



## ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT THEO CHỈ SỐ NGHÈO NƯỚC (WPI): TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TỈNH SÓC TRĂNG, VIỆT NAM

Nguyễn Thị Thanh Duyên<sup>1</sup> và Trần Văn Tý<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 31/07/2014

Ngày chấp nhận: 29/12/2014

### Title:

Assessment of the current state of groundwater resources using Water Poverty Index (WPI): A case study in Soc Trang Province, Vietnam

### Từ khóa:

Tài nguyên nước dưới đất, quản lý nước dưới đất, chỉ số nghèo nước, Sóc Trăng

### Keywords:

Groundwater resources, groundwater management, Water Poverty Index (WPI), Soc Trang

### ABSTRACT

The objective of this study was to assess the current state of groundwater resources in the Soc Trang province using the Water Poverty Index (WPI). Firstly, data were collected from different authorities, and indicators of five components of WPI (including Resources, Access, Capacity, Use and Environment) were evaluated using common accepted thresholds/benchmarks. Secondly, the five components were combined to calculate the WPI with/without considering weights given to the components (based on their importance) which were judged by local managers and experts. Finally, the calculated WPI and its components were mapped and analyzed at the district scale. The results show the overall WPI of the province was 64.1 indicating that the province was at the “medium to low” water-poor situation. In addition, WPI was unevenly distributed among districts. Through assessing the five components of WPI, the “hot-spots” as well as the main causes of water poverty status were identified, and thus each district would define their own solutions for the groundwater shortage problems. Results from this study may provide useful information for policy makers in prioritizing investments in the water sector.

### TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm đánh giá hiện trạng tài nguyên nước dưới đất (NDĐ) ở tỉnh Sóc Trăng sử dụng chỉ số nghèo nước (Water Poverty Index – WPI). Trước tiên, các số liệu cần thiết được thu thập từ các cơ quan chức năng và các chỉ số của năm thành phần chính cấu thành WPI được tính toán và đánh giá dựa trên những chuẩn phổ biến. Kết tiếp, năm thành phần chính được tổng hợp thành chỉ số nghèo nước WPI có xét/không xét đến giá trọng (dựa vào mức độ quan trọng của từng thành phần) được xác định bởi các nhà quản lý và chuyên gia tại địa phương. Cuối cùng, WPI và năm thành phần chính của nó được thể hiện trên bản đồ và phân tích ở cấp huyện. Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ số WPI tại tỉnh Sóc Trăng là 64,1 cho thấy Sóc Trăng đang trong tình trạng nghèo nước ở mức độ trung bình thấp. Từ bản đồ WPI cho thấy WPI phân bố không đều giữa các huyện. Qua đánh giá năm thành phần của WPI, những “điểm nóng” cũng như các yếu tố chính gây nên tình trạng nghèo nước có thể được xác định, và từ đó mỗi huyện có thể đề ra giải pháp cải thiện phù hợp. Kết quả nghiên cứu này có thể cung cấp thông tin hữu ích cho các nhà hoạch định chính sách trong việc ưu tiên đầu tư đối với ngành nước.

## 1 GIỚI THIỆU

Nước là nguồn tài nguyên thiết yếu và quan trọng nhất của cuộc sống nhưng ngày càng trở nên khan hiếm. Sự khan hiếm nước là một trong những vấn đề chính phải đối mặt của thế giới trong thế kỷ XXI. Nhiều quốc gia đang phải đối mặt với thách thức do nhu cầu nước ngày càng gia tăng, trong khi nguồn cung lại hạn chế, hạn hán định kỳ, cạn kiệt và ô nhiễm (UNDP, 2006). Nước dưới đất (NDD) tại Việt Nam khá phong phú với chất lượng tốt và phân bố rộng khắp nơi, tập trung vào một số tầng chứa nước chính. Vấn đề đáng báo động là nguồn NDD của Việt Nam đã và đang đối mặt với vấn đề xâm nhập mặn trên diện rộng, ô nhiễm vi sinh và kim loại nặng nghiêm trọng do thiếu quy hoạch và không có kế hoạch bảo vệ nguồn nước (Cục Quản lý Tài nguyên nước, 2013). Trữ lượng khai thác tiềm năng là lượng NDD có thể khai thác được từ các tầng chứa nước trong một khoảng thời gian nhất định mà không biến đổi về lưu lượng, chất lượng và tác động không đáng kể đối với môi trường. Tổng trữ lượng khai thác tiềm năng NDD nhạt tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là 22.512.989 m<sup>3</sup>/ngày. NDD nhạt là những loại NDD dùng để ăn uống sinh hoạt, sản xuất công nghiệp, nông nghiệp. Trữ lượng khai thác an toàn là 4.502.598 m<sup>3</sup>/ngày. Trữ lượng khai thác an toàn (khai thác cho phép) là ngưỡng khai thác tối đa của từng địa phương hoặc từng tầng chứa nước mà vẫn bảo đảm sự bền vững, không làm cạn kiệt tài nguyên, vì sẽ được hồi phục một phần hàng năm trong điều kiện tự nhiên. NDD được khai thác phục vụ chủ yếu cho nhu cầu sinh hoạt (801.730 m<sup>3</sup>/ngày, chiếm 41,7% tổng lượng NDD khai thác), sản xuất nông nghiệp (769.619 m<sup>3</sup>/ngày, chiếm 40,0% tổng lượng NDD khai thác), và phục vụ ít hơn cho sản xuất công nghiệp (352.332 m<sup>3</sup>/ngày, chiếm 18,3% tổng lượng NDD khai thác) (Liên đoàn Điều tra và Quy hoạch tài nguyên nước miền Nam, 2013).

Tại Sóc Trăng, tài nguyên NDD được phân bố rộng khắp trên địa bàn tỉnh, phân bố trong bảy tầng chứa nước chính, bao gồm: Holocene (qh), Pleistocene trên (qp<sub>3</sub>), Pleistocene giữa – trên (qp<sub>2-3</sub>), Pleistocene dưới (qp<sub>1</sub>), Pliocene giữa (n<sub>2</sub><sup>2</sup>), Pliocene dưới (n<sub>2</sub><sup>1</sup>) và Miocene trên (n<sub>1</sub><sup>3</sup>). Trữ lượng khai thác tiềm năng NDD nhạt tại Sóc Trăng được đánh giá là khá dồi dào với 3.052.378 m<sup>3</sup>/ngày. Tỉnh Sóc Trăng là địa phương phụ thuộc gần như hoàn toàn vào NDD do trong tình trạng thiếu nước sạch vào mùa khô do xâm nhập mặn và/hoặc nước sông bị ô nhiễm (Vo Thanh Danh,

2008). Theo báo cáo của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng (Sở TNMT ST) (2010), số lượng và mật độ công trình khai thác NDD ở Sóc Trăng ở mức cao (79.981 công trình, 24 giếng/km<sup>2</sup>); lưu lượng khai thác là 182.710 m<sup>3</sup>/ngày. Ngoài ra, những năm gần đây chế độ khí tượng, thủy văn cũng như quá trình xâm nhập mặn do biến đổi khí hậu – nước biển dâng diễn biến phức tạp (Sở TNMT ST, 2010b). Những tác động trên có thể là một trong những nguyên nhân dẫn đến mực NDD tại Sóc Trăng đã hạ thấp đáng kể trong những năm trở lại đây (trung bình 0,4 m/năm, tầng Pleistocene) (Sở TNMT ST, 2010).

