

CHỌN LỰA CÁC CHỈ SỐ BỀN VỮNG TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT CHO KHU VỰC BÁN ĐẢO CÀ MAU

Nguyễn Đình Tứ¹

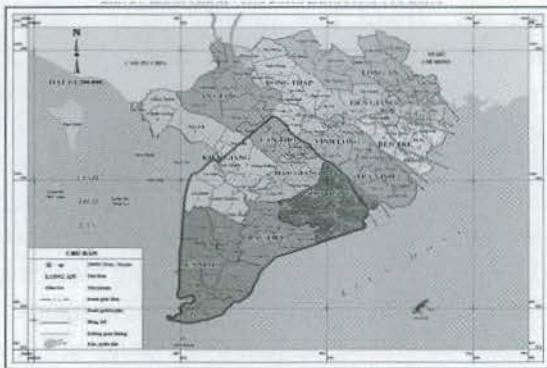
TÓM TẮT

Quản lý tài nguyên nước dưới đất bằng các chỉ số đã và đang được sử dụng hiệu quả trên thế giới. Tuy nhiên, tại Việt Nam, công tác này chỉ mới được quan tâm trong thời gian gần đây. Trên cơ sở bộ chỉ số được đúc kết và khuyến cáo sử dụng của UNESCO, nhóm tác giả đã nghiên cứu và đề xuất 04 chỉ số để đánh giá tính bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất cho khu vực bán đảo Cà Mau. Đây cũng là những chỉ số đầu tiên được đề xuất cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Các chỉ số bao gồm: chỉ số nguồn nước dưới đất có thể tái tạo trên đầu người, chỉ số khai thác nước dưới đất so với trữ lượng khai thác tiềm năng, chỉ số sử dụng nước cho sinh hoạt, và chỉ số cạn kiệt các tầng chứa nước. Bài báo trình bày chi tiết phương pháp và kết quả tính toán các chỉ số. Các kết quả này sẽ góp phần làm cơ sở phục vụ cho công tác quản lý bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất của khu vực bán đảo Cà Mau, đồng bằng sông Cửu Long.

Từ khóa: Chỉ số bền vững, tài nguyên nước dưới đất, bán đảo Cà Mau.

1. GIỚI THIỆU VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Nước dưới đất là một hợp phần quan trọng của tài nguyên nước, là nguồn cung cấp nước rất quan trọng cho sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp. Nước dưới đất đóng vai trò quan trọng trong việc ổn định cuộc sống dân sinh, chính trị xã hội và là tài nguyên được nhiều quốc gia quan tâm giữ gìn, phát triển.



Hình 1. Khu vực bán đảo Cà Mau

Vùng bán đảo Cà Mau là một trong 4 vùng lớn của đồng bằng sông Cửu Long gồm thành phố Cần Thơ, Hậu Giang, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau và một phần tỉnh Kiên Giang với tổng diện tích gồm 16.940 km² (hình 1) dân số năm 2012 khoảng 7,1 triệu người. Vùng bán đảo Cà Mau chiếm vị rất lớn trong phát triển kinh tế và xã hội của đồng bằng sông Cửu Long. Vì vậy khai thác và bảo vệ bền vững

nguồn tài nguyên nước dưới đất tại khu vực này có ý nghĩa quan trọng trong phát triển kinh tế, xã hội của khu vực [3]. Thông qua tài trợ kinh phí của ĐHQG-HCM, nhóm tác giả đã nghiên cứu, đánh giá tính bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất của khu vực bán đảo Cà Mau bằng phương pháp sử dụng chỉ số - một phương pháp đang được nhiều nước trên thế giới sử dụng và đang được ưu tiên áp dụng tại Việt Nam trong thời gian gần đây.

2. GIỚI THIỆU VỀ CÁC CHỈ SỐ NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Việc đánh giá và quản lý nguồn tài nguyên nước dưới đất được các tổ chức quan tâm đặc biệt, để thuận lợi cho công việc này, các chuyên gia UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), IAEA (International Atomic Energy Agency) và IAH (International Association of Hydrogeologists) đã thống nhất xây dựng và sử dụng các chỉ số nước dưới đất (NDĐ) và từ đó đến nay, UNESCO đã đúc kết được một danh sách khoảng 100 chỉ số có liên quan đến nước dưới đất, trong đó mỗi chỉ số mô tả một khía cạnh hay một quá trình của hệ thống NDĐ liên quan cả về số lượng và chất lượng [6].

Các chỉ số có thể được kết hợp thành bộ chỉ số, nhằm cung cấp những thông tin đơn giản cho mục tiêu lập kế hoạch và quản lý NDĐ với những khía cạnh liên quan đến chính sách và quản lý tài nguyên này. Thông thường, các chỉ số được xác định dựa trên dữ liệu đo lường và quan sát về hệ thống NDĐ. Các chỉ số NDĐ sẽ cung cấp thông tin về số lượng,

¹ Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

chất lượng NĐĐ (hiện trạng và xu hướng), xã hội (những vấn đề ảnh hưởng, khai thác và sử dụng NĐĐ), kinh tế (các yêu cầu về khai thác, bảo vệ và xử lý NĐĐ) và môi trường (dễ bị tổn thương, cạn kiệt, ô nhiễm nguồn NĐĐ).

