung tâm là cách tiếp cận phổ biến được các nghiên cứu trên thế giới sử dụng để xây dựng chỉ số đánh giá mối quan hệ WEF [24, 32]. Trong đó, "nhu cầu" ngày càng tăng và "quyền tiếp cận" không đồng đều của các cộng đồng trên thế giới đối với các nguồn tài nguyên quan trọng như nước, năng lượng và lương thực đứng ở vị trí trung tâm của khung này. Khung được đề xuất này đặc biệt phù hợp để áp dụng trong bối cảnh thế giới đang phát triển nhanh và liên tục như hiện nay do tập trung vào các Mục tiêu Phát triển Bền vững (SDGs) 2, 6, và 7, cũng như thể hiện rõ được vai trò toàn diện của quản lý và chính sách trong thúc đẩy bảo vệ môi trường và phát triển bền vững [32] (Hình 3).

Hình 3. Khung liên kết WEF lấy con người làm trung tâm [24].

Chỉ số WEF Nexus được [24] phát triển dựa trên chỉ số tổng hợp của Trung tâm Nghiên cứu chung thuộc Trung tâm Năng lực về Chỉ số tổng hợp và Bảng điểm (JRC-COIN). Khung đánh giá chỉ số WEF Nexus bao gồm 21 chỉ số thành phần được phân loại theo có ba trụ cột chính. Các trụ cột chính này có trọng số bằng nhau (0,33) đại diện cho nước, năng lượng và lương thực (Bảng 1). Trọng số ngang nhau của mỗi trụ cột đảm bảo rằng mỗi lĩnh vực tài nguyên đều có tầm quan trọng như nhau trong tính toán chỉ số tổng thể, điều này thể hiện được tính chất đa trung tâm của mối quan hệ WEF [24]. Mỗi trụ cột của WEF bao gồm hai trụ cột thành phần là "khả năng tiếp cận" và "tính sẵn có", có tầm quan trọng như nhau. Trụ cột thành phần về khả năng tiếp cận liên quan đến phân bổ công bằng và đồng đều các nguồn tài nguyên WEF, trong khi trụ cột thành phần về tính sẵn có tập trung vào hiện diện vật lý thực tế của tài nguyên [32]. Mỗi trụ cột thành phần bao gồm một nhóm các chỉ số cụ thể và các trọng số tương ứng mô tả khả năng tiếp cận hoặc tính sẵn có của nguồn tài nguyên liên quan đến WEF (Bảng 1). Cần lưu ý rằng do sự khác nhau về số lượng chỉ số và trọng số khác nhau được gán cho từng chỉ số đó trong các trụ cột thành phần khác nhau, nên có sự khác nhau giữa trọng số của từng chỉ số cụ thể trong chỉ số tổng thể. Bên cạnh đó, cột "Hướng" thể hiện quan thuận (1) và nghịch (-1) giữa các chỉ số thành phần và trụ cột thành phần tương ứng.

Công cụ tính toán chỉ số tổng hợp và bảng điểm xây dựng trên Excel (Công cụ COIN Excel) [33] được sử dụng để tính toán và tổng hợp Chỉ số WEF Nexus. Do nhiều chỉ số thành phần được đo bằng các đơn vị khác nhau, có phạm vi và độ sai số khác nhau nên các số liệu thu thập cần được xử lý các biến ngoại lai và chuẩn hóa thành một thang chung. Các dữ liệu, số liệu được chuẩn hóa thành thang đo thống nhất: 0-100, và phương pháp chuẩn hóa các dữ liệu, số liệu được sử dụng theo hướng dẫn của Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD) [34] (mục 2.3 giải thích cụ thể các phương pháp này).

Bảng 1. Tổng hợp các chỉ số thành phần trong WEF và trọng số của các chỉ số [24].

Trụ cột		**Trụ cột thành phần**		**Chỉ số**			
Tên	**Trọng số**	**Tên**	**Trọng số**	**Tên**	**Đơn vị tính**	**Trọng số**	**Hướng**
(p1) Nước	0,33	(sp1) Khả năng tiếp cận nước	0,5	(ind01) Tỷ lệ người dân sử dụng ít nhất các dịch vụ nước cơ bản	%	0,33	1
				(ind02) Tỷ lệ người dân sử dụng dịch vụ vệ sinh được quản lý an toàn	%	0,33	1
				(ind03) Mức độ thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước	1 - 100	0,33	1
		(sp2) Mức sẵn có của nước	0,5	(ind04) Tổng lượng nước ngọt khai thác hàng năm	%	0,25	-1
				(ind05) Tài nguyên nước ngọt nội địa có thể tái tạo bình quân đầu người	m^3	0,25	1
				(ind06) Dòng chảy môi trường	10^6 m^3 /năm	0,25	1
				(ind07) Lượng mưa trung bình năm	mm/năm	0,25	1
(p2) Năng lượng	0,33	(sp3) Khả năng tiếp cận năng lượng	0,5	(ind08) Tỷ lệ dân số tiếp cận điện	%	0,5	1
				(ind09) Tỷ lệ tiêu thụ năng lượng tái tạo	%	0,167	1
				(ind10) Sản lượng điện tái tạo	%	0,167	1
				(ind11) Lượng phát thải CO_2	tấn/người	0,167	-1
		(sp4) Mức sẵn có của năng lượng	0,5	(ind12) Lượng điện tiêu thụ	kWh /người	0,5	1
				(ind13) Lượng điện nhập khẩu	%	0,5	-1
(p3) Lương thực	0,33	(sp5) Khả năng tiếp cận lương thực	0,5	(ind14) Tỷ lệ suy dinh dưỡng	%	0,333	-1
				(ind15) Tỷ lệ trẻ em dưới 5 tuổi bị suy dinh dưỡng thể gầy còm	%	0,167	-1
				(ind16) Tỷ lệ trẻ em dưới 5 tuổi bị suy dinh dưỡng thể thấp còi	%	0,167	-1

Trụ cột		Trụ cột thành phần		Chỉ số			
Tên	**Trọng số**	**Tên**	**Trọng số**	**Tên**	**Đơn vị tính**	**Trọng số**	**Hướng**
				(ind17) Tỷ lệ béo phì ở người trưởng thành	%	0,333	-1
		(sp6) Mức sẵn có của lương thực	0,5	(ind18) Cung cấp protein trung bình	g/người/ngày	0,25	1
				(ind19) Sản lượng ngũ cốc	kg/ha	0,25	1
				(ind20) Mức cung cấp năng lượng trung bình của khẩu phần ăn	%	0,25	1
				(ind21) Giá trị sản xuất lương thực bình quân	USD/người	0,25	1

2.2. Thu thập dữ liệu

Tổng cộng chỉ số của 184 quốc gia và vùng lãnh thổ trên thế giới đã được WEF ghi nhận và tổng hợp trong giai đoạn từ năm 2019 - 2022, và được công bố trên nền tảng số để có thể dễ dàng sử dụng, tra cứu [35]. Dữ liệu cấp quốc gia đã được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau như các cơ quan thống kê quốc gia, các cơ quan chính phủ, tổ chức phi chính phủ và tổ chức quốc tế như Ngân hàng Thế giới, Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA), Tổ chức Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Liên Hiệp Quốc (FAO) và Tổ chức Y tế Thế giới (WHO). Theo đó, Chỉ số WEF Nexus cấp quốc gia đã được tính toán cho các quốc gia bằng công cụ COIN Excel [33].