Hiện trạng nguồn nước thường được đánh giá thông qua các chỉ số (index) có ý nghĩa để giúp các nhà quản lý ra quyết định (Feitelson and Chenoweth, 2002); và đánh giá có sự tham gia giữa các bên liên quan được xem là phương pháp rất hữu ích (Daniell *et al.*, 2010). Chỉ số là những công cụ đơn giản hóa dùng tóm tắt các phép đo để đơn giản và dễ hiểu nhằm làm nổi bật các đặc điểm chính của hệ thống. Có rất nhiều chỉ số đã được phát triển và sử dụng trong lĩnh vực tài nguyên nước như: chỉ số về nguồn nước sẵn có (WAI), chỉ số thiếu nước của Liên Hiệp Quốc (UN), chỉ số thiếu nước của Viện Quản lý Nước quốc tế (IWMI), chỉ số nhu cầu nước (WNI). Tuy nhiên, các chỉ số này chỉ đề cập đến một hoặc một vài khía cạnh của vấn đề về nguồn nước, trong khi chỉ số nghèo nước (WPI) được đánh giá là số chỉ số toàn diện liên quan đến quản lý tài nguyên nước (Lawrence *et al.*, 2002). WPI là chỉ số được đơn giản hóa từ các vấn đề phức tạp của tài nguyên nước, và được áp dụng rộng rãi để đánh giá tình trạng nghèo nước trên thế giới. Đây là công cụ liên ngành, kết hợp thông tin về tài nguyên nước tại địa phương nhằm góp phần quản lý hiệu quả nguồn nước hơn.

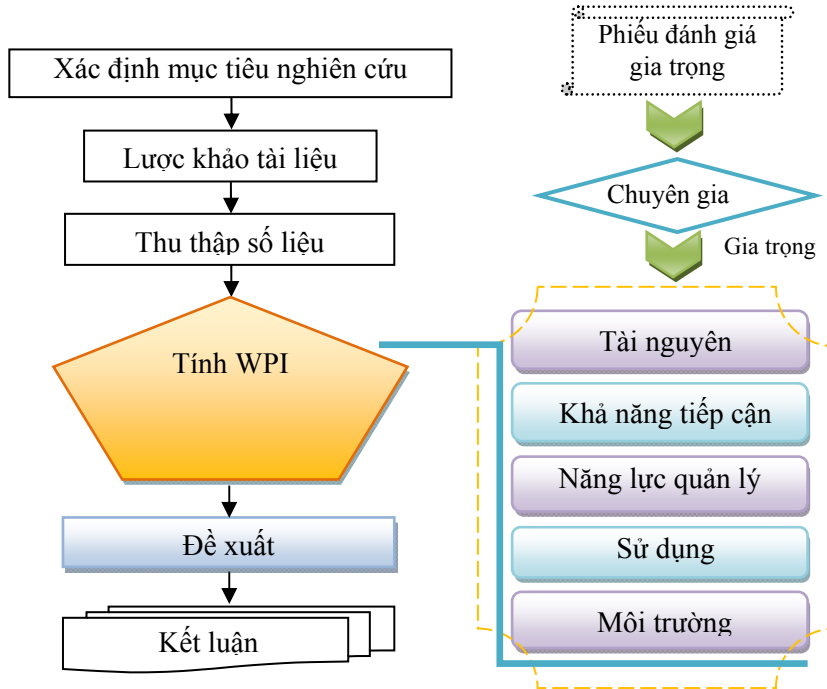
Trong thời gian tới, dân số gia tăng và sự phát triển kinh tế - xã hội tại Sóc Trăng sẽ kéo theo sự gia tăng nhu cầu nước cho sinh hoạt và sản xuất; như vậy tác động của con người đến môi trường tự nhiên nói chung và tài nguyên nước nói riêng sẽ ngày càng mạnh mẽ. Ngoài ra, biến đổi khí hậu toàn cầu đang và sẽ tác động không nhỏ đến tài nguyên NDD (Sở TNMT ST, 2010b). Khan hiếm và thiếu nước là mối đe dọa nghiêm trọng đối với sự tồn tại của con người trong tương lai, do đó, cần có những đánh giá tổng quan về hiện trạng, nhu cầu nước và các giải pháp quản lý khai thác, bảo vệ tốt tài nguyên nước. Vì vậy, nghiên cứu đánh giá hiện trạng tài nguyên nước dưới đất theo chỉ số

nghèo nước (WPI) cho tỉnh Sóc Trăng, Việt Nam là cần thiết nhằm cung cấp thông tin hữu ích trong việc xây dựng chính sách phát triển nguồn nước thích hợp cho địa phương. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá hiện trạng tài nguyên NĐĐ tại tỉnh Sóc Trăng theo chỉ số nghèo nước (WPI). Cụ thể là: (1) Đánh giá hiện trạng tài nguyên NĐĐ của

các huyện trong tỉnh Sóc Trăng theo WPI; (2) Đề xuất những can thiệp thích hợp ứng với tình hình tài nguyên nước ở địa phương.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các bước thực hiện trong nghiên cứu được thể hiện ở Hình 1:

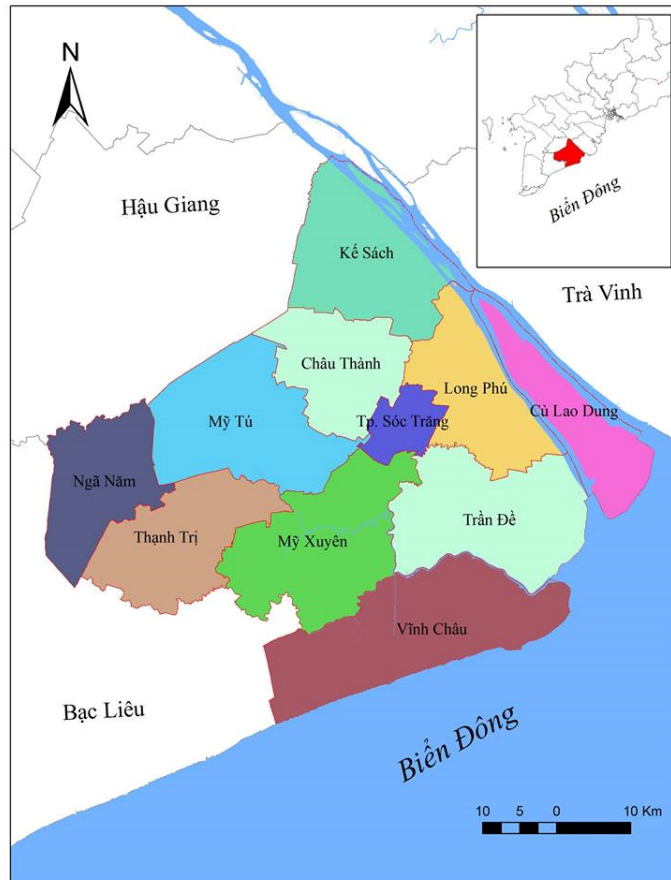


Hình 1: Sơ đồ các bước thực hiện

### 2.1 Khu vực nghiên cứu và số liệu

Sóc Trăng nằm cuối nguồn sông Hậu, tiếp giáp với biển Đông với hơn 72 km bờ biển. Nằm ở 9°14'40" đến 9°33'56" vĩ độ Bắc và 105°49'37" đến 106°19'01" kinh độ Đông. Diện tích tự nhiên 3.311,6 km<sup>2</sup>, xấp xỉ 1% diện tích cả nước và 8,3% diện tích ĐBSCL. Dân số trung bình năm 2012 là 1.304.965 người (Niên giám thống kê, 2012). Tỉnh hiện có 11 đơn vị hành chính trực thuộc. Địa hình Sóc Trăng tương đối thấp và bằng phẳng, bao gồm phần đất bằng xen kẽ những vùng trũng và các giồng cát. Với địa hình thấp, bị phân cắt nhiều bởi hệ thống các sông rạch và kênh mương thủy lợi, lại tiếp giáp với biển nên thường bị nước biển xâm nhập, nhất là vào mùa khô. Vùng ĐBSCL nói chung và tỉnh Sóc Trăng nói riêng được hình thành bởi các loại trầm tích nằm trên nền đá gốc Mezoic xuất hiện từ độ sâu gần mặt đất ở phía Bắc đồng bằng cho đến độ sâu khoảng 1.000 m ở gần bờ