Khi sử dụng chỉ số để nghiên cứu về nước dưới đất, tùy vào đặc điểm địa chất thủy văn, điều kiện địa lý, điều kiện kinh tế, xã hội... của khu vực nghiên cứu mà các nhà nghiên cứu đề xuất một số chỉ số phù hợp, số lượng chỉ số thường từ 3-6 cho một khu vực cụ thể và nó xoay quanh 10 chỉ số tiêu biểu nhất mà UNESCO đề xuất (bảng 1) [1].

3. PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG CHỈ SỐ

3.1. Tiêu chí xây dựng chỉ số

Để thuận lợi cho việc triển khai và ứng dụng, các chỉ số NĐĐ cần phải đảm bảo các yêu cầu sau [1]:

- Tính đơn giản: các chỉ số NĐĐ phải đảm bảo dễ hiểu và dễ thực hiện;

- Tính định lượng: các chỉ số NĐĐ phải được định lượng hóa bằng những con số xuất phát từ những thông tin tài nguyên NĐĐ và các hoạt động của xã hội trong vùng. Các chỉ số NĐĐ phải bảo đảm thực hiện thuận tiện và thống nhất tại các quốc gia và các vùng miền khác nhau.

- Tính truyền thông: các chỉ số có thể trở thành công cụ để thông tin các mục tiêu chính sách đến với công chúng một cách dễ hiểu. Giá trị của chỉ số cũng có thể được tham khảo để sử dụng như là một công cụ đánh giá.

- Tính dự báo: các chỉ số có thể được sử dụng để dự báo. Khi các mô hình được liên kết với các chỉ số, một chuỗi thời gian có thể được ngoại suy dự đoán tương lai. Mỗi kịch bản dự kiến có thể được đánh giá để đạt tới tình trạng mong muốn (xây dựng quy hoạch).

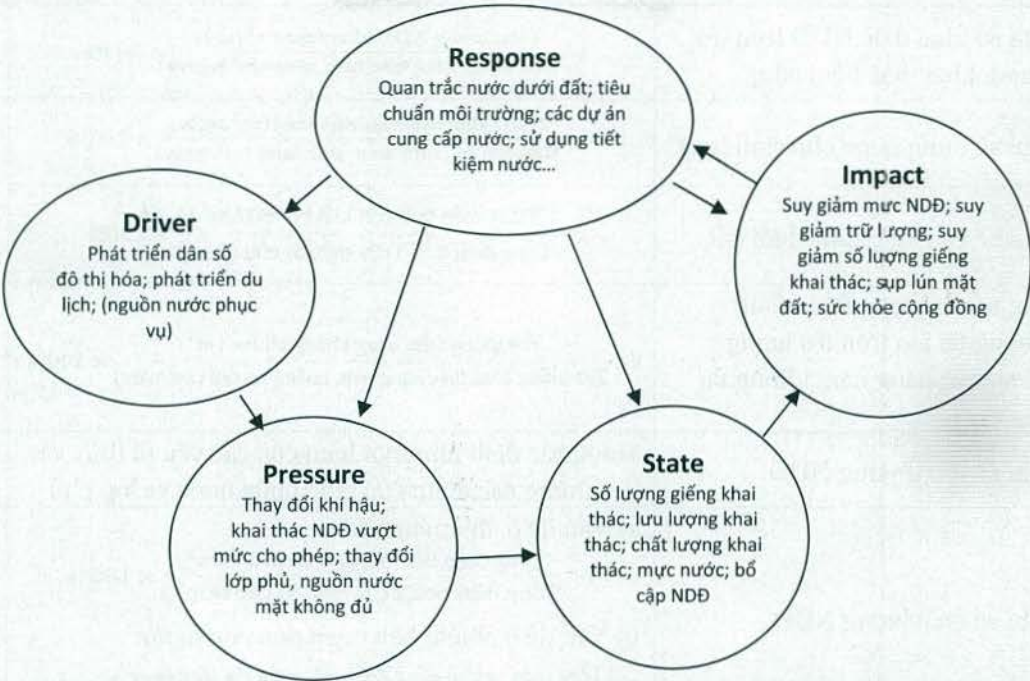
3.2. Phương pháp xây dựng chỉ số

Có 4 phương pháp nghiên cứu phổ biến được áp dụng khi nói về các chỉ số [1]: phương pháp từ dưới lên, phương pháp từ trên xuống, phương pháp hệ thống và phương pháp nguyên nhân – hệ quả. Trong đó, phương pháp nguyên nhân – hệ quả là khái niệm được sử dụng rộng rãi nhất để xây dựng các chỉ số. Khung PSR (Pressure – State – Response) là cách tiếp cận đầu tiên được giới thiệu bởi Tổ chức hợp tác và phát triển kinh tế (OECD) [6]. Sau đó, một số