Dựa trên tính sẵn có của số liệu, nghiên cứu này đã lựa chọn năm 2020 để tính toán thử nghiệm chỉ số WEF Nexus cho ĐBSCL. Số liệu để tính toán chỉ số WEF Nexus cho Đồng bằng sông Cửu Long được tổng hợp từ các nguồn sau đây:

Khả năng tiếp cận nước

Chỉ số Tỷ lệ người dân sử dụng ít nhất các dịch vụ nước cơ bản (ind01) được thu thập số liệu dựa trên niên giám thống kê cho năm 2020 (chỉ số Tỷ lệ dân số được sử dụng nguồn nước hợp vệ sinh) [36], chỉ số ind01 thu thập có giá trị bằng 97,5%. Chỉ số Tỷ lệ người dân sử dụng dịch vụ vệ sinh được quản lý an toàn (ind02) được thu thập số liệu dựa trên niên giám thống kê cho năm 2020 (chỉ số Tỷ lệ dân số dùng hố xí hợp vệ sinh phân theo thành thị, nông thôn và phân theo vùng) [36], chỉ số ind02 thu thập có giá trị bằng 86,3%. Chỉ số Mức độ thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước (ind03) được thu thập dựa trên nghiên cứu của tác giả Trần Văn Trà và cộng sự, đã nghiên cứu đánh giá mức độ quản lý tổng hợp tài nguyên nước tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long [37], chỉ số ind03 thu thập có giá trị bằng 58,2.

Khả năng sẵn có của nước

Chỉ số Tổng lượng nước ngọt khai thác hàng năm (ind04) được tính toán bằng tỷ lệ giữa tổng lượng nước ngọt đang được khai thác sử dụng tại khu vực nghiên cứu và tổng lượng nước nội địa. Theo báo cáo tổng hợp quy hoạch tổng hợp lưu vực sông Cửu Long thời kỳ 2021-2030 [38]. Tổng lượng nước đã khai thác, sử dụng thời điểm hiện tại mới chỉ chiếm khoảng 25,17% lượng nước có thể khai thác, sử dụng. Chỉ số ind04 thu thập có giá trị bằng 25,17%. Chỉ số Tài nguyên nước ngọt nội địa có thể tái tạo bình quân đầu người (ind05) được xác định từ trữ lượng nước mặt nội địa và trữ lượng nước ngầm từ mưa và dân số. Theo báo cáo tổng hợp quy hoạch tổng hợp lưu vực sông Cửu Long thời kỳ 2021-2030 [35] và dân số năm 2020 theo tổng cục thống kê [36], tổng tài nguyên nước ngọt nội địa có thể tái tạo bình quân đầu người bằng 2,554.19 m^3/người. Chỉ số Dòng chảy môi trường (ind06), tại khu vực ĐBSCL không có dòng chảy môi trường do chịu sự ảnh hưởng bởi thủy triều [38]. Do đó, chỉ số này không được tính tại khu vực nghiên cứu. Chỉ số Lượng mưa trung bình năm (ind07) được xác định là trung bình số liệu mưa năm 2020 tại các trạm quan trắc, Theo theo Báo cáo quy hoạch tổng hợp lưu vực sông Cửu Long [38], lượng mưa trung bình tại khu vực là 1598,6 mm/năm.

Khả năng tiếp cận năng lượng

Chỉ số tỷ lệ dân số tiếp cận điện (ind08) được thu thập số liệu dựa trên niên giám thống kê cho năm 2020 (chỉ số tỷ lệ hộ dùng điện sinh hoạt phân theo địa phương chia theo địa phương) [36], chỉ số ind08 thu thập có giá trị bằng 99,8%. Theo báo cáo Quy hoạch điện VIII, tại khu vực Miền Nam (gồm Đông Nam bộ và Tây Nam bộ) tổng nhu cầu điện tại khu vực là 109.547 GWh, trong đó nguồn điện sản xuất từ nhiệt điện là 58.466 GWh; từ các nguồn năng lượng tái tạo (bao gồm cả thủy điện) là 10.731 GWh [39]. Chỉ số Tỷ lệ tiêu thụ năng lượng tái tạo (ind09) được xác định dựa trên lượng điện tái tạo so với tổng nhu cầu diện, chỉ số ind09 có giá trị bằng 9,7%. Chỉ số Sản lượng điện tái tạo (ind10) được xác định bằng tổng lượng điện tái tạo so với lượng điện sản xuất, chỉ số ind10 có giá trị bằng 15,51%. Chỉ số Lượng phát thải CO_2 (ind11), được thu thập từ báo cáo Thống kê năng lượng Việt Nam 2019, với lượng phát thải CO_2 là 2,733 tấn/người [39, 40]. Chỉ số ind11 có giá trị bằng 2,733 tấn/người.

Mức sẵn có của năng lượng

Chỉ số lượng điện tiêu thụ (ind12) được xác định lượng điện sử dụng và tổng dân số, chỉ số ind10 có giá trị bằng 3.071 kWh/người. Chỉ số lượng điện nhập khẩu (ind13), tại khu vực Nam Bộ được xác định giữa lượng điện tiêu thụ và lượng điện cần truyền tải đến, chỉ số ind13 có giá trị bằng 36,85%.

