

Ứng dụng chỉ số chất lượng nước dưới đất và phân tích thành phần chính đánh giá chất lượng nước tầng chứa nước Pleistocen, huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu

Nguyễn Hải Âu, Hoàng Nhật Trường, Phạm Thị Tuyết Nhi, Tất Hồng Minh Vy,
Phan Nguyễn Hồng Ngọc, Nguyễn Kiên Quyết

Tóm tắt—Ở nghiên cứu này, các phương pháp chỉ số chất lượng nước (GWQI) và phân tích thành phần chính (PCA) được ứng dụng cho việc đánh giá mức độ ô nhiễm và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng nước tầng chứa nước Pleistocen khu vực huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu. Các mẫu nước dưới đất được thu thập từ 17 giếng quan trắc vào tháng 4 (mùa khô) và tháng 10 (mùa mưa) trong giai đoạn 2012-2017. Chín thông số chất lượng nước (pH, TDS, độ cứng, Cl⁻, F⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Cu²⁺ và Fe²⁺) được lựa chọn để phân tích, đánh giá trong nghiên cứu này.

Kết quả tính toán GWQI của 17 giếng vào mùa khô có chất lượng nước từ tốt đến rất tốt (chiếm 82%) và 17 giếng vào mùa mưa có chất lượng từ rất tốt đến trung bình (chiếm 94%). Lượng giếng quan trắc có chất lượng nước xấu – rất xấu cũng có sự thay đổi giữa mùa khô và mùa mưa. PCA đã chỉ ra được hai nhân tố đặc trưng gây ảnh hưởng đến chất lượng nước khu vực nghiên cứu. Hai thành phần chính gồm sự tương tác của các thành phần hóa học trong trầm tích sông và đặc điểm thạch học tầng chứa nước hay hoạt động nhân sinh đã giải thích được 65,555% (mùa khô) và 61,562% (mùa mưa) biến thiên phương sai của tập mẫu.

Ngày nhận bản thảo: 20-8-2018; Ngày chấp nhận đăng: 27-12-2018; Ngày đăng: 31-12-2018.

Nguyễn Hải Âu, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM (e-mail: haiauvtn@gmail.com)

Hoàng Nhật Trường, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG- HCM (e-mail: hntuong.envi@gmail.com)

Phạm Thị Tuyết Nhi, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM (e-mail:tuyetnhiptt0801@gmail.com)

Tất Hồng Minh Vy, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM (e-mail: tathongminhvy271@gmail.com)

Phan Nguyễn Hồng Ngọc, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM (e-mail: ngocphan1201@gmail.com)

Nguyễn Kiên Quyết, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM (e-mail: nguyengkiet411@gmail.com)

Kết quả nghiên cứu cung cấp những thông tin cụ thể, công cụ hữu ích trong việc xử lý các dữ liệu quan trắc phức tạp và phân vùng chất lượng nước dưới đất khu vực nghiên cứu, giúp các cơ quan chức năng trong việc hoạch định các chiến lược thích hợp trong quản lý bền vững tài nguyên nước dưới đất

Từ khóa—chất lượng nước dưới đất, chỉ số chất lượng nước dưới đất, phân tích thành phần chính.

1 MỞ ĐẦU

Chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI - Groundwater Quality Index) là kỹ thuật đánh giá, cung cấp sự ảnh hưởng tổng hợp của từng thông số chất lượng trên toàn bộ chất lượng nước. GWQI là phương pháp mô tả định lượng về chất lượng nước và khả năng sử dụng, được biểu diễn qua thang điểm, là thông số quan trọng để phân vùng chất lượng nước dưới đất [9].

Phân tích thành phần chính (PCA – Principal Component Analysis) là một trong các phương pháp thống kê đa biến được áp dụng để giảm số chiều của một tập dữ liệu bao gồm một số lượng lớn của các biến liên quan. Những cất giảm được thực hiện bằng cách chuyển đổi các dữ liệu vào một tập mới của các biến, các thành phần chủ yếu (PCs), đó là trực giao (không tương quan) và được sắp xếp theo thứ tự giảm dần tầm quan trọng [5].

Trong những năm gần đây, GWQI và PCA được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực môi trường như diễn biến chất lượng nước dưới đất, nước mặt và đánh giá các chỉ thị chất lượng môi trường. Ở Ấn Độ [2, 10], Bangladesh [1], Thổ Nhĩ Kỳ [9, 11], Ai Cập [3], Nhật Bản [7], các nghiên cứu này