biển. Sóc Trăng có nguồn nước khá phong phú và đa dạng, bao gồm tài nguyên nước mặt, NĐĐ và nước mưa phục vụ cho nhu cầu sản xuất, sinh hoạt của người dân. Tài nguyên NĐĐ phân bố rộng khắp trên toàn tỉnh. NĐĐ phân bố ở bảy tầng chứa nước chính. Trữ lượng khai thác tiềm năng là 3.025.378 m<sup>3</sup>/ngày. Trữ lượng khai thác tiềm năng nước mặn, lợi khá lớn là 4.869.828 m<sup>3</sup>/ngày. Hiện lượng khai thác nước mặn, lợi này chiếm tỷ lệ không đáng kể so với trữ lượng tiềm năng (Sở TNMT ST, 2010c). NĐĐ là nguồn sử dụng chính trong tỉnh. Sóc Trăng là một ví dụ điển hình của một tỉnh ven biển thường trong tình trạng thiếu nước sạch vào mùa khô do xâm nhập mặn hoặc nước sông bị ô nhiễm, nên phụ thuộc gần như hoàn toàn vào NĐĐ. Vấn đề cung cấp nước là bài toán nan giải tại Sóc Trăng, và Sóc Trăng đã được lựa chọn cho nghiên cứu này. Khu vực nghiên cứu như Hình 2.



**Hình 2: Khu vực nghiên cứu – tỉnh Sóc Trăng**

Các số liệu, tài liệu đã công bố liên quan đến trữ lượng, hiện trạng khai thác và sử dụng NĐĐ ở Sóc Trăng được tham khảo từ các báo cáo chuyên

đề khoa học. Số liệu thống kê được thu thập từ Niên giám thống kê, các Sở ban ngành. Số liệu và nguồn được liệt kê trong Bảng 1.

**Bảng 1: Số liệu và các nguồn cung cấp**

TT	Số liệu	Năm*	Nguồn
1	Trữ lượng, lượng nước khai thác, sử dụng Mục NĐĐ	2010 2012	Sở Tài nguyên và Môi trường
2	Lượng mưa	2004-2013	Chi cục Thủy lợi và Phòng chống Lụt bão
3	Số hộ sử dụng nước hợp vệ sinh Số hộ có nhà vệ sinh hợp vệ sinh	2013	Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh Môi trường Nông thôn
4	Tỷ lệ hộ dân sử dụng điện	2012	Sở Công thương
5	Tỷ lệ học sinh hoàn thành chương trình tiểu học	2012	Sở Giáo dục và Đào tạo
6	Niên giám thống kê	2012	Cục Thống kê
7	Diện tích, năng suất, sản lượng hoa màu	2013	
7	Bản đồ sử dụng đất	2010	Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn

\* Năm số liệu được thống kê

**2.2 Phương pháp đánh giá tài nguyên NĐĐ theo WPI**

Chỉ số nghèo nước (WPI) có hai cấp độ tính toán - thành phần chính (Components) và thành

phần phụ (Indicators/Sup-components). WPI có năm thành phần chính, mỗi thành phần chính có một số thành phần phụ. Tính toán giá trị từng thành phần chính đều sử dụng các thành phần phụ. Các thành phần phụ được đánh giá bằng cách sử dụng

tiêu chuẩn hoặc cách tiếp cận chuẩn; dựa trên nguồn dữ liệu và giá trị từ 0% đến 100%, hoặc chỉ đơn giản là đề cập đến một số lượng bất kỳ có giá trị lớn hơn 0. Điểm số cho từng thành phần phụ, thành phần chính và WPI trong khoảng từ 0 đến 100. Điểm WPI càng cao, tình hình nước trong khu vực càng tốt. Cách tính các thành phần được trình bày chi tiết sau đây:

a. Thành phần Tài nguyên (Resources - R)

Thành phần *Tài nguyên* đánh giá khả năng tự nhiên của nguồn tài nguyên nước theo đơn vị hành chính, được đánh giá bởi ba chỉ số: sẵn sàng (R1), biến thiên (R2) và phát triển nước (R3).

*Chỉ số sẵn sàng (R1)*: được ước định về mặt bình quân tài nguyên nước hàng năm (m<sup>3</sup>/người/năm) và so sánh với bình quân lượng nước đầu người một năm được đề xuất bởi Falkenmark *et al.* (1989). Theo tiêu chí khan hiếm nước, nếu bình quân lượng nước cung cấp đầu người hàng năm dưới 1.700 m<sup>3</sup> thì quốc gia đó sẽ đối mặt với tình trạng áp lực nước theo mùa và nếu giảm xuống dưới 500 m<sup>3</sup>/năm thiếu nước sẽ xảy ra nghiêm trọng. Đây được xem là ngưỡng khan hiếm nước (Falkenmark *et al.*, 1989). Bình quân tài nguyên NĐĐ (sẵn có) hàng năm theo đầu người tại Sóc Trăng được xác định bằng tỷ lệ giữa trữ lượng tiềm năng NĐĐ với dân số của từng huyện. Sau đó áp dụng công thức tính R1 như sau:

$$R1 = \frac{WR - 500}{1700 - 500} \times 100$$

Trong đó: WR là lượng nước bình quân đầu người (m<sup>3</sup>/người/năm).

*Chỉ số biến thiên (R2)*: được sử dụng để phân ánh tính dễ tổn thương tài nguyên nước đối với cá nhân, cộng đồng và thể hiện qua hệ số biến thiên (CV) lượng mưa (Lawrence *et al.*, 2002 và Sullivan, 2006). Số liệu lượng mưa được thu thập từ Chi cục Thủy lợi và Phòng chống Lụt bão tỉnh Sóc Trăng từ năm 2004 đến năm 2013. Có tám trạm đo mưa được thu thập số liệu bao gồm: Sóc Trăng, Mỹ Tú, Đại Ngãi, Trần Đề, Long Phú, Vĩnh Châu, Mỹ Thanh và Kế Sách. Sử dụng phương pháp Thiessen để xác định diện tích của các huyện bị ảnh hưởng bởi các trạm. Sau đó, tính toán hệ số CV cho từng huyện. Một giá trị CV bằng hoặc lớn hơn 30% được lấy làm ngưỡng để chỉ ra tình trạng dễ bị tổn thương nhất (Babel and Wahid, 2009).

$$R2 = \left(1 - \frac{CV}{0,3}\right) \times 100$$

Trong đó: CV là hệ số biến thiên của sự khác biệt lượng mưa.

*Chỉ số phát triển nước (R3)*: được định nghĩa là tỷ lệ giữa nhu cầu nước với tổng nguồn nước hiện có. WD và WA dựa vào báo cáo từ Sở TNMT ST (2010). R3 được tính như sau:

$$R3 = \left(1 - \frac{WD}{WA}\right) \times 100$$

Trong đó: WD và WA tương ứng là tổng nhu cầu nước (Water Demand) và tổng lượng NĐĐ sẵn có (Water Availability).

b. Thành phần Khả năng tiếp cận (Access - A)

Thành phần *Khả năng tiếp cận* thể hiện khả năng xã hội sử dụng tài nguyên nước, bao gồm hai chỉ số: sử dụng nước hợp vệ sinh (A1) và điều kiện vệ sinh (A2) và được đánh giá ở cấp huyện. Tính toán A1 và A2 dựa trên tỷ lệ hộ dân sử dụng nước hợp vệ sinh và nhà vệ sinh hợp vệ sinh với tổng dân số. Tỷ lệ này được thống kê bởi Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh Môi trường Nông thôn tỉnh Sóc Trăng (2014).

$$A1 = \frac{P_n}{P} \times 100, A2 = \frac{P_{vs}}{P} \times 100$$

Trong đó: P<sub>n</sub> và P<sub>vs</sub> tương ứng là hộ dân sử dụng nước hợp vệ sinh và nhà vệ sinh hợp vệ sinh; P là tổng dân số.

c. Thành phần Năng lực (Capacity - C)

Thành phần *Năng lực* nhằm đánh giá khả năng quản lý nguồn tài nguyên nước của cộng đồng một cách đúng đắn và hiệu quả, bằng cách xem xét khả năng tài chính, giáo dục và cơ sở hạ tầng, đánh giá ở cấp huyện.