Khả năng tiếp cận lương thực

Chỉ số Tỷ lệ suy dinh dưỡng (ind14), được thu thập số liệu từ FAO cho Việt Nam năm 2020 là 5,1% [41] và sử dụng chỉ số này cho khu vực Đồng Bằng sông Cửu Long do hạn chế về mặt thu thập số liệu. Chỉ số Tỷ lệ trẻ em dưới 5 tuổi bị suy dinh dưỡng thể gầy còm (ind15) được thu thập số liệu từ Kế hoạch hành động thực hiện Chiến lược Quốc gia về dinh dưỡng đến năm 2025, tỷ lệ trẻ em dưới 5 tuổi suy dinh dưỡng thể gầy còm là 5,6% [42]. Chỉ số Tỷ lệ trẻ em dưới 5 tuổi bị suy dinh dưỡng thể thấp còi (ind16) được thu thập số liệu dựa trên Niên giám thống kê cho năm 2020 [36], chỉ số ind16 thu thập có giá trị bằng 19,6%. Chỉ số Tỷ lệ béo phì ở người trưởng thành (ind17) được thu thập số liệu từ Kế hoạch hành động thực hiện Chiến lược Quốc gia về dinh dưỡng đến năm 2025, tỷ lệ thừa cân béo phì ở người trưởng thành 19-64 tuổi là 20,6% [42]. Trong khi đó, tỷ lệ béo phì tại Việt Nam năm 2020 theo số liệu quốc tế được xác định là 2,1%, có sự chênh lệch lớn giữa số liệu quốc gia. Do đó, để đảm bảo cho các so sánh trong nước được phù hợp, nghiên cứu này đã điều chỉnh bảng số liệu quốc tế gốc về tỷ lệ béo phì tại Việt Nam theo số liệu quốc gia.

Mức sẵn có của lương thực

Chỉ số Cung cấp protein trung bình (ind18) được thu thập số liệu từ FAO cho Việt Nam năm 2020 là 89,3 g/người/ngày [41] và sử dụng chỉ số này cho khu vực Đồng Bằng sông Cửu Long do hạn chế về mặt thu thập số liệu. Chỉ số Sản lượng ngũ cốc (ind19) được thu thập số liệu sản lượng lúa gạo trong niên giám thống kê cho năm 2020 [36], sản lượng lúa gạo tại khu vực này đạt mức 60,1 tạ/ha, tương đương với 6.010 kg/ha. Chỉ số Mức cung cấp năng lượng trung bình của khẩu phần ăn (ind20) thu thập theo thống kê về Bộ chỉ số an ninh lương thực của Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp FAO [41], nhu cầu năng lượng trung bình của người Việt Nam là 2.296 kcal/người/ngày, cùng với đó, tỷ lệ ăn uống cung cấp đầy đủ năng lượng tại Việt Năm năm 2020 có giá trị bằng 131%. Do không có những nghiên cứu và số liệu riêng biệt, nên chỉ số ind20 tại ĐBSCL được lấy bằng chỉ số của Việt Nam cùng năm, ở giá trị 131%. Chỉ số Giá trị sản xuất lương thực bình quân (ind21) được tính dựa trên số liệu sản lượng lúa tại ĐBSCL [36], giá trị lúa gạo năm 2020 được tham khảo ở mức giá 499,3 USD/tấn [43] và dân số tại khu vực, giá trị Giá trị sản xuất lương thực bình quân tại khu vực là 686,96 USD/người.

2.3. Chuẩn hoá và xử lý số liệu

Dữ liệu của 20 chỉ số (ngoại trừ ind06 về dòng chảy môi trường) của ĐBSCL sau khi thu thập đã được tổng hợp và xử lý cùng bảng danh sách các số liệu thống kê của các quốc

gia trên thế giới bằng công cụ COIN Excel, nhằm đánh giá xếp hạng và khả năng đáp ứng của các chỉ tiêu đó đối với thực tiễn.

Công cụ COIN Excel đưa ra các thuộc tính thống kê khác nhau của từng chỉ số bao gồm các giá trị bị thiếu (%), giá trị bị thiếu (#), tối thiểu, tối đa, trung bình, độ lệch chuẩn, độ lệch và độ nhọn. Vì đặc điểm tự nhiên - xã hội và điều kiện phát triển của các quốc gia trên thế giới vô cùng đa dạng, do đó số liệu thu thập sẽ không đạt được yêu cầu về mức phân phối chuẩn để đạt được độ tin cậy trong tính toán. Cùng một chỉ số, nhưng phạm vi phân phối vô cùng lớn và biên độ dao động giá trị rộng, và tồn tại những giá trị ngoại lai không nằm cùng phạm vi phân phối. Việc không xử lý các giá trị ngoại lai có thể gây ra sự hiểu sai về các chỉ số tổng hợp và để đảm bảo kết quả tính toán được chính xác nhất, cần biến đổi các dữ liệu đó về cùng dạng phân phối chuẩn [34]. Do đó, nhóm nghiên cứu đã sử dụng Công cụ COIN Excel để thực hiện kiểm tra và xử lý các biến số ngoại lại bằng hai phương pháp chuẩn hoá số liệu bao gồm Winsorization (đối với chỉ số có ít biến ngoại lai) và Box - Cox (đối với các chỉ số có nhiều biến ngoại lai). Các chỉ số cần được điều chỉnh và thực hiện chuẩn hoá số liệu được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Thống kê các chỉ số cần xử lý ngoại lai.

Chỉ số	Số lượng biến ngoại lai	Phương pháp xử lý
ind04	22	Box – Cox
ind05	21	Box – Cox
ind11	7	Winsorization
ind12	7	Winsorization
ind19	3	Winsorization
ind21	8	Winsorization

Các chỉ số sau khi đã đạt phân phối chuẩn sẽ được chuẩn hóa sử dụng phương pháp min-max theo công thức:

$$I_{jc} = \frac{ind_{jc} - ind_{min}}{ind_{max} - ind_{min}} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó ind_{min} và ind_{max} là giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của chỉ số ind_j trong tất cả các quốc gia; ind_{jc} là giá trị chỉ số ind_j của quốc gia c; I_{jc} là giá trị đã được chuẩn hóa cho chỉ số ind_j của quốc gia c. Quy trình này chuyển đổi các chỉ số I_{jc} sang thang đo thống nhất trong khoảng 0-100 và có thể được sử dụng để tổng hợp dữ liệu cho chỉ số WEF Nexus. Các chỉ số thành phần được tổng hợp thành các trụ cột thành phần và trụ cột bằng cách nhân với trọng số tương ứng (Bảng 1).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Chỉ số WEF Nexus của Đồng bằng sông Cửu Long so với trung bình Việt Nam

Mức độ an ninh WEF (đánh giá thông qua chỉ số WEF Nexus) của ĐBSCL đạt 60,85, đứng thứ 60 nếu đưa vào đánh giá chung với bảng số liệu toàn cầu. Dữ liệu cụ thể về các chỉ số thành phần và trụ cột thành phần được thể hiện trong Bảng 3. Bên cạnh đó, nếu đưa ĐBSCL vào danh sách đánh giá, thứ hạng của Việt Nam sẽ thay đổi như sau: Chỉ số WEF Nexus của Việt Nam đứng thứ 44; thứ hạng chỉ số các trụ cột WEF lần lượt là 95,18 và 53.