phân loại phức tạp hơn đã được phát triển và được đưa vào sử dụng, như khung DPSIR (Driving force – Pressure – State – Impact – Response) hoặc khung DPSEEA (Driving force – Pressure – State – Exposure – Effect – Action) được sử dụng bởi WHO [1]. Với cách tiếp cận từ dưới lên, dữ liệu sơ cấp có sẵn được tổng hợp ở nhiều cấp độ thứ bậc thành các chỉ tiêu sử dụng phương pháp trực quan và toán học. Chuyên gia tài nguyên nước có xu hướng phê bình phương pháp này là quá đơn giản [1]&[6]. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi trong các tình huống dữ liệu phong phú, tuy nhiên, điều này không phải là phổ biến ở nhiều quốc gia. Phương pháp tiếp cận từ trên xuống được dựa trên phương pháp khung logic và bắt đầu với việc xây dựng mục tiêu (và các chỉ số liên quan) cần đạt được và xác định các biện pháp cần thiết khác nhau để đạt được mục tiêu. Phương pháp hệ thống hoàn toàn phân tích các dòng vào, lượng dự trữ và dòng ra của một vấn đề trước khi xác định các chỉ số. Phương pháp này đã được áp dụng trong việc phát triển chỉ số bền vững và dựa trên các chỉ số cụ thể để đánh giá các vấn đề liên quan đến hoạt động con người, và các hệ thống tự nhiên. Mặc dù các phương pháp hệ thống được coi là rất hứa hẹn, nhưng nó phức tạp và vẫn còn quá hời hợt để giải quyết các vấn đề thực tế [1]&[6].

Vì vậy, trong các phương pháp nêu trên, phương pháp sử dụng khung DPSIR là phương pháp mang tính khoa học có tính thuyết phục nhất được đồng ý của các quốc gia và các nhà khoa học đồng thuận. Cấu trúc DPSIR được đề xuất không phải là một mục tiêu nhưng mà nó cung cấp một phương tiện để phối hợp các lĩnh vực khác nhau và hỗ trợ hợp tác hơn nữa giữa các cơ quan trong việc chia sẻ kiến thức và thông tin. Hơn nữa, phương pháp cung cấp một cơ sở cho sự hài hòa trong thuật ngữ và các chỉ số [1].

Phương pháp DPSIR cũng đảm bảo việc thành lập các mối quan hệ giữa chính sách và các vấn đề kinh tế và các vấn đề quan trọng nhất trong phát triển và quản lý nước dưới đất. Phương pháp này được dùng để nhận dạng và xác định các chỉ tiêu nước dưới đất và cho phép xác định các chỉ tiêu có liên quan trực tiếp đến tình hình nước dưới đất và gián tiếp đến các khu vực thách thức khác của UN-World Water Assessment Programme (WWAP), hình 2.



Hình 2. Cấu trúc chung và mối quan hệ nhân quả của khung DPSIR

D – Driving forces, P – Pressures, S – State, I – Impacts, R – Responses

- *Driving forces* đề cập đến các yếu tố nền tảng của một xã hội mà tác động trực tiếp đến môi trường nước dưới đất.
- *Pressures* được hiểu là sức ép tạo ra bởi sự phát triển hệ thống đường xá, nhà cửa,...do con người tạo ra can thiệp vào vòng tuần hoàn tự nhiên của nước. Có 3 chỉ tiêu tài nguyên nước mặt không đủ, khai thác nước dưới đất quá mức và độ che phủ của lớp thảm thực vật.
- *State* là điều kiện và xu hướng của môi trường nước dưới đất gây ra bởi tác động của con người. Có 5 chỉ số thể hiện bao gồm số lượng giếng khai thác, lưu lượng khai thác, mực nước, chất lượng nước và lượng bổ cập cho nước dưới đất.
- *Impacts* giải quyết các hệ quả của con người và môi trường tự nhiên do sự thay đổi trạng thái của môi trường tự nhiên và làm tổn thương cả hệ thống tự nhiên và xã hội.

- *Responses* bao gồm các hành động của con người nhằm làm hạn chế/giảm sức ép cho môi trường nước dưới đất. Giải quyết các vấn đề tổn thương, phát triển bền vững nguồn nước dưới đất.

4. LỰA CHỌN BỘ CHỈ SỐ NƯỚC DƯỚI ĐẤT CHO KHU VỰC BẮN ĐÀO CÀ MAU

Như đã nêu ở trên, với rất nhiều chỉ số nước dưới đất đang được các nhà chuyên môn trên thế giới nghiên cứu và đề nghị sử dụng. Trong danh sách đề xuất các chỉ số, mỗi chỉ số mô tả một khía cạnh cụ thể của hệ thống NĐĐ được dựa trên sự kết hợp của các biến được lựa chọn, cả định lượng và định tính. Các chỉ số có thể được kết hợp thành một nhóm để cung cấp thông tin nhỏ gọn và có mục tiêu cho kế hoạch, chính sách và quản lý NĐĐ. Bộ 10 chỉ số được UNESCO đề xuất tại bảng 1.