đã ứng dụng phương pháp thống kê đa biến (PCA, CA, DA, ...) và chỉ số chất lượng nước đánh giá chất lượng nước mặt, nước dưới đất ở các lưu vực sông dựa vào mối quan hệ giữa các thông số đo đạc với các đặc điểm nguồn tầng chứa nước, từ đó đề xuất được các thông số đặc trưng chất lượng nước của lưu vực để giám sát và quản lý hiệu quả. Ở nước ta hiện nay, các kỹ thuật thống kê đa biến (PCA, CA, HCA...) nói chung và phân tích thành phần chính (PCA) nói riêng cũng được ứng dụng rộng rãi, nhưng chủ yếu là các ngành kinh tế và xã hội. Trong lĩnh vực môi trường, ở Việt Nam nói chung và tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu nói riêng, đã có một số nghiên cứu của các nhóm tác giả ứng dụng phân tích thống kê đa biến để đánh giá chất lượng nước dưới đất [4-6]. Các kết quả bước đầu cho thấy các kỹ thuật phân tích thống kê đa biến có nhiều ưu điểm, cung cấp nhiều thông tin hơn với tập số liệu quan trắc lớn từ công trình quan trắc chất lượng nước hằng năm. Trong nghiên cứu này, tập trung tính toán, phân tích các thông số lý hóa của chất lượng nước dưới đất trong tầng chứa nước Pleistocen bằng GWQI và PCA, kết hợp với đặc điểm tầng chứa nước và phân bố nguồn thải khu vực huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu. Kết quả phân tích cho phép đánh giá thông tin về sự tương đồng trong số các trạm quan trắc khác nhau, từ đó xác định các thông số chất lượng nước đặc trưng theo thời gian, các tác động của các nguồn ô nhiễm trên lưu vực đến chất lượng nước.

2 TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Mô tả vùng nghiên cứu

Huyện Tân Thành thuộc tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, phía Đông giáp huyện Châu Đức, phía Tây giáp huyện Cần Giuộc và thành phố Vũng Tàu, phía Nam giáp thành phố Bà Rịa và phía Bắc giáp huyện Long Thành, tỉnh Đồng Nai. Diện tích tự nhiên (33.825 ha), dân số trung bình (137.334 người). Huyện Tân Thành nằm trong vùng khí hậu đồng bằng Nam Bộ có khí hậu nhiệt đới gần xích đạo, chịu ảnh hưởng chủ yếu của gió mùa Đông Bắc và Tây Nam. Một năm có hai mùa rõ rệt là mùa khô và mùa mưa. Mùa khô kéo dài từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau, có nền nhiệt độ trung

binh hàng năm cao (26,3°C) và hầu như không thay đổi nhiều trong năm. Mùa mưa bắt đầu từ tháng 5 đến tháng 10, lượng mưa trung bình năm là 1356,5 mm/năm.

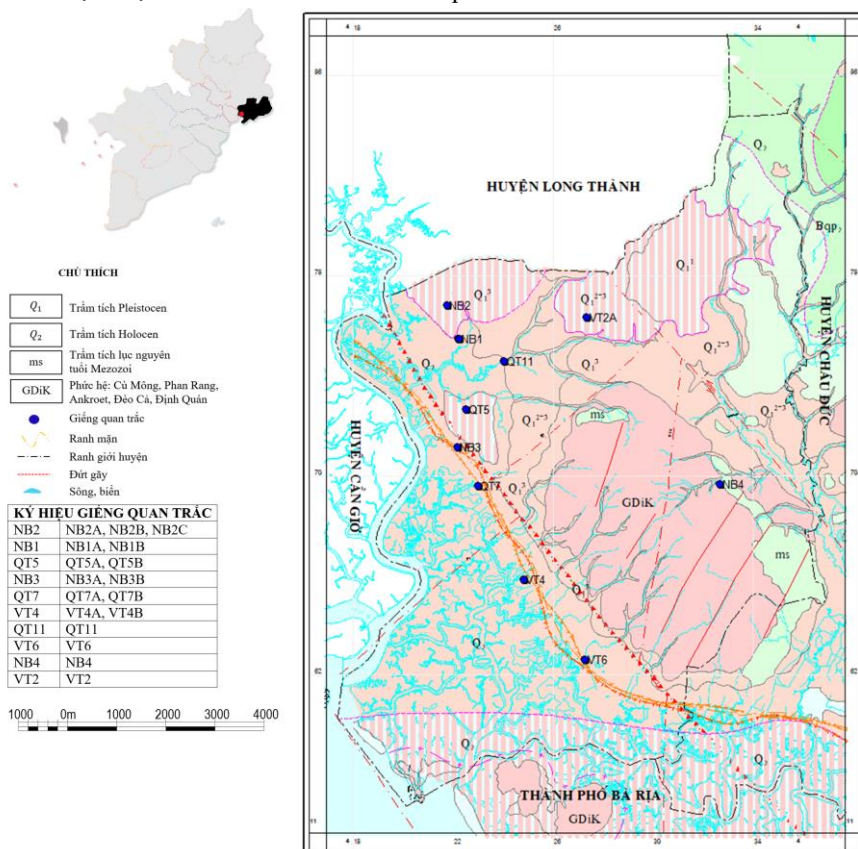
Huyện Tân Thành có 3 tầng chứa nước lỗ hổng chính: (1) Tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Pleistocen trên (qp₃), (2) Tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen giữa-trên (qp₂₋₃), (3) Tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen dưới (qp₁). Thành phần thạch học tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen gồm chủ yếu là cát hạt mịn đến trung thô chứa sạn sỏi, có nơi lẫn sét bột hoặc xen kẹp các thấu kính mỏng sét bột, bột cát mịn, đất đá hạt thô nằm dưới hệ tầng Cù Chi, hệ tầng Thủ Đức và hệ tầng Trảng Bom với các khoáng vật chính: Fluorit-apatit, fenspat, thạch cao, turmalin, montmorilonit, ilmenit và một số tạp chất khác. Loại hình hóa học nước chủ yếu là Clorur Natri, Bicarbonat-Clorur Natri-Calci, Bicarbonat-Clorur Calci-Natri, có nguồn cung cấp chính cho tầng là nước mưa và nước mặt thấm trực tiếp ở những vùng lộ và thấm xuyên từ các tầng chứa nước bên trên, miền thoát hướng ra biển và các sông rạch trũng thấp. Trong đó, 2 tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Pleistocen trên (qp₃) và Pleistocen giữa trên (qp₂₋₃) phân bố chủ yếu trên toàn huyện, là nguồn cung cấp chính cho các nhà máy khai thác nước lớn (Phú Mỹ - Mỹ Xuân, Tóc Tiên) và nhỏ lẻ trên khu vực nghiên cứu. Theo số liệu quan trắc trong khoảng thời gian từ 2012 đến 2017 do Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu thực hiện, diễn biến chất lượng nước tại các trạm quan trắc tầng Pleistocen trên địa bàn huyện Tân Thành có sự thay đổi qua các năm, đặc biệt là các thông số TDS, Clorur, Florur, Sắt có giá trị vượt ngưỡng giới hạn so với QCVN 09-MT:2005/BTNMT do chịu tác động lớn bởi các tác động kinh tế-xã hội và nhiễm mặn trong khu vực [8].