*Yếu tố tài chính (C1)*: được đánh giá bởi sự tương quan giữa tỷ lệ hộ nghèo và giáo dục (C2). C2 được xác định bằng tỷ lệ học sinh hoàn thành chương trình tiểu học, do Sở Giáo dục và Đào tạo tỉnh Sóc Trăng thống kê (2012). C1 được xác định từ Niên giám thống kê tỉnh năm 2012. C1 và C2 được tính như sau:

$$C1 = \left(1 - \frac{P_n}{P}\right) \times 100 \quad C2 = \frac{P_{hs}}{P} \times 100$$

Trong đó: P<sub>n</sub> và P<sub>gd</sub> lần lượt là tỷ lệ hộ nghèo và học sinh hoàn thành chương trình tiểu học.

*Yếu tố cơ sở hạ tầng (C3)*: được đánh giá bằng tỷ lệ hộ dân có điện sử dụng (C3a) (Sở Công thương tỉnh Sóc Trăng (2013) và tiếp cận với dịch vụ y tế (C3b). Tiếp cận dịch vụ y tế được đánh giá thông qua tỷ lệ trẻ dưới một tuổi được tiêm đầy đủ



các loại vắc - xin (Niên giám Thống kê tỉnh Sóc Trăng, 2012).

$$C3a = \frac{P_d}{P} \times 100C3b = \frac{C_{vx}}{C_t} \times 100$$

Trong đó:  $P_d$  là hộ dân có điện sử dụng;  $C_{vx}$  là số trẻ sơ sinh được tiêm đầy đủ các loại vắc - xin;  $C_t$  là tổng số trẻ sơ sinh được sinh ra trong một năm.

d. Thành phần Sử dụng (Use - U)

Thành phần *Sử dụng* phản ánh hiệu quả của các mục đích sử dụng nước khác nhau, bao gồm sinh hoạt (U1) và nông nghiệp (U2), đánh giá theo đơn vị hành chính. Do không có số liệu tổng sản phẩm của các cơ sở sản xuất công nghiệp theo từng huyện nên nghiên cứu không tính đến sử dụng nước trong công nghiệp.

*Sử dụng nước cho sinh hoạt (U1)*: WHO và UNICEF (2000) đã thông qua mức 20 L/người/ngày cho mục đích sinh hoạt bình thường; trong khi, Gleick (1996) lập luận rằng ít nhất 50 L/người/ngày là cần thiết để đáp ứng sức khỏe và nhu cầu vệ sinh cơ bản. Howard and Bartram (2003) đề xuất rằng tất cả yêu cầu có thể được đáp ứng với 100 L/người/ngày. Theo Seager (2002), bình quân lượng nước cho mục đích sinh hoạt ở Việt Nam là 47 m<sup>3</sup>/người/ngày, còn theo NSWSS (2000) thì con số này là 22 m<sup>3</sup>/người/ngày. MRC (2005) đã sử dụng lượng nước tối thiểu sử dụng cho sinh hoạt là 20 L/người/ngày và 100 L/người/ngày là cần thiết đối với nước đang phát triển để đánh giá nhu cầu dùng nước ở lưu vực hạ lưu sông Mê Kông. Vì lý do này trong nghiên cứu sử dụng lượng nước từ 20 đến 100 L/người/ngày là giá trị chuẩn thấp nhất và cao nhất. Bình quân lượng nước sử dụng cho sinh hoạt theo đầu người xác định theo báo cáo của Sở TNMT ST (2010).

$$U1 = 1 - \frac{1 - SH}{100 - 20} \times 100$$

Trong đó: SH là lượng nước sử dụng cho mục đích sinh hoạt (L/người/ngày).

*Sử dụng nước trong nông nghiệp (U2)*: được ước lượng bằng cách điều chỉnh cân đối tỷ lệ tổng sản phẩm quốc dân (GDP) đóng góp của ngành nông nghiệp vào tổng GDP (Văn phòng Tỉnh ủy tỉnh Sóc Trăng, 2012). Theo Công văn số 529/CTUBND/HC của chủ tịch Ủy ban nhân dân tỉnh Sóc Trăng, nghiêm cấm các hoạt động khai thác NĐĐ để bơm tưới cho lúa trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng, nên lượng nước cho nông nghiệp chỉ tính lượng nước tưới cho cây màu, bỏ qua lượng

nước tưới lúa. Lượng nước tính dựa vào diện tích, thời gian sinh trưởng và nhu cầu nước của từng loại cây màu. Nhu cầu nước và thời gian sinh trưởng dựa theo chuẩn của FAO. Diện tích cây màu theo báo cáo của Cục Thống kê tỉnh Sóc Trăng (2014). U2 được tính như sau:

$$U2 = \frac{GDP_{NN}/GDP}{NN/WD} \times 100$$

Trong đó: GDP<sub>NN</sub>/GDP là cơ cấu kinh tế của ngành nông nghiệp; NN là nhu cầu nước cho nông nghiệp.

e. Thành phần Môi trường (Environment - E)

Thành phần *Môi trường* phản ánh được tác động môi trường của quản lý nguồn nước, bao gồm chỉ số căng thẳng (E1) và thâm thực vật (E2).

*Chỉ số căng thẳng (E1)*: được sử dụng để phản ánh những áp lực đặt lên hệ sinh thái. Theo đề nghị của OECD (2008), số lượng nước tiêu thụ có liên quan đến tổng lượng nước được sử dụng. Để đánh giá chỉ số này, theo OECD (2008), 60% lưu lượng nước là cần thiết để duy trì một hệ sinh thái lành mạnh và hoạt động.

$$E1 = \left(1 - \frac{WD/WA}{0.6}\right) \times 100$$

*Chỉ số thâm thực vật (E2)*: theo UNEP (2004), thâm thực vật là tỷ lệ che phủ của thảm thực vật tự nhiên và tái sinh còn lại (bao gồm rừng, đất ngập nước, thảo nguyên, lãnh nguyên, sa mạc và núi). Theo WWF Nepal (World Wildlife Fund - WWF) (2012), thảm thực vật còn được xác định theo phần trăm diện tích thảm thực vật tự nhiên. Trong nghiên cứu này, E2 áp dụng theo cách xác định của WWF và được tính theo diện tích của rừng tràm, rừng ngập mặn và sông, ao, hồ với tổng diện tích lưu vực, dựa vào bản đồ sử dụng đất của tỉnh Sóc Trăng năm 2010 (Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2010).

$$E2 = \frac{A_{tv}}{A_t} \times 100$$

Trong đó:  $A_{tv}$  là diện tích thảm thực vật tự nhiên (km<sup>2</sup>);  $A_t$  là tổng diện tích lưu vực (km<sup>2</sup>).