Bảng 1. Thống kê 10 chỉ số đề xuất bởi UNESCO [1&6]

TT	Tên chỉ số	Công thức xác định	Vị trí trong DPSIR
1	Chỉ số NĐĐ có thể tái tạo trên đầu người	$I = \frac{\text{Tổng nguồn NĐĐ có thể tái tạo (l/ngày)}}{\text{Tổng dân số (người)}}$	D
2	Chỉ số khai thác NĐĐ trên lượng bổ cập	$I = \frac{\text{Tổng lượng NĐĐ khai thác (m}^3\text{/ngày)}}{\text{Trữ lượng bổ cập (m}^3\text{/ngày)}} \times 100\%$	S

3	Chỉ số khai thác NĐĐ trên trữ lượng khai thác tiềm năng	$I = \frac{\text{Tổng lượng NĐĐ khai thác (m}^3/\text{ngày)}}{\text{Trữ lượng khai thác tiềm năng (m}^3/\text{ngày)}} \times 100\%$	S
4	Chỉ sử dụng nước cho sinh hoạt	$I = \frac{\text{NĐĐ khai thác cho sinh hoạt (m}^3/\text{ngày)}}{\text{Nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt (m}^3/\text{ngày)}} \times 100\%$	S
5	Chỉ số cạn kiệt nước dưới đất	$I = \frac{\text{Tổng diện tích cạn kiệt NĐĐ (km}^2\text{)}}{\text{Tổng diện tích TCN nghiên cứu (km}^2\text{)}} \times 100\%$	S - I
6	Chỉ số trữ lượng tiềm năng không tái tạo trên trữ lượng khai thác hằng năm không tái tạo	$I = \frac{\text{Trữ lượng tiềm năng không tái tạo (m}^3\text{)}}{\text{Trữ lượng khai thác hằng năm không tái tạo (m}^3/\text{năm)}} \times 100\%$	S - I
7	Chỉ số tổn thương NĐĐ	Được xác định như một hàm của các yếu tố thủy văn - những đặc điểm của tầng chứa nước và lớp phủ	S - P
8	Chỉ số chất lượng NĐĐ	a) Vấn đề ô nhiễm tự nhiên: $I = \frac{\text{Tổng diện tích NĐĐ ô nhiễm (km}^2\text{)}}{\text{Tổng diện tích TCN nghiên cứu (km}^2\text{)}} \times 100\%$ b) Vấn đề ô nhiễm liên quan đến con người $I = \frac{\text{Tổng diện tích có nồng độ thành phần gia tăng (km}^2\text{)}}{\text{Tổng diện tích TCN nghiên cứu (km}^2\text{)}} \times 100\%$	S - I
9	Chỉ số khả năng sử dụng NĐĐ sau xử lý	Mức độ yêu cầu xử lý NĐĐ được khai thác	S
10	Chỉ số nông nghiệp phụ thuộc NĐĐ	Tỷ lệ dân số sử dụng NĐĐ nâng cao năng suất nông nghiệp hoặc chăn nuôi.	D

Đối với khu vực nghiên cứu, yêu cầu quan trọng trong quá trình xây dựng và chọn lựa chỉ số là các chỉ số phải mô tả được thực trạng của nguồn tài nguyên nước dưới đất khu vực bán đảo Cà Mau (về trữ lượng, chất lượng,...), tính bền vững trong mối quan hệ của nước dưới đất với môi trường sinh thái đặc biệt là các hoạt động con người. Đồng thời, các chỉ số được chọn lựa còn có thể được sử dụng kết hợp với các mô hình để dự đoán các kịch bản trong tương lai. Cuối cùng, các chỉ số được chọn lựa đóng vai trò như một công cụ giao tiếp quan trọng cho các nhà hoạch định chính sách, các nhà quản lý, nhà khoa học và cộng đồng.

4.1. Cơ sở tài liệu

Cơ sở tài liệu đóng vai trò quan trọng trong việc xác định các chỉ số. Các chỉ số dựa trên các số liệu đo được và quan sát được, chúng cung cấp thông tin về số lượng và chất lượng NĐĐ và các vấn đề xã hội (khả năng tiếp cận nguồn NĐĐ, khai thác và sử dụng), kinh tế (khai thác NĐĐ, yêu cầu bảo vệ và xử lý), môi trường (NĐĐ dễ bị tổn thương, suy thoái, ô nhiễm) và các khía cạnh của chính sách và quản lý tài nguyên NĐĐ [1].

Hiện tại, đặc điểm điều kiện tự nhiên – địa chất – địa chất thủy văn khu vực bán đảo Cà Mau cũng đã

được nghiên cứu rất chi tiết, hệ thống giếng quan trắc đã được đưa vào vận hành từ những năm 1995 [3], các dữ liệu về hiện trạng khai thác nước trong khu vực cũng được điều tra hàng năm,... Tuy nhiên, bên cạnh đó cũng còn nhiều bất cập về kinh tế, xã hội trong công tác điều tra và hệ thống quản lý còn lỏng lẻo nên một số cơ sở dữ liệu còn nhiều hạn chế và không liên tục.