2.2 Tài liệu nghiên cứu

Theo số liệu quan trắc giai đoạn 2012-2017 được Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu thực hiện tại 17 trạm quan trắc tầng chứa nước Pleistocen, phân tích 29 thông số hóa lý. Tuy nhiên, kết quả phân tích cho thấy, một số thông số không phát hiện, một số các không được phân tích liên tục giai đoạn 2012-2017. Do vậy,

trong bài báo này sử dụng chín thông số chất lượng nước (pH, TDS, độ cứng, Cl⁻, F⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Cu²⁺ và Fe²⁺) từ 17 giếng quan trắc chất lượng nước dưới đất trên địa bàn huyện Tân Thành được Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu thực hiện vào mùa khô và mùa

mưa giai đoạn 2012-2017 (NB2C, NB2A, NB3A, NB1B, NB4, NB1A, VT2A, VT6, QT5B, NB2B, QT11, QT7B, NB3B, QT5A, VT4B, QT7A, VT4A) được lựa chọn xử lý và đánh giá. Vị trí các giếng quan trắc được trình bày trong sơ đồ vị trí quan trắc ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ vị trí lấy mẫu huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu

2.3 Phương pháp nghiên cứu

2.3.1 Phương pháp phân tích thống kê đa biến và xử lý số liệu

Tất cả các tính toán toán học GWQI và thống kê được thực hiện bằng cách sử dụng phần mềm EXCEL 2016 (Microsoft Office). Phương pháp phân tích PCA được xử lý bằng phần mềm SPSS PASW Statistics 21 theo sơ đồ phương pháp nghiên cứu ở Hình 2.

2.3.2 Chỉ số chất lượng nước dưới đất (Ground Water Quality Index)

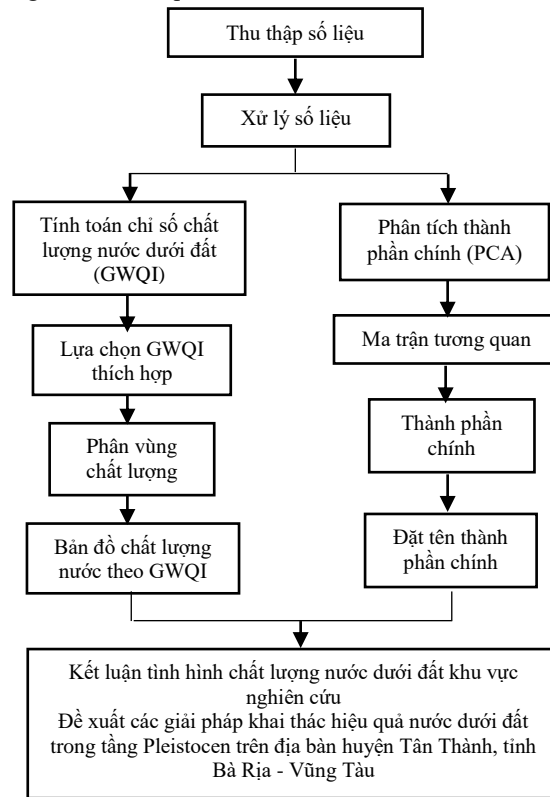
Phương pháp chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI) phản ánh hợp phần ảnh hưởng của riêng các thông số chất lượng nước khác nhau, phụ thuộc nhiều vào đặc điểm khu vực nghiên cứu và mục đích sử dụng. Chất lượng nước dưới đất được tính toán bằng cách dùng công thức GWQI [13], được so với giới hạn của Quy chuẩn Việt Nam QCVN 09-MT:2015/BTNMT.

$$GWQI = \sum S_i = \sum (w_i \times q_i) = \left[\left(\frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) \times \left(\frac{C_i}{S_i} \times 100 \right) \right]$$

(1)

Trong đó C_i là nồng độ của mỗi thông số, S_i là giá trị giới hạn, w_i được chỉ định trọng số theo tầm quan trọng của nó trong bộ dữ liệu quan trắc,

q_i là tỷ lệ chất lượng nước, W_i là trọng số tương quan và SI_i là chỉ số đại diện cho thông số thứ i .