Đánh giá WPI có xét đến gia trọng. Các gia trọng phải được lựa chọn sao cho tổng của chúng luôn luôn bằng 1, điều này có tác dụng tạo ra sự đánh đổi giữa các tiêu chí. Gia trọng không đều được đưa ra dựa trên cơ sở tầm quan trọng của từng thành phần hay dựa trên ý kiến từ các chuyên gia hoặc cộng đồng. Sự lựa chọn của các chuyên gia có thể phản ánh đánh giá chủ quan, biện minh

cho sự lựa chọn của các chuyên gia. Trong đó, gia trọng trong thành phần phụ của từng thành phần chính giống nhau nhưng giữa các thành phần chính thì khác nhau. Gia trọng có tác dụng tạo sự cân bằng giữa các thành phần WPI. Nghiên cứu này, trước tiên, thông qua phương pháp gia trọng đều và sau đó là gia trọng không đều để tính WPI. Gia trọng không đều được xác định bằng cách gửi mẫu *Phiếu đánh giá gia trọng* đến hai cấp hành chính, cấp sơ là Sở TNMT ST (6 phiếu) và cấp huyện là Phòng Tài nguyên và Môi trường các huyện (9 phiếu). Sau đó, thống kê tổng số điểm của năm thành phần, xác định gia trọng (w) theo tỷ lệ điểm số từng thành phần đạt được và tính toán giá trị WPI tổng theo công thức sau:

$$WPI = \frac{w_r R + w_a A + w_c C + w_u U + w_e E}{w_r + w_a + w_c + w_u + w_e}$$

Trong đó: R, A, C, U và E lần lượt là điểm số của thành phần *Tài nguyên, Khả năng tiếp cận, Năng lực, Sử dụng* và *Môi trường*;  $w_r, w_a, w_c, w_u, w_e$ : lần lượt là gia trọng của các thành phần WPI tương ứng.

WPI của tỉnh Sóc Trăng được xác định theo gia trọng là diện tích, tức là tổng WPI của từng huyện nhân với diện tích của từng huyện, sau đó chia lại cho tổng diện tích của tỉnh. Cuối cùng thể hiện phân bố không gian WPI ở cấp huyện theo các mức độ nghèo nước và giá trị năm thành phần WPI dạng pentagram. Mức độ nghèo nước được phân theo năm mức: *ngghiêm trọng* (WPI < 48), *cao* (WPI = 48 – 56), *trung bình* (WPI = 56 – 62), *trung bình thấp* (WPI = 62 – 68) và *thấp* (WPI > 68) (Lawrence *et al.*, 2002).

### 2.3 Đề xuất giải pháp thích ứng

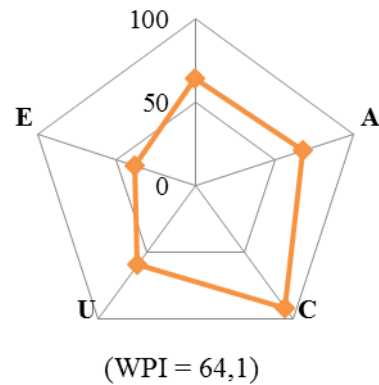
Từ sự phân bố không gian WPI quy mô huyện sẽ xác định được những khu vực nghèo nước. Ngoài ra, thông qua giá trị WPI bằng cách hiển thị các giá trị của năm thành phần dạng sao năm cánh sẽ xác định các yếu tố chính gây ra tình trạng nghèo nước, từ đó sẽ gây chú ý trực tiếp cho nhu

cầu ngành nước, đòi hỏi chính sách quan tâm cấp bách cho từng nơi. Từ đó làm cơ sở đưa ra những giải pháp thích hợp cho từng khu vực khác nhau.

## 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

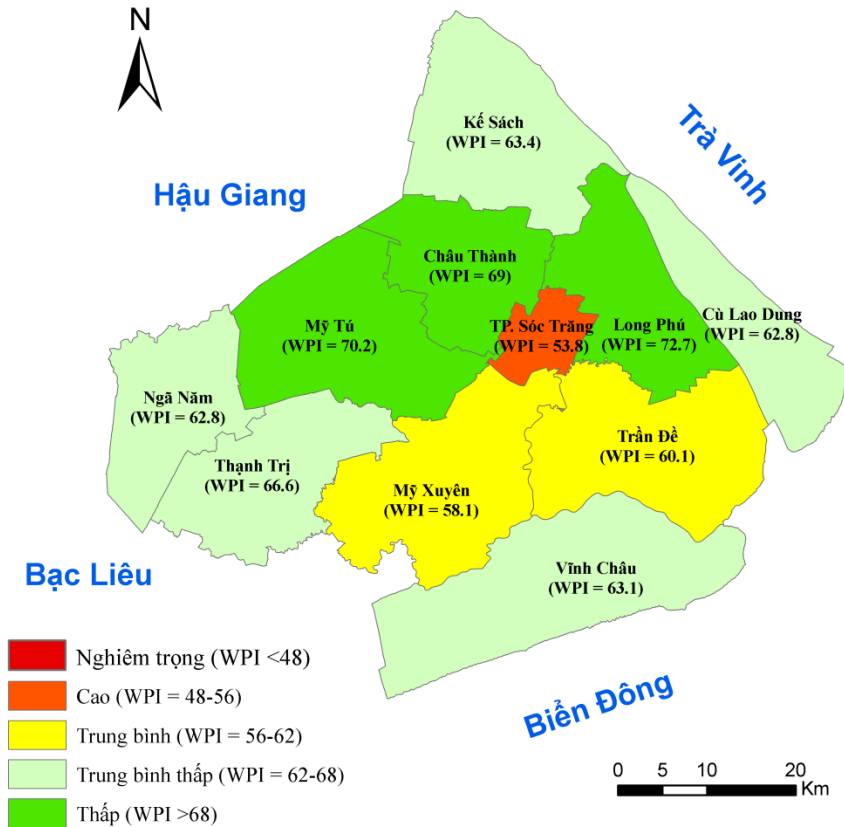
### 3.1 Kết quả tính WPI và năm thành phần chính

Kết quả tính toán giá trị WPI của tỉnh Sóc Trăng là 64,1 với điểm số năm thành phần Tài nguyên, Khả năng tiếp cận, Năng lực, Sử dụng và Môi trường lần lượt là 64,2; 67,8; 91,1; 59,1 và 38,5 (Hình 3). Như vậy, với kết quả này Sóc Trăng sẽ tương ứng với mức tình trạng nghèo nước trung bình thấp, cũng có nghĩa là tỉnh Sóc Trăng đang trong tình trạng quản lý tài nguyên nước tốt.



**Hình 3: WPI tỉnh Sóc Trăng theo gia trọng đều**

Tỷ lệ gia trọng năm thành phần WPI theo gia trọng không đều được thống kê cho kết quả như sau: Tài nguyên 22,4%; Khả năng tiếp cận 20,8%; Năng lực 19,2%; Sử dụng 19,6% và Môi trường 18,0%. Tỷ lệ giữa các thành phần khác nhau không quá lớn, chính vì vậy, kết quả WPI của các huyện khác biệt không nhiều so với giá trị WPI có gia trọng đều. WPI theo gia trọng không đều vẫn cho kết quả Sóc Trăng thuộc tình trạng nghèo nước trung bình thấp (WPI là 64,6). Tuy nhiên, có sự khác biệt rõ ràng về tình trạng nghèo nước giữa các huyện trong tỉnh như thể hiện trên Hình 4.