Bảng 3. Kết quả tính toán chỉ số thành phần và các trụ cột thành phần của Chỉ số WEF Nexus.

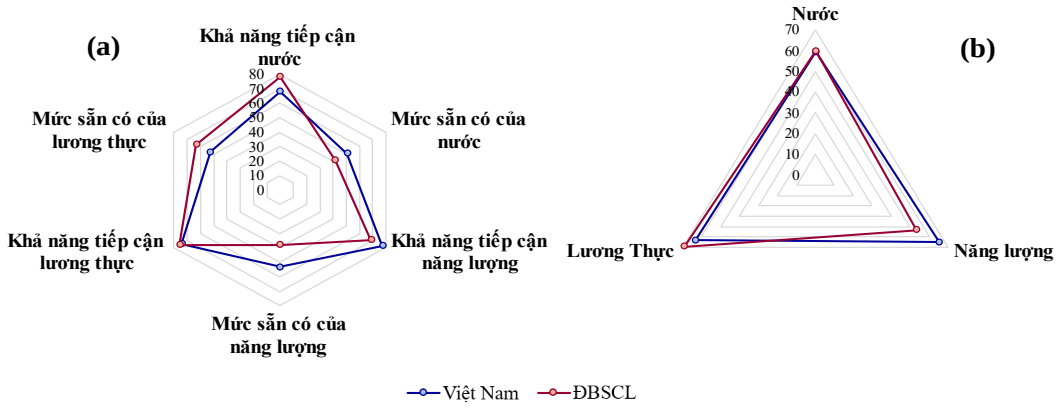
Chỉ số	Số liệu thu thập		Chuẩn hóa	Trụ cột thành phần	Trụ cột[a]
	Đơn vị tính	Giá trị			
(ind01) Tỷ lệ người dân sử dụng ít nhất các dịch vụ nước cơ bản	%	97,5	95,92	78,18	59,84 (92^{th})
(ind02) Tỷ lệ người dân sử dụng dịch vụ vệ sinh được quản lý an toàn	%	86,3	85,22		

Chỉ số	Số liệu thu thập		Chuẩn hóa	Trụ cột thành phần	Trụ cột[a]
	Đơn vị tính	Giá trị			
(ind03) Mức độ thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước	1 - 100	58,2	53,39		
(ind04) Tổng lượng nước ngọt khai thác hàng năm	%	25,17	57,26		
(ind05) Tài nguyên nước ngọt nội địa có thể tái tạo bình quân đầu người	m^3	2554,2	59,71	41,51	
(ind06) Dòng chảy môi trường	10^6 m^3/năm	n/a	n/a		
(ind07) Lượng mưa trung bình năm	mm/năm	1598,6	49,05		
(ind08) Tỷ lệ dân số tiếp cận điện	%	99,8	99,78		
(ind09) Tỷ lệ tiêu thụ năng lượng tái tạo	%	9,7	10,12	68,78	53,35 (78th)
(ind10) Sản lượng điện tái tạo	%	15,51	15,51		
(ind11) Lượng phát thải CO_2	tấn/người	2,733	87,70		
(ind12) Lượng điện tiêu thụ	kWh /người	3071	13,20	37,93	
(ind13) Lượng điện nhập khẩu	%	36,85	62,66		
(ind14) Tỷ lệ suy dinh dưỡng	%	5,1	94,31		
(ind15) Tỷ lệ trẻ em dưới 5 tuổi bị suy dinh dưỡng thể gầy còm	%	5,6	76,34	75,51	
(ind16) Tỷ lệ trẻ em dưới 5 tuổi bị suy dinh dưỡng thể thấp còi	%	19,6	65,90		
(ind17) Tỷ lệ béo phì ở người trưởng thành	%	20,6	61,10		69,02 (24th)
(ind18) Cung cấp protein trung bình	g/người/ngày	89,3	50,45		
(ind19) Sản lượng ngũ cốc	kg/ha	6010	65,77		
(ind20) Mức cung cấp năng lượng trung bình của khẩu phần ăn	%	131	72,37	63,20	
(ind21) Giá trị sản xuất lương thực bình quân	USD/người	686,96	64,20		
				Chỉ số WEF Nexus	**60,85 (60th)**

Ghi chú: [a]Số liệu trong ( ) thể hiện xếp hạng của chỉ số nếu được đưa vào xem xét chung với bảng chỉ số toàn cầu.

Kết quả tính toán cho thấy chỉ số WEF Nexus của ĐBSCL (60,85) thấp hơn so với chỉ số WEF Nexus trung bình của Việt Nam (sau khi tính lại là 62,61). Xét về thứ hạng, ĐBSCL thấp hơn 16 bậc so với trung bình Việt Nam trong bảng xếp hạng chỉ số WEF Nexus toàn cầu.

Các chỉ số của 03 trụ cột chính và các trụ cột thành phần tại Việt Nam và ĐBCSL được so sánh tại Hình 4. Đối với các trụ cột chính, mức độ đảm bảo năng lượng (53,35 - xếp hạng 78) của ĐBSCL thấp hơn đáng kể trung bình toàn quốc (65,18 - xếp hạng 18), tuy nhiên chỉ số về nước (ĐBSCL: 59,84 - xếp hạng 92; Việt Nam: 59,37 - xếp hạng 95) và lương thực (ĐBSCL: 69,02 - xếp hạng 24; Việt Nam: 69,77 - xếp hạng 53) lại cao hơn. Có thể thấy mức độ khác biệt của kết quả tính toán cho các trụ cột giữa ĐBSCL và trung bình cả nước có sự khác nhau theo từng trụ cột. Đặc biệt, do sự đối lập giữa mức độ sẵn có và khả năng tiếp cận đối với nước của ĐBSCL và Việt Nam, chỉ số hợp nhất về mức độ đảm bảo nước của ĐBSCL và Việt Nam tương tự nhau. Trong khi ĐBSCL có điểm số cao hơn về khả năng đáp ứng các nhu cầu cơ bản về tiếp cận nước sạch và vệ sinh cũng như quản lý tổng hợp tài nguyên nước (QLTHTNN), khu vực này do có mức độ khai thác và sử dụng cao nên mức sẵn có của nước thấp hơn trung bình cả nước (Hình 4a).