Hình 2. Sơ đồ phương pháp nghiên cứu

Bảng 1. Bảng trọng số, trọng số tương quan và giá trị giới hạn chỉ số chất lượng nước (GWQI)

Thông số	Đơn vị	Trọng số (w_i)	Trọng số tương quan (W_i)	Giá trị giới hạn (S_i) (QCVN 09-MT :2015/BTNMT)
pH	-	4	0,12500	5,5 - 8,5
TDS	mg/l	4	0,12500	1500
Độ cứng	mg/l	2	0,06250	500
Cl^-	mg/l	3	0,09375	250
F ⁻	mg/l	4	0,12500	1
NO_3^-	mg/l	5	0,15625	15
SO_4^{2-}	mg/l	4	0,12500	400
Cu^{2+}	mg/l	2	0,06250	0,05
Fe^{2+}	mg/l	4	0,12500	5
		$\sum w_i=32$	$\sum W_i=1$	

2.3.3 Phân tích thành phần chính (Principle Component Analysis - PCA)

Kỹ thuật PCA rút ra các giá trị riêng và phương sai từ ma trận tương quan của các biến ban đầu. Các thành phần chính là các biến không tương quan, thu được bằng cách nhân các biến tương quan ban đầu với hệ số tải nhân tố. Vì vậy, các thành phần chính được kết hợp tuyến tính của các biến ban đầu. PC cung cấp thông tin về các thông

số có ý nghĩa nhất, trong đó mô tả toàn bộ dữ liệu thiết lập dựng hình dữ liệu giảm với sự giảm tối thiểu các thông tin ban đầu. Nó là một kỹ thuật mạnh mẽ cho mô hình giải thích sự thay đổi của một tập lớn các tương quan biến và chuyển đổi thành một tập hợp nhỏ hơn của các biến độc lập (thành phần chính).

FA tiếp tục làm giảm sự đóng góp của ít biến quan trọng thu được từ PCA và nhóm mới của các

biến được rút ra thông qua việc quay trên trục được xác định bởi PCA. Trục đồ thị xác định bởi PCA quay để giảm sự liên kết các biến ít quan trọng. FA có thể được biểu diễn như sau:

$$F_i = a_{1y}y_1 + a_{2y}y_2 + \dots + a_{my}y_m \quad (2)$$

Khi F_i là nhân tố, a là hệ số tải nhân tố, y là giá trị đo của biến, i là số nhân tố, j là số mẫu và m là tổng số biến. Và các nhân số (các điểm số tổng số ước lượng được cho từng quan sát trên các nhân tố được rút ra) có thể được biểu thị như sau:

$$Z_{ij} = a_{1f}f_{ij} + a_{2f}f_{2j} + \dots + a_{mf}f_{mj} + e_{ij} \quad (3)$$

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Thống kê mô tả dữ liệu quan trắc

Thống kê mô tả về bộ dữ liệu thông số chất lượng nước dưới đất được thể hiện trong bảng 2 và bảng 3. Sự phân bố các thông số chất lượng nước dưới đất được đánh giá bằng cách xác định giá trị lớn nhất, giá trị nhỏ nhất, giá trị trung vị, độ lệch chuẩn của tập dữ liệu quan trắc gồm chín thông số. Kết quả thấy được xu hướng biến động của các thông số chất lượng nước được lấy ở 17 giếng quan trắc tầng chứa nước Pleistocen khu vực nghiên cứu 2012 – 2017.

Bảng 2. Bảng thống kê mô tả chất lượng nước mùa khô

Thông số	Đơn vị	Mùa khô						
		Max	Min	Median	Mean	Std	Số giếng vượt QCVN09-MT:2015/BTNMT	% Số giếng vượt QCVN09-MT:2015/BTNMT
pH	-	7,28	4,10	6,13	6,22	0,78	-	-
Độ cứng	mg/l	657,50	8,50	45,50	104,65	162,07	1	5,88
TDS	mg/l	1357,00	38,00	105,00	261,53	379,68	0	0
Cl ⁻	mg/l	953,61	7,09	17,73	121,47	258,69	2	11,76
F ⁻	mg/l	1,63	0,00	0,12	0,27	0,37	1	5,88
NO ₃ ⁻	mg/l	2,44	0,11	0,41	0,80	0,65	0	0
SO ₄ ²⁻	mg/l	95,58	5,76	45,15	50,04	24,41	0	0
Cu ²⁺	mg/l	0,11	0,01	0,01	0,03	0,03	0	0
Fe ²⁺	mg/l	69,36	0,16	2,62	7,30	15,79	5	29,41

Ghi chú: Max – Giá trị lớn nhất; Min – Giá trị nhỏ nhất; Median – Giá trị trung vị;
Mean – Giá trị trung bình; Std - Độ lệch chuẩn;