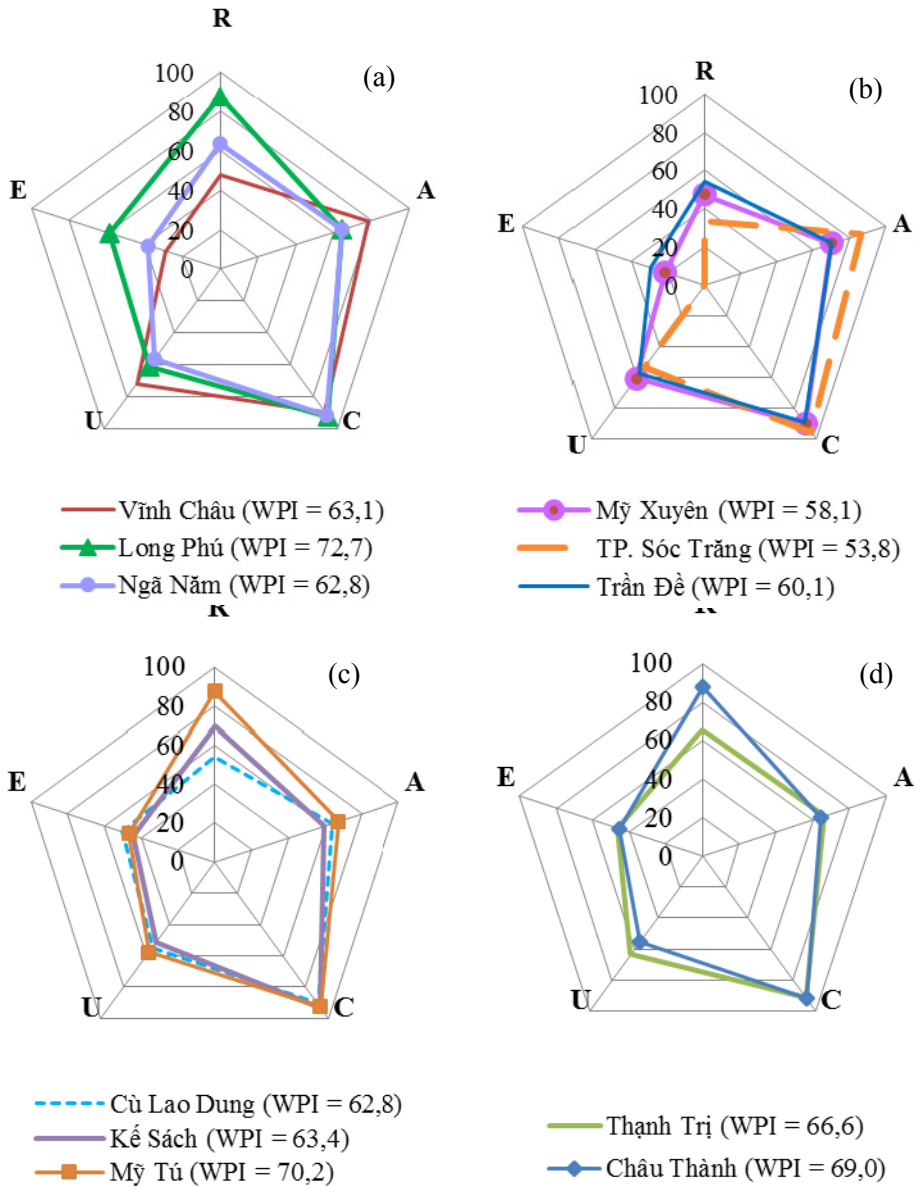
**Hình 4: WPI tỉnh Sóc Trăng theo gia trọng đều**

Các huyện trong tình trạng nghèo nước với bốn mức độ khác nhau từ thấp đến trung bình thấp, trung bình và cao. Tình trạng nghèo nước nghiêm trọng không xảy ra ở Sóc Trăng. WPI của các huyện trong khoảng từ 53,8 đến 72,7, với giá trị thấp nhất tại Thành phố Sóc Trăng (53,8) và cao nhất tại Long Phú (72,7). Cụ thể, các huyện Cù Lao Dung (62,8), Kế Sách (63,4), Ngã Năm (62,8), Thạnh Trị (66,6) và Vĩnh Châu (63,1) trong tình trạng nghèo nước trung bình thấp; Trần Đề (60,1) và Mỹ Xuyên (58,1) nghèo nước trung bình. Đặc biệt, với giá trị WPI là 53,8 điều này đồng nghĩa với Thành phố Sóc Trăng đã nghèo nước ở mức cao. Tương ứng 73,8% diện tích và 75,3% dân số tỉnh Sóc Trăng đối mặt với tình trạng nghèo nước (năm 2012).

Để hiển thị một cách rõ ràng hơn, các giá trị của các thành phần sẽ được thể hiện dưới dạng đồ thị dạng sao năm cánh, từ đó, những điểm mạnh và điểm yếu của các thành phần của các huyện sẽ có

thể được phân biệt rõ ràng. Các thành phần của WPI ở một số huyện trong khu vực nghiên cứu được minh họa trong Hình 5. Nhìn chung, tỉnh Sóc Trăng đã thực hiện tốt các năng lực con người như Khả năng tiếp cận hay Năng lực. Điều này chỉ ra rằng tỷ lệ người dân có tiếp cận nước sạch, điều kiện vệ sinh, tài chính và cơ sở hạ tầng là tốt. Như vậy, tình trạng nghèo nước xuất phát chủ yếu do thành phần Môi trường và Sử dụng hạn chế. Hầu hết các huyện phải đối mặt với mức độ nghiêm trọng của thành phần Môi trường tức là do áp lực nguồn nước cao và tỷ lệ thâm thực vật thấp. Ngoài ra, tình trạng trung bình của thành phần Sử dụng là kết quả của tỷ lệ người dân được đáp ứng nhu cầu nước cho sinh hoạt và sản xuất chỉ ở mức tương đối. Tuy nhiên, cũng cần xem xét đến thành phần Tài nguyên ở một số huyện (Thành phố Sóc Trăng, Vĩnh Châu và Mỹ Xuyên) bởi tại các huyện này thành phần Tài nguyên đang với mức độ nghiêm trọng (tương ứng là 33, 47 và 47).





**Hình 5: Năm thành phần của WPI tại các huyện**

Trong Hình 5(a), huyện Long Phú có giá trị WPI cao nhất (72,7) tương ứng với tình trạng nghèo nước thấp. Ngoài Long Phú còn có Châu Thành và Mỹ Tú là ba huyện nghèo nước thấp ở Sóc Trăng. Đạt được kết quả này là do các thành phần đều có giá trị từ trung bình đến cao. Về cơ bản, các năng lực con người đã được quan tâm, Tài nguyên đảm bảo, tuy nhiên Sử dụng đã ở mức trung bình và Môi trường ở mức nghiêm trọng.

Ngược lại, Thành phố Sóc Trăng có giá trị WPI thấp nhất với 53,8, đây là địa phương duy nhất ở Sóc Trăng nghèo nước ở mức cao (Hình 5(b)).

Nguyên nhân là do thành phần Tài nguyên, Sử dụng và Môi trường rất hạn chế, dù rằng thành phần Khả năng tiếp cận và Năng lực rất tốt. Điều này cũng phù hợp, bởi đây là trung tâm của tỉnh Sóc Trăng, nơi được đầu tư về cơ sở hạ tầng đáp ứng nhu cầu của người dân. Ngoài ra, Thành phố Sóc Trăng tập trung đông dân cư và quá trình đô thị hóa dẫn đến áp lực về nguồn nước gia tăng và diện tích bê tông hóa ngày càng được mở rộng kéo theo diện tích thảm thực vật thu hẹp. Tuy nhu cầu nước cho sinh hoạt được đảm bảo nhưng nước cho nông nghiệp lại thiếu nghiêm trọng. Thành phần Tài nguyên của TP. Sóc Trăng ở mức nghiêm trọng

chủ yếu là do trữ lượng NĐĐ hạn chế (dưới 170.000 m<sup>3</sup>/ngày) và do sự thay đổi lượng mưa khá lớn (CV = 0,2).

Hai huyện Trần Đề và Mỹ Xuyên trong tình trạng thiếu nước trung bình, giá trị WPI là 60,1 và 58,1 (Hình 5(b)). Cũng giống như TP. Sóc Trăng hai huyện này nghèo nước do thành phần Tài nguyên, Sử dụng và Môi trường. Thành phần Tài nguyên ở mức trung bình và nghiêm trọng là do trữ lượng NĐĐ hạn chế hay lượng nước bình quân đầu người thấp (Trần Đề: 32, Mỹ Xuyên: 48) và biến thiên lượng mưa lớn (CV = 0,2). Thành phần Sử dụng ở mức trung bình là chủ yếu do nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt còn hạn chế. Riêng thành phần Môi trường là do cả hai thành phần phụ gây ra, đặc biệt là chỉ số thâm thực vật.