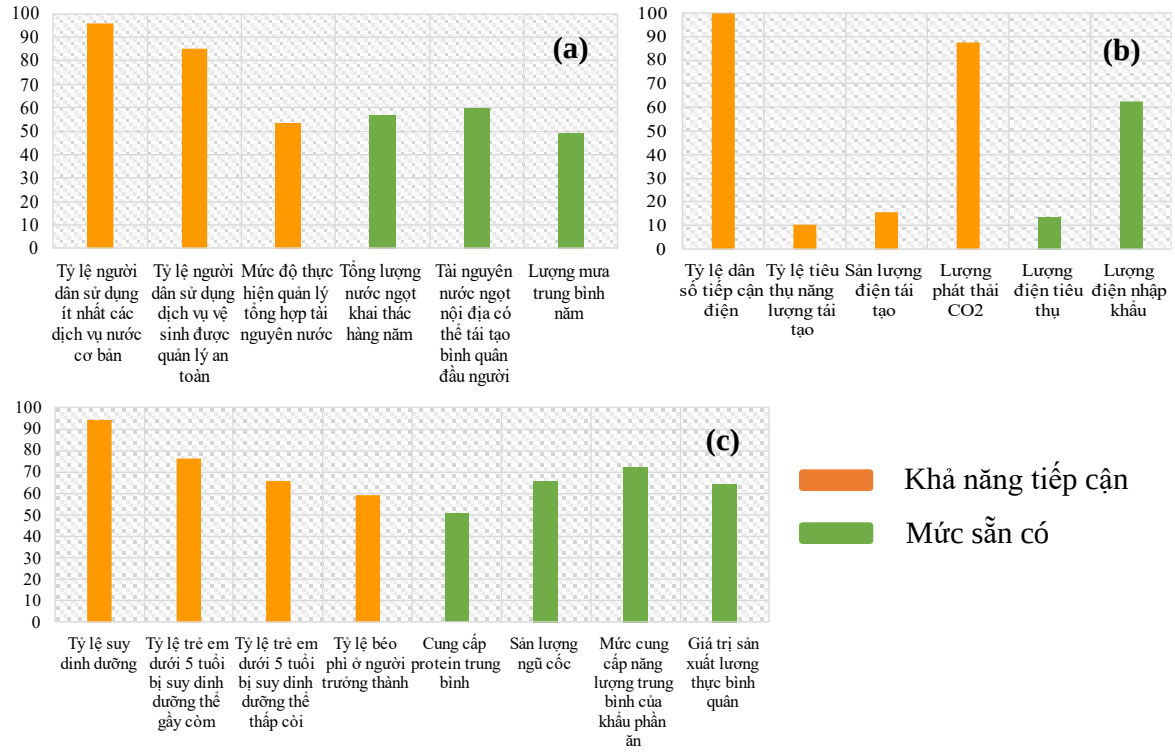


Hình 4. Biểu đồ Radar thể hiện chỉ số của các trụ cột thành phần (a) và trụ cột chính WEF (b) trong chỉ số WEF Nexus của Việt Nam và Đồng bằng sông Cửu Long.

Sự khác biệt giữa ĐBSCL và trung bình Việt Nam thể hiện rõ hơn ở chỉ số tổng hợp năng lượng và lương thực, trong đó, mức độ chênh lệch giữa các chỉ số năng lượng cao hơn so với chỉ số lương thực Tuy nhiên, chênh lệch giữa mức độ sẵn có về hai nguồn tài nguyên này là nguyên nhân chính dẫn đến sự chênh lệch về chỉ số tổng hợp năng lượng và lương thực giữa hai khu vực. Đối với năng lượng, tuy ĐBSCL có lượng điện tiêu thụ trên đầu người thấp hơn so với trung bình toàn quốc, tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo, sản lượng sản xuất điện bao gồm cả điện tái tạo chưa cao dẫn đến phải truyền tải điện từ các khu vực lân cận nên mức độ sẵn có của năng lương tại khu vực này chưa cao. Chỉ số đảm bảo năng lượng của ĐBSCL thấp hơn 60 bậc so với trung bình cả nước. Về lương thực, ĐBSCL được coi là "vựa lúa" của Việt Nam nên chỉ số về mức sẵn có của lương thực tại ĐBSCL cao hơn đáng kể so với trung bình cả nước dẫn đến chỉ số tổng hợp về đảm bảo lương thực cao hơn 29 bậc so với trung bình cả nước. Định hướng giải quyết và giải pháp cho các vấn đề tồn tại ở ĐBSCL sẽ được đề xuất dựa trên phân tích các chỉ số thành phần của từng trụ cột WEF.

3.2. Kết quả các chỉ số thành phần WEF Nexus của Đồng bằng sông Cửu Long

Hình 5 thể hiện kết quả tính toán cụ thể cho các chỉ số thành phần cấu thành mức độ an ninh WEF tại ĐBSCL.



Hình 5. Chỉ số thành phần trong các trụ cột WEF của Đồng bằng sông Cửu Long: (a) Chỉ số thành phần của trụ cột nước; (b) Chỉ số thành phần của trụ cột năng lượng; (c) Chỉ số thành phần của trụ cột lương thực.

Chỉ số nước của ĐBSCL là 59,84, đứng thứ 92 toàn cầu. Điều này cho thấy khả năng tiếp cận và mức độ sẵn có của tài nguyên nước tại khu vực này chưa được đảm bảo. Qua số liệu có thể thấy, quyền tiếp cận đối với nước sạch và vệ sinh tại khu vực này tương đối cao với các chỉ số thành phần lớn hơn 80. Tuy nhiên mức độ sẵn có của nước chưa cao do chịu ảnh hưởng bởi nhu cầu sử dụng nước cao, khả năng tái tạo và bổ sung lượng nước trong khu vực chưa cao. Các chỉ số thành phần trong mức độ sẵn có của nước đều ở mức dưới 60. Bên cạnh đó, mức độ thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước chỉ đạt 53,39. Cục Quản lý tài nguyên nước trong báo cáo năm 2021 [44] đã nhận định, các vấn đề lớn nhất đối với ĐBSCL được xác định là suy giảm dòng chảy, xâm nhập mặn và nguy cơ ô nhiễm xuyên biên giới. Kết quả của các chỉ số thành phần về nước cũng thể hiện được các vấn đề chính trong khai

thác và sử dụng tài nguyên nước tại khu vực. Để giải quyết các vấn đề này cần tăng cường các biện pháp làm giảm nhu cầu sử dụng nước và các chính sách quản lý tài nguyên nước tổng hợp. Đặc biệt, khi nông nghiệp là hoạt động đặc thù của khu vực nhưng lại là lĩnh vực sử dụng nhiều nước nhất (khoảng hơn 70% tổng lượng nước sử dụng của các ngành/lĩnh vực), các giải pháp quản lý và sử dụng nước hiệu quả, tái sử dụng, tuần hoàn nước và thu hồi phụ phẩm sau xử lý nước được coi là những giải pháp có tiềm năng lớn để đảm bảo năng suất sản xuất nông nghiệp và phát triển bền vững tại ĐBSCL [29].