Bảng 3. Bảng thống kê mô tả chất lượng nước mùa mưa

Thông số	Đơn vị	Mùa mưa						
		Max	Min	Median	Mean	Std	Số giếng vượt QCVN09-MT:2015/BTNMT	% Số giếng vượt QCVN09-MT:2015/BTNMT
pH	-	7,33	4,16	6,12	6,16	0,90	-	-
Độ cứng	mg/l	308,50	8,00	21,50	76,03	102,72	0	0
TDS	mg/l	1368,00	43,00	102,00	227,29	363,78	0	0
Cl ⁻	mg/l	475,03	7,09	12,41	68,96	125,44	2	11,76
F ⁻	mg/l	1,70	0,00	0,12	0,22	0,38	1	5,88
NO ₃ ⁻	mg/l	6,09	0,17	0,35	1,00	1,41	0	0
SO ₄ ²⁻	mg/l	59,08	2,88	12,97	17,12	13,02	0	0
Cu ²⁺	mg/l	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0
Fe ²⁺	mg/l	46,45	0,18	1,61	7,87	12,13	5	29,41

Ghi chú: Max – Giá trị lớn nhất; Min – Giá trị nhỏ nhất; Median – Giá trị trung vị;
Mean – Giá trị trung bình; Std - Độ lệch chuẩn;

3.2 Xác định chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI)

Chỉ số chất lượng nước GWQI được sử dụng như một kỹ thuật tính toán tổng tỷ lệ từng thông

số chất lượng nước lên giá trị tổng bộ dữ liệu chất lượng nước khu vực nghiên cứu nhằm xác định tính bền vững của chất lượng nước trong việc đánh giá nguy cơ nhiễm mặn, quá trình tính toán sử dụng QCVN 09:2015/BTNMT. Kết quả được

thể hiện ở bảng 4, bảng 5 cho thấy GWQI vào mùa khô dao động từ 14,39 đến 240,73, giá trị này có xu hướng giảm vào mùa mưa (13,44 đến 134,44). Kết quả tính toán cho thấy, vào mùa khô có khoảng 29% giếng (NB2C, NB3A, QT5A, NB2A, NB2B) đạt GWQI <20 và được đánh giá là những khu vực có chất lượng nước rất tốt. Bên cạnh đó, hơn 53% tổng các giếng đạt chất lượng tốt (QT5B, VT6, NB1B, NB3B, QT7B, NB1A, NB4, QT11, VT2A) vào mùa này. Ba giếng còn lại rơi vào khu vực có tầng chứa nước đạt chất lượng xấu (VT4A, QT7A) với 12% và rất xấu (VT4B) với 6% so với toàn bộ giếng. Đối với 3 giếng này, nồng độ của độ cứng, TDS, Cl⁻, SO₄²⁻ và Fe²⁺ đạt giá trị khá cao so với dữ liệu mẫu:

- VT4A, QT7A: Cl⁻ và Fe²⁺ vượt quy chuẩn (VT4A: Cl⁻ = 652,28 mg/l, Fe²⁺ = 8,52 mg/l; QT7A: Fe²⁺ = 10,67 mg/l).

- VT4B: thuộc loại nước rất xấu trong mùa khô, độ cứng vượt QCVN (657,5 mg/l, Cl⁻ vượt gấp 4 lần (953,61 mg/l).

Vào mùa mưa giá trị GWQI dao động từ 13,44 – 134,44, giá trị trung bình đạt 39,2. Kết quả cho thấy 47% các giếng đạt chất lượng nước rất tốt, cao gần gấp 2 lần so với mùa khô (NB1B, NB2C, NB3A, QT7B, NB1A, NB2A, NB2B, VT2A). Ngược lại, 18% giếng đạt chất lượng tốt (NB3B, NB4, QT11); 29% là phần trăm số giếng đạt chất lượng trung bình (QT5B, VT4B, QT5A, VT4A, QT7A), chỉ có 6% giếng đạt chất lượng xấu (VT6) và không có giếng nào thuộc chất lượng nước rất xấu.

Nhìn chung, chất lượng nước của các giếng vào mùa mưa được cải thiện đáng kể, nồng độ TDS, Cl⁻, độ cứng, Fe²⁺ vẫn còn tương đối cao tuy nhiên đã giảm đáng kể so với mùa khô. Ở mùa này, giếng VT4B (đạt chất lượng rất xấu ở mùa khô) rơi vào khung chất lượng nước đạt mức trung bình, chỉ có giá trị Cl⁻ vượt gần gấp đôi quy chuẩn Việt Nam (Cl⁻ = 475,03 mg/l). Tuy nhiên vào mùa mưa, đặc tính dòng chảy khiến lượng bổ cập nước nhậ vào các tầng chứa nước với cường độ lớn trong một khoảng thời gian nhất định làm gia tăng lượng chất rắn lơ lửng trong nước. Hiện tượng pha loãng này cũng khiến nồng độ Cl⁻, SO₄²⁻ giảm mạnh, các giếng chứa hàm lượng lớn các anion này vào mùa khô cũng trở về mức chất lượng

nước trung bình. Thay vào đó, nồng độ Fe²⁺ và TDS có xu hướng tăng ở một số giếng so với mùa khô (QT5A, QT5B; VT4A, VT7A) và đặc biệt nhất là VT6 với nồng độ Fe cao gấp 10 lần so với quy chuẩn (Fe²⁺ = 46,45 mg/l).