4.2. Chọn lựa các chỉ số cho khu vực nghiên cứu

Do giới hạn về nguồn kinh phí và tài liệu, trên cơ sở tài liệu có được [2, 3, 4], cùng với sự nghiên cứu 10 chỉ số được đề xuất bởi UNESCO [6], các tác giả thấy rằng có 4 chỉ số phù hợp với tiêu chí, mục đích và cơ sở dữ liệu hiện có nhằm đánh giá tính bền vững của tài nguyên nước dưới đất của khu vực bán đảo Cà Mau. Các chỉ số này bao gồm (thang đánh giá các chỉ số theo hướng dẫn của UNESCO) [6]:

4.2.1. Chỉ số nguồn NĐĐ có thể tái tạo trên đầu người

Mục đích của chỉ số là ước tính nguồn nước dưới đất phục vụ cho sinh hoạt, các hoạt động nông nghiệp, công nghiệp và các mục đích khác. Nguồn NĐĐ này liên quan đến số người sử dụng, đây là nhân tố quan trọng trong sự phát triển kinh tế và xã

hội của khu vực nghiên cứu. Chỉ số được xác định bằng tổng nguồn NĐĐ có thể tái tạo được hàng năm trên đầu người trong một vùng nghiên cứu.

$$I_1 = \frac{\text{Tổng nguồn NĐĐ có thể tái tạo (l/ngày)}}{\text{Tổng dân số (người)}}$$

Thang đánh giá chỉ số này như sau:

- Thấp: >1.000 l/ngày/người (bền vững); trung bình: 500 - 1.000 l/ngày/người (kém bền vững); cao: <500 l/ngày/người (không bền vững)

Trong đó, tổng nguồn NĐĐ có thể tái tạo được xác định từ các nguồn sau:

- Nguồn bổ cập tự nhiên theo phạm vi địa lý của khu vực nghiên cứu;
- Nguồn nước từ vùng lân cận chảy vào khu vực nghiên cứu và chảy ra khỏi vùng nghiên cứu;
- Nguồn thấm từ trên mặt như sông, biển;
- Nguồn thoát từ tầng chứa nước đến hệ thống sông suối;
- Nguồn bổ sung nhân tạo

4.2.2. Chỉ số khai thác NĐĐ so với trữ lượng khai thác tiềm năng

$$I_2 = \frac{\text{Tổng lượng NĐĐ khai thác (m}^3\text{/ngày)}}{\text{Trữ lượng khai thác tiềm năng (m}^3\text{/ngày)}} \times 100\%$$

Thang đánh giá chỉ số này như sau:

- Thấp: <25% (bền vững); trung bình: 25 - 40% (kém bền vững); cao: >40% (không bền vững)

4.2.3. Chỉ số sử dụng NĐĐ cho sinh hoạt

Chỉ số này có tầm quan trọng riêng biệt trong xã hội vì nó làm nổi bật tầm quan trọng của nguồn NĐĐ cho mục đích ăn uống trên cơ sở quốc gia, tức sự phụ thuộc của dân số vào NĐĐ, nó là chìa khóa trong việc cung cấp nước sử dụng cho cộng đồng.

$$I_3 = \frac{\text{NĐĐ khai thác cho sinh hoạt (m}^3\text{/ngày)}}{\text{Nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt (m}^3\text{/ngày)}} \times 100\%$$

Thang đánh giá chỉ số này như sau:

- Thấp: < 25% (bền vững); trung bình: 25 - 50% (kém bền vững); cao: > 50% (không bền vững);

4.2.4. Chỉ số cạn kiệt nước dưới đất

Hoạt động khai thác NĐĐ luôn luôn gây ra sự hạ thấp mực nước trong tầng chứa nước, ảnh hưởng đến trữ lượng NĐĐ. Và nếu hoạt động khai thác diễn ra trong một thời gian dài có thể dẫn đến sự cạn kiệt NĐĐ, ảnh hưởng đến trữ lượng và chất lượng của NĐĐ, hệ sinh thái hoặc sự ổn định của bề mặt đất. Do đó, cần có một chỉ số để thể hiện hoạt động khai thác đang là quá mức và có thể làm cạn kiệt NĐĐ. Vì vậy, tác giả chọn tiêu chí đánh giá sự cạn kiệt NĐĐ dựa trên tốc độ hạ thấp mực nước theo tài liệu quan trắc nhiều năm.

Bảng 2. Tổng hợp kết quả chọn lựa các chỉ số đánh giá cho khu vực bán đảo Cà Mau

TT	Tên chỉ số	Vị trí trong DPSIR	Công thức xác định	Thang phân chia		
				Thấp	Trung bình	Cao
1	Chỉ số NĐĐ có thể tái tạo / đầu người	D	$I_1 = \frac{\text{Tổng nguồn NĐĐ có thể tái tạo (l/ngày)}}{\text{Tổng dân số (người)}}$	≥1.000	1.000 – 500	<500
2	Chỉ số khai thác NĐĐ / trữ lượng khai thác tiềm năng	S	$I_2 = \frac{\text{Tổng lượng NĐĐ khai thác (m}^3\text{/ngày)}}{\text{Trữ lượng khai thác tiềm năng (m}^3\text{/ngày)}} \times 100\%$	<25	25 – 40	≥40
3	Chỉ sử dụng nước cho sinh hoạt	S	$I_3 = \frac{\text{NĐĐ khai thác cho sinh hoạt (m}^3\text{/ngày)}}{\text{Nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt (m}^3\text{/ngày)}} \times 100\%$	<25	25 – 50	≥50
4	Chỉ số cạn kiệt nước dưới đất	S-I	$I_4 = \frac{\text{Tổng diện tích cạn kiệt NĐĐ (km}^2\text{)}}{\text{Tổng diện tích TCN nghiên cứu (km}^2\text{)}} \times 100\%$	<10	10 - 25	≥25