Chỉ số năng lượng của ĐBSCL là 53,35, đứng thứ 78 toàn cầu. Kết quả cho thấy, tỷ lệ dân số được tiếp cận điện khá cao, tuy nhiên vấn đề cần giải quyết ở ĐBSCL là mức độ sẵn có của năng lượng và năng lượng tái tạo. Lượng điện sản xuất trong vùng chưa đủ đáp ứng nhu cầu thực tế dẫn đến phải sử dụng điện từ các khu vực xung quanh, tỷ lệ sản xuất và sử dụng năng lượng tái tạo chưa cao. Trong khi đó, Đồng bằng sông Cửu Long được xác định là một trong những khu vực có tiềm năng năng lượng tái tạo cao bao gồm điện gió và điện mặt trời [28]. Do đó, ĐBSCL cần tận dụng được các cơ hội để chuyển đổi sang các nguồn năng lượng mới để vừa đảm bảo tăng cường lượng điện sản xuất trong vùng, tránh phụ thuộc vào nguồn điện truyền tải từ các khu vực khác, vừa giảm được lượng phát thải khí nhà kính của khu vực [29].

Chỉ số lương thực của ĐBSCL là 69,35, đứng thứ 24 toàn cầu. Đây là chỉ số có thứ hạng cao nhất trong các trụ cột WEF, thể hiện mức an ninh lương thực tại khu vực này cao hơn so với an ninh nước và năng lượng. Chỉ số về tỷ lệ suy dinh dưỡng ở người lớn và trẻ em khá cao (đều trên 60) thể hiện mức độ quy dinh dưỡng của ĐBSCL không cao, quyền tiếp cận với lương thực, thực phẩm về cơ bản được đảm bảo. Tuy nhiên, kết quả từ chỉ số cũng cho thấy tuy đối với khu vực này, lượng lương thực sẵn có cao nhưng cần chú ý điều chỉnh khẩu phần ăn để đảm bảo cung cấp đủ chất dinh dưỡng cần thiết đặc biệt đối với trẻ em dưới 5 tuổi. Nghiên cứu Lê Hiệp và cộng sự năm 2023 [45] tại tỉnh An Giang cũng đã chỉ ra rằng đã ghi nhận được có tỷ lệ suy dinh dưỡng nhất định ở cả người lớn và trẻ em dân tộc Khmer, tỷ lệ này cao hơn đối với trẻ em từ 5 tuổi trở xuống. Nguyên nhân dẫn đến tình trạng này là do chế độ ăn chủ yếu dựa vào thực phẩm giàu tinh bột và rau. Nghiên cứu đã đề xuất trong Chiến lược dinh dưỡng quốc gia cần thực hiện truyền thông về dinh dưỡng và sức khỏe để người dân biết được cần phải đa dạng hóa chế độ ăn uống của hộ gia đình để đảm bảo một số giải pháp thúc đẩy tăng cường dinh dưỡng c như bao gồm tăng cường lên mức cao.

Nhìn chung, trong giai đoạn tiếp theo các chiến lược phát triển ĐBSCL cần tập trung hơn vào các vấn đề liên quan đến nước và năng lượng. Cũng nghiên cứu về môi quan hệ giữa lương thực, năng lượng và nước, Wang và cộng sự [46] đã sử dụng mô hình quản lý tổng hợp để định lượng tác động tổng hợp lên lương thực - năng lượng - nước (FEW) Nexus thông qua sản lượng lúa, sản xuất điện và lượng nước tiêu thụ. Tuy cách tiếp cận và các biến trong mô hình được sử dụng khác với bài báo này, nghiên cứu về FEW Nexus cũng chỉ ra rằng ngành năng lượng và nước sẽ dễ bị tổn thương trước các tác động tổng hợp hơn so với ngành thực phẩm do các nhà máy nhiệt điện than đang được quy hoạch tại khu vực này.

4. Kết luận

Mối quan hệ WEF đang được cộng đồng thế giới nghiên cứu và thừa nhận là một khung đánh giá nổi bật để ịnh hướng cho các chiến lược quản lý tài nguyên tổng hợp, đánh giá an ninh tài nguyên và giám sát tiến trình hướng tới các SDG liên quan đến WEF. Các nghiên cứu dựa trên mối quan hệ của WEF đã thể hiện rõ được tầm quan trọng của việc coi các lĩnh vực của WEF như một hệ thống đa trung tâm, liên kết với nhau để đạt được kết quả quy hoạch nguồn lực hiệu quả hơn. Đặc biệt, Chỉ số WEF Nexus toàn cầu đã được giới thiệu và áp dụng đo lường mức độ an ninh WEF tại hơn 170 quốc gia trên toàn thế giới. Dựa trên việc tổng hợp 21 chỉ số WEF theo các trụ cột nước, năng lượng và ơng thực, Chỉ số WEF Nexus đã thể hiện vai trò là một công cụ quan trọng để đo lường mức độ an ninh của WEF ở cấp quốc gia và theo dõi tiến trình đạt được các SDG liên quan đến WEF. Chỉ số này có thể tiếp

tục tính toán, áp dụng cho các khu vực nhất định để có được thông tin và giải pháp cụ thể hơn.

Nghiên cứu này đã thử nghiệm áp dụng Chỉ số WEF Nexus cho ĐBSCL và so sánh với chỉ ố trung bình quốc gia. Nghiên cứu cho thấy rằng có sự khác nhau trong mối liên kết WEF giữa ĐBSCL và tổng thể Việt Nam. Nhìn chung, đối với Việt Nam cần quan tâm hơn đến mức sẵn có của lương thực vả khả năng tiếp cận nước. Trong khi đó, ĐBSCL cần chú ý những vấn đề sau:

- Tài nguyên nước: Cần quan tâm đến mức sẵn có của nước, đặc biệt các vấn đề liên quan đến quản lý tổng hợp, tuần hoàn và hiệu quả sử dụng nước.
- Năng lượng: Cần quan tâm đến mức sẵn có của năng lượng, tập trung vào phát triển, sản xuất và sử dụng năng lượng tái.
- Lương thực: Tuy đây là vấn đề có chỉ số an ninh cao nhất trong 03 trụ cột WEF tại ĐBSCL, khẩu phần ăn cần được điều chỉnh để đảm cung cấp đủ chất dinh dưỡng cần thiết, đặc biệt là đối với trẻ em dưới 05 tuổi.