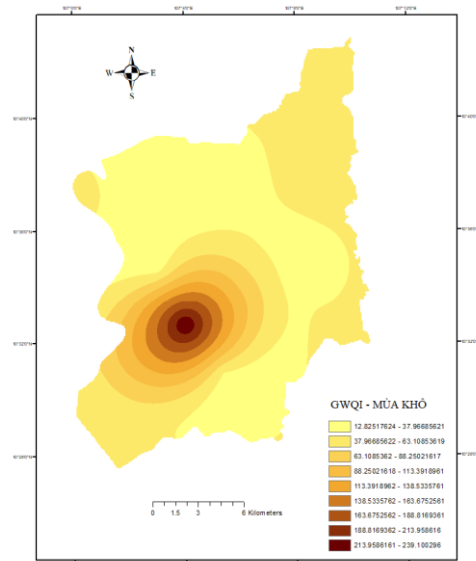
Đây là một trong những nguyên nhân xuất hiện giếng VT6 ở khu vực có chất lượng nước xấu vào mùa mưa.

Bảng 4. Chi số chất lượng nước mùa khô

GIẾNG	GWQI	GIẾNG	GWQI
QT5B	38,58	QT5A	19,21
VT4B	240,73	VT4A	72,30
VT6	36,58	NB1A	20,98
NB1B	24,03	NB2A	17,80
NB2C	17,87	NB2B	14,39
NB3A	16,30	NB4	24,77
NB3B	39,44	QT11	20,38
QT7B	24,41	QT7A	77,62
		VT2A	23,44

Bảng 5. Kết quả chi số chất lượng nước mùa khô

Phân hạng	Phân loại nước	Số giếng quan trắc	Tên giếng quan trắc
<20	Rất tốt	5	NB2C, NB3A, QT5A, NB2A, NB2B
<50	Tốt	9	QT5B, VT6, NB1B, NB3B, QT7B, NB1A, NB4, QT11, VT2A
50 – 100	Trung bình	-	-
100 – 200	Xấu	2	VT4A, QT7A
>200	Rất xấu	1	VT4B



Hình 2. Bản đồ phân bố GWQI mùa khô

Bảng 6. Chỉ số chất lượng nước mùa mưa

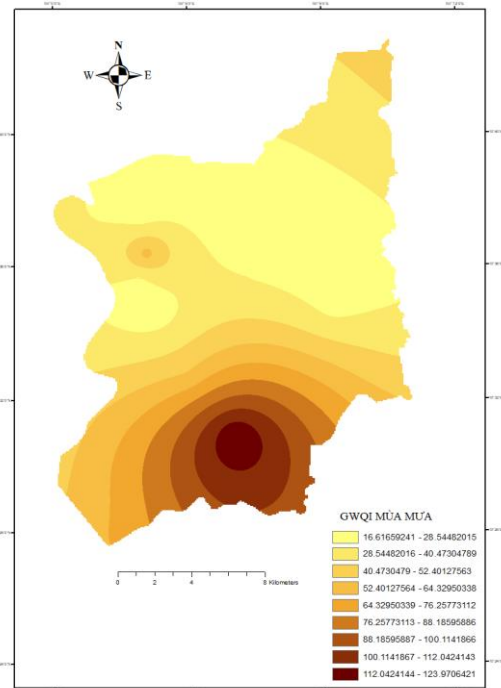
GIẾNG	GWQI	GIẾNG	GWQI
QT5B	74,45	QT5A	55,96
VT4B	52,46	VT4A	81,16
VT6	134,44	NB1A	16,30
NB1B	15,92	NB2A	13,44
NB2C	16,93	NB2B	13,90
NB3A	16,16	NB4	21,22
NB3B	24,96	QT11	20,42
QT7B	17,15	QT7A	76,35
		VT2A	15,07

Bảng 7. Kết quả chỉ số chất lượng nước mùa mưa

Phân hạng	Phân loại nước	Số giếng quan trắc	Tên giếng quan trắc
<20	Rất tốt	8	NB1B, NB2C, NB3A, QT7B, NB1A, NB2A, NB2B, VT2A
<50	Tốt	3	NB3B, NB4, QT11
50 – 100	Trung bình	5	QT5B, VT4B, QT5A, VT4A, QT7A
100 – 200	Xấu	1	VT6
>200	Rất xấu	-	-

3.3 Sự biến thiên theo không gian các cụm giếng

PCA được sử dụng để phân tích bộ dữ liệu gồm chín thông số và mười bảy giếng quan trắc nhằm chỉ ra những thành phần chính là nguyên nhân gây



Hình 3. Bản đồ phân bố GWQI mùa mưa

ra sự thay đổi chất lượng nước khu vực nghiên cứu của 2 mùa. Phương pháp Varimax được sử dụng xoay nguyên gốc các nhân tố để tối thiểu hóa lượng biến.