**Bảng 2: Tương quan giữa các thành phần của WPI**

	R	A	C	U	E	WPI
R	1,00					
A	-0,70	1,00				
C	0,00	0,26	1,00			
U	-0,11	0,29	-0,57	1,00		
E	<b>0,82</b>	<b>-0,85</b>	-0,30	0,02	1,00	
WPI	<b>0,93</b>	-0,62	-0,15	0,18	<b>0,88</b>	1,00

Thành phần Tài nguyên và Môi trường có mối quan hệ chặt với WPI, các thành phần khác tương quan thấp với WPI. Như vậy, thành phần Tài nguyên và Môi trường là yếu tố quan trọng trong việc xác định Chỉ số nghèo nước. Điều này cũng đồng nghĩa, giá trị WPI phụ thuộc nhiều vào thành phần Tài nguyên và Môi trường. Hệ số tương quan giữa WPI và thành phần Tài nguyên là 0,93 có nghĩa là 93% sự thay đổi trong WPI có thể giải thích bởi thành phần Tài nguyên. Tương tự, hệ số tương quan giữa WPI và thành phần Môi trường là 0,88 có nghĩa là 88% sự thay đổi trong WPI có thể giải thích bởi thành phần Môi trường. Điều này cho thấy đầu tư vào hai lĩnh vực này có thể có một tác động trực tiếp vào việc cải thiện tình hình nước trong khu vực nghiên cứu.

Giữa các thành phần, Tài nguyên với Môi trường có mối quan hệ thuận và chặt với nhau (0,82), tức là khi một trong hai thành phần này thay đổi thì thành phần còn lại sẽ thay đổi tương ứng theo. Tương quan cao giữa Tài nguyên và Môi trường được tìm thấy do mối tương quan tự nhiên của chúng. Dựa vào điều này, các nhà ra quyết định có thể linh hoạt lựa chọn các thành phần phù hợp với từng địa phương mà đầu tư. Theo Bảng 2 thì cũng có thể thấy rằng, thành phần Môi trường và Khả năng tiếp cận có quan hệ chặt với nhau

Các huyện Cù Lao Dung, Kế Sách, Ngã Năm, Thạnh Trị và Vĩnh Châu trong tình trạng thiếu nước trung bình thấp, WPI nằm trong khoảng 62,5 đến 66,6. Nhìn chung, điểm số của các thành phần tương đương nhau, các huyện thực hiện tốt các năng lực con người nhưng yếu về vấn đề Môi trường và Sử dụng, cần đặc biệt chú ý đến thành phần Môi trường.

**3.2 Kết quả tính tương quan**

Mối tương quan giữa năm thành phần với nhau và với WPI (cấp huyện) được thể hiện trong Bảng 2. Theo Bảng 2, có mối liên quan chặt chẽ giữa thành phần Môi trường với Tài nguyên và Khả năng tiếp cận, giữa WPI với thành phần Tài nguyên và Môi trường. Các thành phần còn lại có sự tương quan thấp.

nhưng là quan hệ nghịch (-0,85), có nghĩa là khi nâng cao Môi trường thì Khả năng tiếp cận sẽ giảm đi tương ứng và ngược lại. Một tương quan cao giữa Khả năng tiếp cận và Môi trường có nghĩa tiếp cận càng nhiều với các dịch vụ nước thì có thể làm suy giảm Môi trường. Các thành phần còn lại không quan hệ chặt với nhau và với WPI.

Như vậy, với kết quả WPI đạt được có thể tạo ra cái nhìn tổng quan về tình hình nguồn nước trong tỉnh Sóc Trăng. Để hiển thị các kết quả một cách trực quan đến người dân hoặc thu hút sự chú ý của các nhà hoạch định chính sách, đồ thị dạng sao năm cánh đã được sử dụng vì nó phản ánh các giá trị của các thành phần WPI, hiển thị đồng thời các điểm của năm thành phần WPI, cho phép so sánh dễ dàng những điểm mạnh và điểm yếu của các huyện với nhau. WPI có thể cung cấp cách đánh giá giúp xác định các thứ tự ưu tiên đầu tư cần thiết; và WPI là một công cụ giám sát hữu ích đối với ngành nước.

**3.3 Đề xuất những can thiệp**

Để cải thiện tình trạng nghèo nước trong khu vực nghiên cứu cần được giải quyết điểm yếu của các huyện. Bằng cách kiểm tra các thành phần phụ trong năm thành phần, sẽ xác định thứ tự ưu tiên để đầu tư vào các khía cạnh nghèo nhất (về NĐĐ). Từ kết quả nghiên cứu, nhìn chung, tình trạng nghèo

nước ở Sóc Trăng là do vấn đề Môi trường, Sử dụng và một số huyện có thêm thành phần Tài nguyên. Vì vậy, để cải thiện tình trạng nghèo nước các huyện cần nâng cao hai thành phần Môi trường và Sử dụng. Về thành phần Môi trường, cần nghiên cứu tận dụng các nguồn khác như nước mặt (xây dựng các công trình dẫn dòng nước mặt từ sông Hậu) và nước mưa nhằm giảm áp lực lên nguồn NĐĐ. Về thành phần Sử dụng, hiệu quả sử dụng nước thấp đòi hỏi các chính sách phát triển và hỗ trợ kỹ thuật trong lĩnh vực nông nghiệp, chẳng hạn như điều chỉnh cơ cấu sản xuất nông nghiệp và ứng dụng các công nghệ tưới tiết kiệm nước. Riêng một số huyện cần có các giải pháp cụ thể như sau:

**Thành phố Sóc Trăng:** tình trạng nghèo nước ở mức cao xảy ra ở Thành phố Sóc Trăng là do vấn đề Môi trường và Tài nguyên hạn chế. Nhu cầu sử dụng nước so với tổng nguồn nước hiện có là khá lớn dẫn đến gia tăng căng thẳng về nguồn nước. Vì vậy, để cải thiện tình trạng nghèo nước cần gia tăng yếu tố Môi trường (E1 và E2), Sử dụng (U2) và Tài nguyên (R1 và R2). Với tình hình thực tế của Thành phố Sóc Trăng, giải pháp để tăng ba thành phần là gia tăng tổng nguồn nước hiện có bằng cách đa dạng nguồn nước sử dụng như nước mặt hoặc nước mưa kết hợp nguồn NĐĐ, giảm áp lực nguồn NĐĐ.

**Huyện Trần Đề và Thị xã Vĩnh Châu:** Trần Đề là huyện nghèo nước với mức trung bình và Vĩnh Châu nghèo nước với mức trung bình thấp. Trần Đề và Vĩnh Châu nghèo nước do hai thành phần Môi trường (E1 và E2) và Tài nguyên (R1 và R2) ở mức nghiêm trọng. Riêng Trần Đề còn có thêm thành phần Sử dụng (U1 và U2). Đây là hai huyện ven biển nên giải pháp cải thiện thành phần Môi trường bằng cách gia tăng diện tích rừng ngập mặn. Kêu gọi người dân tiết kiệm nước tưới cho cây trồng, hoàn chỉnh hệ thống tưới tiêu để giảm lượng nước thất thoát, rò rỉ bằng giải pháp bê tông hóa và kiên cố hóa kênh mương nhằm giảm áp lực cho nguồn NĐĐ. Bên cạnh đó, nghiên cứu các công nghệ tưới tiêu khoa học, vừa tiết kiệm nước vừa nâng cao năng suất cây trồng. Quản lý diện tích cây trồng, tránh tình trạng mở rộng diện tích tự phát.