Nhìn chung, kết quả của nghiên cứu chứng mình được vai trò của Chỉ số WEF Nexus trong hỗ trợ xác định nhanh các vấn đề tồn tại và định hướng ưu tiêu cho các giải pháp liên quan. Bên cạnh đó, sự khác biệt giữa chỉ số của Việt Nam và ĐBSCL cũng nêu bật được nhu cầu đánh giá mối liên kết WEF ở cấp khu vực và vùng cụ thể.

Nghiên cứu còn một số hạn chế do không phải toàn bộ dữ liệu đều sẵn có cho ĐBSCL, nghiên cứu đã phải sử dụng một số dữ liệu chung cho khu vực Nam Bộ hoặc trung bình cho toàn Việt Nam. Để có những nhận định cụ thể hơn cho từng vùng, Việt Nam cần xây dựng bộ dữ liệu cho từng tỉnh/khu vực theo các chỉ số thành phần của WEF Nexus. Khi các dữ liệu có sẵn, các nghiên cứu tiếp theo có thể tiếp tục cập nhật và đánh giá chỉ số này cho từng khu vực hoặc tỉnh nhất định. Chỉ số WEF Nexus có thể trở thành một công cụ hỗ trợ ra quyết định nhanh cho các chính sách phát triển bền vững liên quan đến WEF tại các khu vực/tỉnh nghiên cứu.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.T.A., T.V.T.; Xử lý số liệu: L.V.L., N.T.L., N.T.A., N.H.B.; Viết bản thảo bài báo: N.T.A., T.V.T., L.V.L., P.L.A.; Chỉnh sửa bài báo: N.T.A., N.H.B.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ vào kết quả của nhiệm vụ: "Nghiên cứu mối liên hệ giữa quan hệ Nước - Năng lượng - Lương thực (WEF) và các chỉ số phát triển bền vững, thí điểm đánh giá mức độ bền vững trong quản lý tài nguyên ở Đồng bằng sông Cửu Long tại Vệt Nam" do Viện Khoa học tài nguyên nước chủ trì.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Mitra, B.K.; Sharma, D.; Kuyama, T.; Pham, N.B; Islam, G.M.T.; Thao, P.T.M. Water-energy-food nexus perspective: Pathway for sustainable development goals (SDGs) to country action in India. *APN Sci. Bull.* **2020**, *10(1)*, 34–40.
2. UN-Water. Summary Progress Update 2021: SDG 6 - water and sanitation for all. Geneva, Switzerland. 2021, pp. 54.
3. IEA. Energy access outlook 2017: From poverty to prosperity. France. 2017, pp. 140.
4. FAO. The State of food security and nutrition in the world: Building resilience for peace and food security. Rome, Italy. 2017, pp. 117.
5. Beddington, J. Food, energy, water and the climate: a perfect storm of global events?. 2009.
6. FAO. Water-Energy-Food Nexus for the Review of SDG 7, 2018.
7. WWF, SABMiller. The water-food- energy nexus: Insights into resilient development. 2014, pp. 16.

8. Shannak, S.D.; Mabrey, D.; Vittorio, M. Moving from theory to practice in the water-energy-food nexus: An evaluation of existing models and frameworks. *Water-Energy Nexus* **2018**, *1*, 17–25.
9. Mohtar, R.H.; Daher, B. Water, energy, and food: The ultimate nexus. Encyclopedia of Agriculture, Food, and Biological Engineering, Second Edition. 2012. doi: 10.1081/E-EAFE2-120048376.
10. Ferroukhi, R.; Nagpal, D.; Lopez-Peña, A.; Hodges, T. Renewable energy in the water, energy & food nexus (b). IRENA, Abu Dhabi, United Arab Emirates. 2015, pp. 124.
11. FAO. The water-energy-food nexus - a new approach in support of food securtity and sustainable agriculture. Rome, Italy. 2014, pp. 19.
12. Chang, Y.; Li, G.; Yao, Y.; Zhang, L.; Yu, C. Quantifying the water-energy-food nexus: Current status and trends. *Energies* **2016**, *9*, 65.
13. Yuan, C.; Guijun, L.; Yuan, Y.; Lixiao, Z.; Chang, Y. Quantifying the Water-Energy-Food Nexus: Current Status and Trends. *Energies* **2016**, 9, 1–17. doi:10.3990/en9020065.
14. WEF. Water Security: the Water-Food-Energy-Climate Nexus. The World Economic Forum Water Initiative, Washington. DC. 2011, pp. 243.
15. Garcia, D. J.; You, F. The water-energy-food nexus and process systems engineering: A new focus. *Comput. Chem. Eng.* **2016**, *91*, 49–67. Doi:10.1016/j.compchemeng.2016.03.003.
16. Sachs, J.; Schmidt-Traub, G.; Kroll, C.; Lafortune, G.; Fuller, G. Sustainable Development Report 2019. Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN), New York. 2019, pp. 465.
17. Stockholm Environment Institute. The Water Evaluation and Planning System (WEAP). Stockholm. 2022.
18. Biggs, E.M. et al. Sustainable development and the water-energy-food nexus: A perspective on livelihoods. *Environ. Sci. Policy* **2015**, *54*, 389–397. Doi:10.1016/j.envsci.2015.08.002.
19. IWMI. Water Figures: newsletter of the International Water Management Institute (IWMI). International Water Management Institute (IWMI), Colombo, 2012. Online avaliable: http://www.iwmi.cgiar.org/News_Room/Newsletters/Water_Figures/Landing_pages/WF-July_2012-.aspx.
20. Hoff, H. Understanding the Nexus. Background paper for the Bonn 2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus, Stockholm Environment Institute, Stockholm, 2011.
21. Rasul, G. Food, water, and energy security in South Asia: A nexus perspective from the Hindu Kush Himalayan region. *Environ. Sci. Policy* **2014**, 39, 35–48. Doi:10.1016/j.envsci.2014.01.010.
22. Giampietro, M.; Mayumi, K.; Ramos-Martin, J. Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale. *Energy* **2009**, *34(3)*, 313–322. doi: 10.1016/j.energy.2008.07.020.
23. Fischer, G.; Eva, H.; Velthuizen, H.V.; Wiberg, D.; Hermann, S. Climate, Land, Energy & Water Strategies (CLEWS): Case study of Mauritius. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxemnburg, Austria. 2013, pp. 40.
24. Simpson, G.B. The development of Water-Energy-Food Nexus Index and its application to South Africa and the Southern African development community. PhD. Thesis, KwaZulu-Natal Uni., Pietermaritzburg, South-Africa, 2020.