Bảng 8. Kết quả phân tích thành phần chính các thông số quan trắc

Thông số	Mùa khô		Mùa mưa	
	Thành phần 1	Thành phần 2	Thành phần 1	Thành phần 2
TDS	0,964	-	0,784	-0,294
Cl ⁻	0,923	0,190	0,948	-
Độ cứng (theo CaCO ₃)	0,909	-0,202	0,931	0,102
Fe ²⁺	0,803	-0,343	0,471	-0,619
SO ₄ ²⁻	0,461	0,289	0,705	0,142
F ⁻	0,342	-0,304	0,426	0,453
Cu ²⁺	-	0,938	0,545	0,349
pH	-0,239	-0,862	-0,164	0,721
NO ₃ ⁻	-0,116	0,496	-	0,765
Giá trị đặc trưng (Eigenvalue)	3,653	2,247	3,606	1,934
% Phương sai	40,587	24,968	40,069	21,493
Phương sai tích lũy	40,587	65,555	40,069	61,562

Trong bài báo này, kết quả PCA cho thấy có hai thành phần chính gây ảnh hưởng đến chất lượng nước hiện hữu ở cả mùa khô và mùa mưa. Thành phần 1 của cả hai mùa được rút trích lần lượt 40,587 % và 40,069 % tổng phương sai bộ dữ liệu có liên quan đến các thông số TDS, Cl⁻, độ cứng, Fe²⁺ và SO₄²⁻. Các thông số này có tương quan mạnh mẽ đối với thành phần 1 của cả hai mùa có thể được giải thích rằng chất lượng nước

nghiên cứu có ảnh hưởng từ các thành phần hóa học có trong trầm tích sông – sông biển hiện hữu và có xu hướng bị nhiễm mặn thể hiện qua hàm lượng cao (nồng độ vượt quy chuẩn) của các thông số độ cứng, TDS, Cl⁻, SO₄²⁻ và Fe²⁺.

Thành phần 2 chứa các thông số (F⁻, Cu²⁺, pH và NO₃⁻) là thành phần chứa các thông số có khả năng liên quan đến đặc điểm đất đá của tầng chứa nước hoặc hoạt động nhân sinh xung quanh liên

quan đến sự thay đổi chất lượng nước của tầng chứa nước. Tuy nhiên trong trường hợp này, giá trị của các thông số thuộc thành phần 2 của cả hai mùa vẫn còn thấp và chưa ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng nước (không vượt QCVN). Thêm vào đó, phần trăm phương sai giải thích cho thành phần hai tương đối thấp, không đáng kể đối với tập dữ liệu (24,986 % và 21,493 %), do đó thành phần hai chưa thể hiện được xu hướng chung của chất lượng nước.

4 KẾT LUẬN

Kỹ thuật tính toán chỉ số chất lượng nước và phân tích thành phần chính được ứng dụng trong nghiên cứu này như một công cụ phân tích rõ hơn về mức độ ô nhiễm và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng nước dưới đất, giúp các nhà quản lý hiểu rõ hơn về chất lượng nước dưới đất tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen trên địa bàn huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, từ đó đưa ra được các giải pháp nhằm quản lý bền vững nguồn tài nguyên nước trong khu vực.

Trong nghiên cứu này, tổng số 17 mẫu nước lấy từ giếng quan trắc được phân tích trong mùa khô và mùa mưa giai đoạn 2012-2017 thu được kết quả như sau:

- Theo GWQI, trong mùa khô, 29 % mẫu nước dưới đất đại diện cho nước “rất tốt”, 53 % nước “tốt”, 12 % và 6 % lần lượt cho thấy nước xấu và rất xấu. Trong mùa mưa, 47 % mẫu nước đại diện cho nước “rất tốt”, 18 % nước “tốt”, 29 % nước loại “trung bình” và 6 % cho thấy nước xấu. Tình trạng này là do lượng nước nhạt được bổ cập vào các tầng chứa nước và sự ảnh hưởng của các giếng gần ranh mặn.

- Kết quả phân tích thành phần chính (PCA) đã chỉ ra 2 nhân tố chính ảnh hưởng đến chất lượng nước dưới đất trong khu vực (sự tương tác của các thành phần hóa học trong trầm tích sông và đặc điểm thạch học tầng chứa nước hay hoạt động nhân sinh), tính toán được 65,555 % tổng biến thiên phương sai của tập dữ liệu vào mùa khô và 61,562 % tổng biến thiên phương sai của tập dữ liệu vào mùa mưa.