Các bước thực hiện để xác định chỉ số này:

- 1- Phân tích các chuỗi dữ liệu mực nước của từng công trình quan trắc;
- 2- Xây dựng đồ thị mực nước và xác định hàm xu hướng;
- 3- Xác định tốc độ hạ thấp mực nước (m/năm). Căn cứ kinh nghiệm nghiên cứu của mạng quan trắc

quốc gia, các tầng chứa nước có lượng khai thác nhiều thường có tốc độ hạ thấp trung bình là 0,3 m/năm [3]. Phân vùng tốc độ hạ thấp mực nước theo các tiêu chí sau:

- Vùng có tốc độ hạ thấp mực nước < 0,10 m/năm: khai thác ít;
- Vùng có tốc độ hạ thấp mực nước 0,10 – 0,30 m/năm: khai thác trung bình;

- Vùng có tốc độ hạ thấp mực nước $\geq 0,30$ m/năm: khai thác nhiều;

4- Xây dựng bản đồ phân vùng hạ thấp mực nước từng tầng chứa nước bằng phần mềm Surfer 10;

5- Xác định diện tích các vùng có tốc độ hạ thấp mực nước khác nhau theo từng tầng chứa nước trong từng tỉnh. Tỷ lệ được đánh giá đối với diện tích có tốc độ hạ thấp mực nước cao với công thức và thang phân chia như sau:

$$I_4 = \frac{\text{Tổng diện tích cạn kiệt NĐĐ (km}^2\text{)}}{\text{Tổng diện tích TCN nghiên cứu (km}^2\text{)}} \times 100\%$$

Thang đánh giá chỉ số này như sau:

- Thấp: $< 10\%$ (bền vững); trung bình: $10 - 25\%$ (kém bền vững); cao: $> 25\%$ (không bền vững).

c. Đánh giá về giá trị các chỉ số tại khu vực nghiên cứu

Chỉ số nguồn NĐĐ có thể tái tạo trên đầu người

Bảng 3. Các nguồn NĐĐ có thể tái tạo khu vực BĐCM (số liệu tính toán được xác định từ mô hình dòng chảy nước dưới đất sau khi đã hiệu chỉnh) [4]

Nguồn có thể tái tạo	Mùa khô (m ³ /ngày)		Mùa mưa (m ³ /ngày)	
	Chảy vào	Chảy ra	Chảy vào	Chảy ra
Lượng thấm từ biên phân bố	107.797	-767.050	176.220	-774.543
Lượng thấm từ sông, biển	180.849	-549.992	195.997	-751.840
Lượng bổ cập từ mưa	185.004	0	2.492.037	0
Tổng cộng	473.650	-1.317.042	2.864.254	-1.526.383

Tổng nguồn NĐĐ có thể tái tạo được tính bằng hiệu số của tổng lượng nước chảy vào và tổng lượng nước chảy ra theo 2 mùa, tức cũng bằng hiệu số lượng tích lũy được trong mùa mưa và lượng thiếu hụt trong mùa khô: $(2.864.254 - 1.526.383) - (1.317.042 - 473.650) = 494.479$ m³/ngày cho toàn khu vực Bán đảo Cà Mau. Và số liệu tổng dân số tính toán cho khu vực được xác định từ Tổng cục thống kê tính đến năm 2012 là 7.102.400 người (nếu số lượng dân số cập nhật thì chỉ số này thấp hơn).

$$I_1 = \frac{494.479 \times 1.000}{7.102.400} \approx 69,6 \text{ (l/ngày/người)}$$

So với hướng dẫn của UNESCO thì chỉ số này < 500 l/ngày/người, thể hiện nhu cầu sử dụng nước dưới đất của toàn bộ dân số tại khu vực nghiên cứu cao hơn tổng lượng nước có thể tái tạo của các tầng chứa nước tại khu vực này.

Kết quả tính toán chỉ số khai thác NĐĐ so với trữ lượng khai thác tiềm năng

Căn cứ vào nguồn tài liệu về tổng số lỗ khoan, trữ lượng khai thác, trữ lượng khai thác tiềm năng [2 & 3], đã tính toán giá trị I_2 (chỉ số khai thác NĐĐ so với trữ lượng khai thác tiềm năng) và thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính toán chỉ số khai thác NĐĐ so với trữ lượng khai thác tiềm năng