25. Simpson, G.B.; Jewitt, G.P.W. The development of the water-energy-food nexus as a framework for achieving resource security: a review. *Front. Environ. Sci.* **2019**, *7*, 8.
26. Tổng cục Thống Kê. Dân số và lao động. Trực tuyến: https://www.gso.gov.vn/dan-so/.
27. Tổng cục Thống Kê. Y tế, mức sống dân cư, văn hóa, thể thao, trật tự an toàn xã hội và môi trường. Trực tuyến: https://www.gso.gov.vn/y-te-muc-song-dan-cu-van-hoa-the-thao-trat-tu-an-toan-xa-hoi-va-moi-truong/.
28. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Báo cáo tiềm năng năng lượng bức xạ, gió và sóng tại Việt Nam. Hà Nôi. 2022.
29. VCCI, Fullbright. Báo cáo kinh tế thường niên Đồng bằng sông Cửu Long năm 2022: Chuyển đổi mô hình phát triển và quy hoạch tích hợp. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ, Cần Thơ, 2022.
30. Woillez, M.N. et al. Climate change in Viet Nam; Impacts and adaptation. A COP26 assessment report of the GEMMES Viet Nam project. Paris: Agence Française de Développement (AFD), 2021.
31. Soukhaphon, A.; Baird, I.G.; Hogan, Z.S. The impacts of hydropower dams in the mekong river basin: A review. *Water* **2021**, *13*, 1–18. doi:10.3390/w13030265.
32. Simpson, G.B. et al. The Water-Energy-Food Nexus Index: A Tool to Support Integrated Resource Planning, Management and Security. *Front. Water* **2020**, *4*, 825854. Doi: 10.3389/frwa.2022.825854.
33. Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards. COIN Tool. Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards. Online available: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/composite-indicators/coin-tool_en#aboutcointool.
34. Nardo, M.; Saisana, M.; Saltelli, A.; Tarantola, S.; Hoffman, A.; Giovannini, E. Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide. OECD publishing, Paris, France, 2008. ISBN: 978-92-64-04345-9.
35. Simpson, G.B. WEF Nexus Index dataset, Mendeley Data, V1, 2020. Online available: https://data.mendeley.com/datasets/2krwdc8n8d/1. doi: 10.17632/2krwdc8n8d.1.
36. Tổng cục Thống kê. Niên giám Thống kê Việt Nam năm 2021. Nhà xuất bản Thống Kê, Hà Nội, 2021, tr. 1058.
37. Tra, T.V.; Anh, N.T.; Linh, L.V.; Bach, N.H.; Son, D.H. The degree of integrated water resources management implementation in the Mekong River Delta in Viet Nam. *World Water Policy* **2022**, *8*, 51–64. doi: 10.1002/wwp2.12071.
38. Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia (NAWAPI). Báo cáo tổng hợp: Quy hoạch tổng hợp lưu vực sông Cửu Long thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Hà Nội, 2022, tr. 313.
39. Thủ tướng Chính phủ. Quyết định số: 500/QĐ-TTg Phê duyệt quy hoạch phát triển điện lực Quốc gia thời kỳ 2021-2030 tầm nhìn đến năm 2045. 15/05/2023.
40. Viện Năng Lượng. Thống kê Năng lượng Việt Nam 2019. Bộ Công Thương, 2020, tr. 56.
41. FAO. Suite of Food Security Indicators. Online available: https://data.apps.fao.org/catalog/dataset/faostat-food-security.
42. Bộ Y Tế. Quyết định số: 1294/QĐ-BYT Ban hành Kế hoạch hành động thực hiện Chiến lược Quốc gia về dinh dưỡng đến năm 2025. Truy cập: 19/05/2022.
43. Tuyết, A. Chặng đường "kỳ tích" của ngành lúa gạo Việt Nam. Báo Nhân Dân điện tử, 27/10/2022. Trực tuyến: https://special.nhandan.vn/chang-duong-ky-tich-cua-nganh-lua-gao-Viet-Nam/index.html.

44. Cục Quản lý Tài nguyên nước. Báo cáo Thuyết minh tổng hợp Quy hoạch tài nguyên nước thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050. Hà Nội, 2021.
45. Le, H.; Nguyen, K., Phung, H.; Hoang, N.; Tran, D.; Mwanri, L. Household dietary diversity among the ethnic minority groups in the Mekong Delta: Evidence for the development of public health and nutrition policy in Vietnam. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2023**, *20*, 932. doi:10.3390/ijerph20020932.
46. Wang, K. et al. Understanding the impacts of climate change and socio-economic development through food-energy water nexus: A case study of mekong river delta. *Resour. Conserv. Recycl.* **2021**, *167*, 105390. doi:10.1016/j.resconrec.2020.105390.

Evaluation of the Water-Energy-Food (WEF) nexus in the Mekong Delta

Nguyen Tu Anh[1]*, Le Van Linh[1], Nguyen Thanh Long[1], Tran Van Tra[1]

[1] The Water Resources Institute (WRI); tuanh.evp@gmail.com; linhlevan6527@gmail.com; longnt.works@gmail.com; tranvantra@gmail.com

Abstract: The Water - Energy - Food Nexus Index (WEF Nexus) is a comprehensive index developed from 21 indicators, categorized into three primary pillars: water, energy, and food. This index is an exceptional tool for directing integrated resource management strategies. This study examined the implementation of the WEF Nexus Index in the Mekong Delta region and compared it to the average index at the national level. The study reveals disparities in the World Economic Forum (WEF) connection between the Mekong Delta and Vietnam as a whole. Regarding Vietnam, it is imperative to prioritize the availability and accessibility of food and water. Concurrently, it is imperative for the Mekong Delta region to prioritize water availability, particularly in regard to integrated management, circulation, and water use efficiency. Additionally, emphasis should be placed on energy availability, with a specific focus on the advancement, production, and utilization of renewable energy sources. In summary, the study's findings highlight how the WEF Nexus Index helps quickly identify existing issues and prioritize appropriate solutions. Furthermore, the disparity between Vietnam's and the Mekong Delta's indexes underscores the necessity of assessing WEF connections at both the regional and sub-regional levels.

Keywords: WEF Nexus Indicators; Sustainable Development; SDG 2; SDG 6; SDG 7.