Kết quả phân tích cho thấy chất lượng nước có sự thay đổi theo mùa, các ion đại diện cho xu hướng nhiễm mặn như TDS, Cl⁻, SO₄²⁻, Fe²⁺ đã được giải thích khá thỏa đáng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. B. Doza, A. R. M. T. Islam, F. Ahmed, S. Das, N. Saha, M. S. Rahman, “Characterization of groundwater quality using water evaluation indices, multivariate

- statistics and geostatistics in central Bangladesh,” *Water Science.*, vol. 30, no. 1, pp. 19-40, 2016, DOI: 10.1016/j.wsj.2016.05.001.
- [2] B. Desai, H. Desai, “Assessment of Water Quality Index for The groundwater with respect to salt water intrusion as coastal region of Surat city, Gujarat, India”, *Journal of Environmental Research And Development.*, vol. 7, no. 2, pp. 607-621, 2012.
- [3] A. A. Masoud, M. M. E. Horiny, M. G. Atwia, K. S. Gmail, K. Koike, “Assessment of groundwater and soil quality degradation using multivariate and geostatistical analyses, Dakhla Oasis, Egypt,” *Journal of African Earth Sciences.*, vol. 142, pp. 64-81, 2018, DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2018.03.009.
- [4] N. H. Âu, V. V. Nghi, “Bước đầu áp dụng kỹ thuật phân tích thống kê đa biến phân tích số liệu chất lượng nước lưu vực sông Thị Tinh, tỉnh Bình Dương,” *Tạp chí Phát triển khoa học và công nghệ của Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.*, vol. 52, trang 190-199, 2014.
- [5] N. H. Âu, P. T. K. Ngàn, H. T. T. Thùy, P. N. H. Ngọc, “Ứng dụng phân tích thống kê đa biến trong đánh giá chất lượng nước dưới đất huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu,” *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ.*, vol. 20(M2), 99. 66-72, 2017.
- [6] P. N. H. Ngọc, H. T. T. Thùy, N. H. Âu, “Ứng dụng phương pháp phân tích cụm và phân tích biệt số đánh giá nhiễm mặn tầng chứa nước Pleistocen ở huyện Tân Thành, tỉnh BR-VT,” *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ.*, vol. 2, pp. 129-136, 2017.
- [7] S. Shrestha, F. Kazama, “Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan,” *Environmental Modelling & Software.*, vol. 22, pp. 464-475, 2007, DOI: 10.1016/j.envsoft.2006.02.001.
- [8] Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, “Vận hành mạng quan trắc nước dưới đất tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu,” TP. Vũng Tàu, BR-VT, VN, 2015.
- [9] S. Varol, A. Davraz, “Evaluation of the groundwater quality with WQI (Water Quality Index) and multivariate analysis: a case study of the Tefenni plain (Burdur/Turkey),” *Environmental Earth Sciences.*, vol. 73, no. 4, pp. 1725-1744, 2015.
- [10] T. A. Khan, “Groundwater Quality Evaluation Using Mutivariate Methods, in Parts of Ganga Sot Sub-Basin, Ganga Basin, India,” *Journal of Water Resource and Protection.*, vol. 7, p. 769, Jul 2015, DOI: 10.4236/jwarp.2015.79063.
- [11] M. Varol, B. Sen, “Assessment of nutrient and heavy metal contamination in surface water and sediments of the upper Tigris River, Turkey,” *Catena.*, vol. 92, pp. 1-10, 2012, DOI: 10.1016/j.catena.2011.11.011.
- [12] Q. Yang, J. Zhang, Y. Wang, Y. Fang, J.D. Martin, “Multivariate statistical analysis of hydrochemical data for shallow ground water quality factor identification in a coastal aquifer,” *Polish Journal of Environmental Studies.*, vol. 24, pp. 102-112, 2015, DOI: 10.15244/pjoes/30263.
- [13] M. Vasanthavigar, “Application of water quality index for groundwater quality assessment: Thirumanimuttar sub-basin, Tamilnadu, India”, *Environmental monitoring and assessment.*, vol 171, pp. 595-609, 2010, DOI: 10.1007/s10661-009-1302-1.

Application of groundwater quality index (GWQI) and principle component analysis (PCA) to assess the groundwater quality of Pleistocene aquifer in Tan Thanh district, Ba Ria – Vung Tau province

Nguyen Hai Au^{1,*}, Hoang Nhat Truong¹, Pham Thi Tuyet Nhi², Tat Hong Minh Vy², Phan Nguyen Hong Ngoc², Nguyen Kien Quyet²

¹Institute for Environment and Resources, VNU-HCM

²Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

*Corresponding author: haiauvtn@gmail.com

Received: 20-8-2018; Accepted: 25-12-2018; Published: 31-12-2018

Abstract—This research applied the groundwater quality index (GWQI) and principal component analysis (PCA) for assessing pollution levels and factors effecting groundwater quality of Pleistocene aquifer in Tan Thanh district, Ba Ria – Vung Tau province. Seventeen wells were collected in April (dry season) and October (rainy season) during 5 years (2012-2017). Nine parameters of water (pH, TDS, độ cứng, Cl⁻, F⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Cu²⁺ và Fe²⁺) were collected for analyses.

The results of GWQI (dry season) divided into 17 wells in dry season with groundwater quality from good to very good which occupied to 82% databases, compared to 94% of rainy season. Meanwhile, the

number of wells significantly changed from poor to very poor water between two seasons. PCA demonstrated that two specific factors, interaction of chemical components in river sediments and character of aquifer and anthropogenic, affected to the quality of groundwater in this study area. These explained 65.555% (dry season) and 61.562% (rainy season) of the variances.

This result is provided specific information, and the useful tools in order to deal with the complicated databases, as well as zone the groundwater quality in the study area. This further help the authorities to plan suitable strategy for groundwater quality management.

Index Terms—groundwater quality, groundwater quality index (GWQI), principal component analysis (PCA)