STT	Tỉnh	Tổng số LK	Trữ lượng khai thác (m ³ /ngày)	Trữ lượng khai thác tiềm năng nước nhạt (m ³ /ngày)	I_2 (%)
1	Cần Thơ	48.798	188.844	1.503.932	12,56
2	Hậu Giang	40.572	62.543	1.156.133	5,41
3	Sóc Trăng	80.069	244.850	2.566.765	9,54
4	Kiên Giang	862	93.720	965.378	9,71
5	Bạc Liêu	93.368	248.728	3.403.710	7,31
6	Cà Mau	67.328	159.118	1.860.561	8,55

Kết quả tính toán chỉ số khai thác NĐĐ so với trữ lượng khai thác tiềm năng được tính trong đề tài nêu trên cho giá trị I_2 từ 5,4-12,56% (trung bình là 8,85%). Các giá trị đều $< 25\%$, như vậy hiện trạng khai thác tại trong khu vực nghiên cứu đều trong phạm vi cho phép. Tuy nhiên mức độ bền vững phải căn cứ vào sự đánh giá chung tất cả các chỉ số và số liệu quan trắc thực tế.

Kết quả tính toán chỉ số sử dụng nước cho sinh hoạt

Nhu cầu sử dụng nước được tính toán theo quy định tại Quyết định của Thủ tướng Chính phủ số 63/1998 QĐ-TTg ngày 18/3/1998, tiêu chuẩn dùng nước cho từng đối tượng ứng với các giai đoạn phát triển. Dựa vào số liệu khai thác NĐĐ cho sinh hoạt [3], tính toán chỉ số sử dụng nước cho sinh hoạt

(I_3) của các địa phương trong khu vực nghiên cứu. Các kết quả này đều có giá trị từ khoảng 57,83-99,16%, (> 50%, bảng 5), điều này thể hiện nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt tại khu vực nghiên cứu

rất cao, (không bền vững), nguồn nước phục vụ cho sinh hoạt của người dân chủ yếu là nguồn NĐĐ. Số liệu này cũng phù hợp với kết quả của *Báo cáo hiện trạng khai thác sử dụng nước dưới đất vùng ĐBSCL* [3].

Bảng 5. Kết quả tính toán chỉ số sử dụng NĐĐ cho sinh hoạt

STT	Tỉnh	Khai thác NĐĐ cho sinh hoạt ($m^3/ngày$)	Nhu cầu nước cho sinh hoạt ($m^3/ngày$)	I_3 (%)
1	Cần Thơ	101.398	119.196	85,07
2	Hậu Giang	31.548	54.552	57,83
3	Sóc Trăng	73.190	94.848	77,17
4	Kiên Giang	61.325	64.848	94,57
5	Bạc Liêu	63.072	65.880	95,74
6	Cà Mau	87.493	88.236	99,16

Kết quả tính toán chỉ số cạn kiệt các tầng chứa nước

Bảng 6. Kết quả tính toán chỉ số cạn kiệt NĐĐ cho các tầng chứa nước

TCN	Tỉnh thành	Tỷ lệ diện tích vùng hạ thấp mực nước so với tổng diện tích TCN (%)		
		Cao (chỉ số)	Trung bình	Thấp
qp_3	Cần Thơ	-	100	-
	Hậu Giang	-	100	-
	Sóc Trăng	-	100	-
	Bạc Liêu	-	100	-
	Kiên Giang	-	100	-
	Cà Mau	-	100	-
$qp_{2,3}$	Cần Thơ	63,36	36,64	-
	Hậu Giang	89,77	10,23	-
	Sóc Trăng	92,72	7,28	-
	Bạc Liêu	100	-	-
	Kiên Giang	98,71	1,29	-
	Cà Mau	100	-	-
qp_1	Cần Thơ	-	100	-
	Hậu Giang	37,98	62,02	-
	Sóc Trăng	67,09	32,91	-
	Bạc Liêu	100	-	-
	Kiên Giang	84,65	15,35	-
	Cà Mau	100	-	-
n_2^2	Cần Thơ	92,93	7,07	-
	Hậu Giang	100	-	-
	Sóc Trăng	100	-	-
	Bạc Liêu	100	-	-
	Kiên Giang	96,35	3,65	-
	Cà Mau	100	-	-

n_2^1	Cần Thơ	86,61	13,39	-
	Hậu Giang	100	-	-
	Sóc Trăng	34,53	65,47	-
	Bạc Liêu	100	-	-
	Kiên Giang	100	-	-
	Cà Mau	100	-	-
n_1^3	Cần Thơ	97,18	2,82	-
	Hậu Giang	68,55	31,45	-
	Sóc Trăng	41,49	58,51	-
	Bạc Liêu	82,37	17,63	-
	Kiên Giang	100	-	-
	Cà Mau	100	-	-