**Huyện Mỹ Xuyên và Thị xã Ngã Năm:** Mỹ Xuyên là huyện nghèo nước trung bình ở Sóc Trăng, Ngã Năm nghèo nước trung bình thấp. Cũng giống như các huyện khác, Mỹ Xuyên nghèo nước do thành phần Môi trường (E1 và E2) và Tài nguyên (R1 và R2) ở mức nghiêm trọng và Sử dụng (U1) ở mức trung bình. Ngã Năm cũng cần

cải thiện thành phần Môi trường (E2) ở mức nghiêm trọng và Sử dụng (U2) ở mức cao. Để gia tăng thành phần Sử dụng, hai huyện này cần sử dụng tiết kiệm nước, điều tiết nguồn nước sử dụng, giảm thiểu áp lực nguồn nước, thay đổi cơ cấu mùa vụ và áp dụng các kỹ thuật tưới tiết kiệm nước. Riêng Ngã Năm có thể gia tăng thêm diện tích rừng tràm hiện có.

#### 4 KẾT LUẬN

Tỉnh Sóc Trăng nghèo nước mức trung bình thấp với giá trị WPI là 64,1. Tỷ lệ gia trọng giữa các thành phần khác nhau không quá lớn, chính vì vậy, WPI theo gia trọng không đều vẫn cho kết quả Sóc Trăng thuộc tình trạng nghèo nước trung bình thấp (WPI là 64,6). Tuy nhiên, có sự khác biệt về tình trạng nghèo nước giữa các huyện trong tỉnh. Thành phố Sóc Trăng nghèo nước ở mức cao, Mỹ Xuyên và Trần Đề nghèo nước trung bình. Các huyện còn lại nghèo nước trung bình thấp hoặc thấp. Nhìn chung, các năng lực con người ở Sóc Trăng đã được thực hiện tốt. Tình trạng nghèo nước là do hạn chế thành phần Môi trường và Sử dụng. Hầu hết các huyện phải đối mặt với mức độ nghiêm trọng của thành phần Môi trường và trung bình đối với thành phần Sử dụng, một số huyện còn do thành phần Tài nguyên đã ở mức độ nghiêm trọng. Các huyện nghèo nước do hạn chế tùy các thành phần mà có các giải pháp tương ứng nhằm giảm thiểu tình trạng nghèo nước.

Giá trị WPI trong nghiên cứu còn hạn chế ở một số điểm sau: (1) Sử dụng nước cho công nghiệp chưa được xét đến trong nghiên cứu; (2) Nghiên cứu vẫn chưa cho thấy sự thay đổi giá trị WPI theo mùa (mùa mưa và mùa khô); và (3) Nghiên cứu không xét đến khả năng trao đổi nguồn nước xuyên địa phương và khả năng tái sử dụng nguồn nước khi đánh giá việc sử dụng nước.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Babel, M.S. and Wahid, S.M., 2009. Freshwater under threat: South East Asia – vulnerability assessment of freshwater resources to environmental change. United Nations Environment Program (UNEP) and Asian Institute of Technology (AIT).
2. Chi cục Thủy lợi và Phòng chống lụt bão tỉnh Sóc Trăng, 2014. Tài liệu lượng mưa và mực nước tỉnh Sóc Trăng năm 2004 – 2013.
3. Chủ tịch UBND tỉnh Sóc Trăng, 2010. Công văn số 529/CTUBND/HC ngày 22 tháng 2 năm 2010 của chủ tịch UBND tỉnh Sóc Trăng về việc nghiên cứu các hoạt

- động khai thác NĐĐ để bơm tưới lúa trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng.
4. Cục Quản lý Tài nguyên nước, 2013. Nguồn nước ngầm đang ô nhiễm nghiêm trọng. <http://dwrn.gov.vn/index.php?language=vi&nv=news&op=Tai-nguyen-nuoc/Nguon-nuoc-ngam-dang-o-nhiem-nghiem-trong-3097>
  5. Cục Thống kê tỉnh Sóc Trăng, 2012. Niên giám thống kê tỉnh Sóc Trăng năm 2012.
  6. Cục Thống kê tỉnh Sóc Trăng, 2014. Báo cáo diện tích – năng suất – sản lượng hoa màu vụ mùa chính thức năm 2013.
  7. Daniell, K.A., White, I., Ferrand, N., Ribarova, I.S., Coad, P., Rougier, J.E., Hare, M., Jones, N.A., Popova, A., Rollin, D., Perez, P., Burn, S., 2010. Coengineering participatory water management processes: theory and insights from Australian and Bulgarian interventions. *Ecol. Soc.* 15 (4).
  8. Falkenmark, M., Lundqvist, J., and Widstrand, C., 1989. Macro scale water scarcity water scarcity requires micro-scale approaches: aspects of vulnerability in semi-arid development. *Natural Resources Forum*, 13 (4), 258–267.
  9. FAO. Irrigation Water Management: Irrigation water needs. Produced by: Natural Resources Management and Environment Department. <http://www.fao.org/docrep/s2022e/s2022e07.htm#TopOfPage>
  10. Feitelson, E. and Chenoweth, J., 2002. Water poverty: towards a meaningful indicator. *Water Policy*, 4, 263–281.
  11. Gleick, P.H., 1996. Basic water requirements for human activities: meeting basic needs. *Water International*, 21, 83–92.
  12. Howard, G. and Bartram, J., 2003. Domestic water quantity, service, level and health. Geneva: World Health Organization [http://www.groundwateruk.org/Sustainable\\_Groundwater\\_Management.aspx](http://www.groundwateruk.org/Sustainable_Groundwater_Management.aspx)
  13. Lawrence, P., Meigh, J., and Sullivan, C., 2002. The water poverty index: an international comparison. Keele economics research papers, Keele, UK: Keele University.
  14. Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Nam, 2013. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước dưới đất vùng Đồng bằng sông Cửu Long, đề xuất các giải pháp ứng phó.
  15. MRC, 2005. The MRC basin development plan. Economic valuation of water resources (RAM application).
  16. NSWSS, 2000. National Strategy for Water Supply and Sanitation. Government of Vietnam. OECD, 2008. Key environmental indicators. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Environment Directorate, Environment Policy Committee
  17. Phòng Tài nguyên nước và Khoáng sản, 2014. Báo cáo chuyên đề về tài nguyên nước (Chuyên mục tháng 3/2014).
  18. Seager, M. (2002). Water for domestic use and sanitation. Chapter 2, State of the Basin Report, Mekong River Commission (DRAFT).
  19. Sở Công thương tỉnh Sóc Trăng, 2012. Tình hình thực hiện điện hóa năm 2012.
  20. Sở Giáo dục và Đào tạo tỉnh Sóc Trăng, 2012. Báo cáo kết quả phổ cập giáo dục tiểu học tỉnh Sóc Trăng năm 2012 – 2013.
  21. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2010. Bản đồ sử dụng đất tỉnh Sóc Trăng năm 2010.
  22. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng, 2010. Báo cáo Quy hoạch khai thác, sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất tỉnh Sóc Trăng đến năm 2020.
  23. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng, 2010b. Giải pháp bảo vệ tài nguyên nước ngầm tỉnh Sóc Trăng.
  24. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng, 2010c. Đánh giá mức thiệt hại về tài nguyên môi trường, KTXH và các thiệt hại khác do BĐKH và nước biển dâng gây ra.
  25. Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh Sóc Trăng, 2014. Báo cáo kết quả bộ chỉ số theo dõi – đánh giá nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh Sóc Trăng năm 2013.
  26. UNDP, 2006. Human Development Report. Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis. United Nations, New York.
  27. UNEP, 2004. EVI: Description of indicators.
  28. Văn phòng tỉnh ủy tỉnh Sóc Trăng, 2012. Báo cáo kinh tế - xã hội các huyện của tỉnh Sóc Trăng năm 2012.

29. Vo Thanh Danh, 2008. Household Switching Behavior in the Use of Groundwater in the Mekong Delta, Vietnam. Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA)
30. WHO/UNICEF, 2000. Joint monitoring program for water supply and sanitation, global water supply and sanitation assessment 2000 report, World Health Organization/United Nations Children's Fund (WHO/UNICEF), Geneva/New York.
31. WWF Nepal, 2012. Water poverty of indrawati basin, analysis and mapping.