Dựa trên nguồn tài liệu có được từ 39 công trình quan trắc mực nước thuộc khu vực Bán đảo Cà Mau với số liệu quan trắc từ năm 1995 và 2000 cho đến năm 2010 [2, 3, 4], đã tính toán chỉ số cạn kiệt cho từng tầng chứa nước trong khu vực nghiên cứu. Kết quả chỉ ra rằng ngoại trừ tầng chứa nước Pleistocen trên (qp_3) được xếp vào mức bền vững theo chỉ số cạn kiệt (do số lượng giếng và trữ lượng khai thác tầng chứa nước này tương đối ít-có thể do chất lượng chưa đảm bảo, sự bổ cập trực tiếp từ nguồn nước mặt khá dồi dào nên tốc độ hạ thấp mực nước của tầng chứa nước này cho đến năm 2010 thuộc tốc độ trung bình). Còn các tầng còn lại như: $qp_{2,3}$, qp_1 , n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 khu vực ĐDCM đều thuộc vùng không bền vững. Đặc biệt là tại các tầng chứa sâu n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 thuộc khu vực tỉnh Cà Mau, Kiên Giang và Sóc Trăng có tốc độ hạ thấp mực nước rất lớn (dù rằng mật độ khai thác nhỏ). Các giếng khai thác chủ yếu là các giếng khai thác công nghiệp với lưu lượng lớn làm tốc độ hạ thấp mực nước tăng cao. Do đó, cần phải xem xét

lại quá trình quy hoạch, khai thác và quản lý tài nguyên NĐĐ cho toàn khu vực.

5. KẾT LUẬN

Việc đánh giá và quản lý nguồn tài nguyên nước dưới đất thông qua các chỉ số là một phương pháp khoa học được UNESCO và nhiều tổ chức trên thế giới sử dụng, với điều kiện đặc thù và nguồn tài liệu có được của khu vực nghiên cứu thì bộ chỉ số gồm 4 chỉ số: chỉ số nguồn NĐĐ có thể tái tạo trên đầu người, chỉ số khai thác NĐĐ so với trữ lượng khai thác tiềm năng, chỉ số sử dụng nước cho sinh hoạt, chỉ số cạn kiệt các tầng chứa nước là phù hợp với công tác đánh giá tính bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất của khu vực bán đảo Cà Mau. Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu của Liên đoàn quy hoạch và điều tra Tài nguyên nước miền Nam. Việc lựa chọn giá trị định lượng này góp phần tích cực vào công tác quản lý và khai thác bền vững nước dưới đất khu vực nghiên cứu nói riêng và toàn vùng sông Cửu Long nói chung, đặc biệt trong bối cảnh ảnh hưởng của việc biến đổi khí hậu mà vùng nghiên cứu được dự đoán là bị ảnh hưởng khá nghiêm trọng.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả cảm ơn ĐHQGTP.HCM đã hỗ trợ kinh phí nghiên cứu thông qua đề tài Đánh giá tính bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất khu vực bán đảo Cà Mau mã số C2014-76-02. Cảm ơn TS. Bùi Trần Vượng, các chuyên gia thuộc Liên đoàn Qui

hoạch và điều tra tài nguyên nước miền Nam đã hỗ trợ tài liệu, trao đổi, thảo luận trong quá trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Tứ và nnk. *Đánh giá tính bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất khu vực bán đảo Cà Mau*. Đề tài NCKH ĐHQG-HCM, 2016.
2. Bùi Trần Vượng và nnk. *Báo cáo kết quả xây dựng mô hình dòng chảy nước dưới đất và dịch chuyển biên mặn vùng ĐBSCL*. Liên đoàn Qui hoạch và điều tra tài nguyên nước miền Nam, 2014.
3. Bùi Trần Vượng và nnk. *Báo cáo hiện trạng khai thác sử dụng nước dưới đất vùng ĐBSCL*. Liên đoàn Qui hoạch và điều tra tài nguyên nước miền Nam, 2014.
4. Bùi Trần Vượng và nnk. *Báo cáo kết quả tính toán lượng bổ cập cho nước dưới đất vùng ĐBSCL*. Liên đoàn Qui hoạch và điều tra tài nguyên nước miền Nam, 2014.
5. Bùi Trần Vượng và nnk. *Báo cáo chi tiết kịch bản BĐKH về mực nước biển dâng vùng ĐBSCL*. Liên đoàn Qui hoạch và điều tra tài nguyên nước miền Nam, 2014.
6. Jaroslav Vrba and Annukka Lipponen, 2007. Groundwater Resources Sustainability Indicators (I H P - V I Series on Groundwater no. 14). Ground water indicators working group UNESCO, IAEA, IAH.

SELECTION OF SUSTAINABILITY INDICATORS FOR UNDERGROUND WATER RESOURCES FOR CA MAU PENINSULA

Nguyễn Đình Tu

Summary

Groundwater resources management based on indicators has been popularly applied in the world. However, it is just introduced recently in Vietnam. Based on a number of indicators recommended by UNESCO, the authors have proposed 04 indicators to assess the sustainability of groundwater resources for Ca Mau peninsula. These indicators are the first proposed for Mekong delta areas, Vietnam. They include: index of reproductive groundwater per capita, index of extraction of underground water compared to potential reserves, index of water used for domestic, and index of aquifers depletion. In this paper, we present calculation methods and the results. These results can serve for sustainable groundwater management in Ca Mau peninsula, Mekong delta.

Keywords: Sustainability indicators, groundwater resources, Ca Mau peninsula.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Anh Tuấn

Ngày nhận bài: 28/10/2016

Ngày thông qua phản biện: 28/11/2016

Ngày duyệt đăng: 5/12/2016