

Ứng dụng chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI) và GIS phân vùng chất lượng nước dưới đất tầng Pleistocen tại thị xã Phú Mỹ, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu

Nguyễn Hải Âu*, Trần Minh Bảo, Phạm Thị Tuyết Nhi, Tất Hồng Minh Vy, Trương Tấn Hiền, Trần Ngọc Hiệp, Lưu Khánh Linh, Lương Thị Hải Hà



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Pleistocen là tầng chứa nước trầm tích được khai thác chủ yếu được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như tưới tiêu, cấp nước cho các trạm khai thác phục vụ sinh hoạt, sản xuất và chăn nuôi tại thị xã Phú Mỹ, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu. Phương pháp chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI) và hệ thống thông tin địa lý (GIS) được ứng dụng để xác định sự biến thiên về không gian cũng như mức độ phù hợp của nước dưới đất tại thị xã Phú Mỹ. Các thông số chất lượng nước trong nghiên cứu này gồm pH, TDS, Độ cứng tổng, Cl^- , F^- , NH_4^+-N , $NO_3^- -N$, SO_4^{2-} , Pb^{2+} và Fe^{2+} được sử dụng tính toán từ 17 giếng quan trắc vào mùa khô và mùa mưa năm 2017. Kết quả bản đồ cho thấy các thông số chất lượng nước như Cl^- , F^- , NH_4^+ , Pb^{2+} và Fe^{2+} là các thông số quan trọng vượt mức tối đa giới hạn cho phép của QCVN. Chất lượng nước dưới đất theo kết quả phân tích GWQI cho thấy 88% (mùa khô) và 94% (mùa mưa) số giếng quan trắc có chất lượng "tốt" đến "rất tốt", số lượng giếng có chất lượng từ "xấu" đến "không phù hợp để sử dụng" có sự thay đổi giữa 2 mùa. Tương ứng bản đồ GWQI chỉ ra nước dưới đất có chất lượng tốt chiếm 98% diện tích khu vực nghiên cứu (331,44 km²) vào mùa khô, và chiếm 94,5% diện tích (319,58 km²) vào mùa mưa.

Từ khóa: GIS, chất lượng nước dưới đất, chỉ số chất lượng nước dưới đất

GIỚI THIỆU

Mục đích cấp nước cho sinh hoạt và nông nghiệp được áp dụng nhiều kỹ thuật đánh giá chất lượng nước khác nhau¹. Trong đó, một trong những kỹ thuật đánh giá chất lượng nước dưới đất được sử dụng rộng rãi và hữu ích nhất là phương pháp chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI - Groundwater Quality Index). Đây là kỹ thuật đánh giá, cung cấp sự ảnh hưởng tổng hợp của từng thông số đến 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 đất².

Phương pháp chỉ số chất lượng nước đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới như Ấn Độ^{3,4}, Bangladesh⁵, Ai Cập⁶, Thổ Nhĩ Kỳ⁷, Iran⁸. Các nghiên cứu này đã ứng dụng phương pháp WQI đánh giá chất lượng nước dưới đất dựa vào thông số đặc trưng chất lượng nước để tiến hành phân vùng, giám sát và quản lý nguồn nước.

Để hạn chế ý kiến chủ quan người ta đã tiến hành trình phân tích cấp bậc (AHP) để phân tích mối quan hệ của các thông số để lựa chọn trọng số một cách

khách quan nhất nhằm đảm bảo tính chính xác cũng như mức độ tin cậy của kết quả.

AHP được đề xuất như là một kỹ thuật phân tích quyết định để đánh giá các lựa chọn thay thế đa thuộc tính phức tạp giữa một hoặc nhiều người ra quyết định. AHP cung cấp thuật toán khách quan để xử lý các thể tách rời khỏi chủ quan và các sở thích riêng tư của một cá nhân hoặc nhóm trong việc đưa ra quyết định⁹.

AHP được sử dụng trên khắp thế giới trong các lĩnh vực như chính phủ, y tế, công nghiệp, giáo dục trong đó các vấn đề về môi trường như đánh giá chất lượng nước cho các con sông ở Tây Java, Indonesia¹⁰. Đánh giá sự thay đổi không gian và thời gian của chất lượng nước dưới đất quanh một bãi thải MSW mở ở thành phố Ranchi, Jharkhand, Ấn Độ¹¹.

Chỉ số chất lượng nước WQI có kết hợp trọng số AHP cũng đã được áp dụng nhằm đánh giá sự thay đổi không gian của chất lượng nước dưới đất tại Việt Nam, cụ thể là trong khoảng thời gian mười năm từ 2009 đến 2018 tại Tỉnh An Giang. Kết quả cho thấy, các giếng ở vùng Đông Bắc và Đông Nam của An Giang hầu hết được phân loại theo chất lượng nước xấu với nồng độ Arsenic (As) cao trong những năm qua, một phần do sự lắng đọng trầm tích rất lớn trong mùa

Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc Gia TP.HCM, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Hải Âu, Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc Gia TP.HCM, Việt Nam
Email: haiauvtn@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 09-3-2020
- Ngày chấp nhận: 01-6-2020
- Ngày đăng: 20-6-2020

DOI: 10.32508/stdjsee.v4i1.525



Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Âu N H, Bảo T M, Nhi P T T, Vy T H M, Hiền T T, Hiệp T N, Linh L K, Hà L T H. **Ứng dụng chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI) và GIS phân vùng chất lượng nước dưới đất tầng Pleistocen tại thị xã Phú Mỹ, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 4(1):149-161.

giao mùa. Sự hiểu biết về chất lượng nước dưới đất có thể giúp các nhà hoạch định chính sách bảo vệ và quản lý các nguồn nước một cách hợp lý dài hạn¹².

Các nghiên cứu trên cho thấy việc sử dụng chỉ số chất lượng nước dưới đất có trọng số (GWQI) được phát triển dựa trên quy trình phân cấp (AHP) gán trọng số cho các tham số là phương pháp, vừa phù hợp để đánh giá chất lượng nguồn nước áp dụng cho mục đích cấp nước và nông nghiệp, vừa đáp ứng được xu hướng toàn cầu hiện nay.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một công cụ để lưu trữ, phân tích và trực quan hóa không gian dữ liệu, nhằm hỗ trợ quá trình ra quyết định trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu. GIS cung cấp môi trường hiệu quả, nhanh chóng, để tổ chức, định lượng và giải thích khối lượng lớn dữ liệu không gian¹³. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng GIS và phương pháp GWQI để đánh giá chất lượng nước dưới đất như Ấn Độ^{14,15}, Ai Cập sử dụng tích hợp phân tích thủy địa hóa truyền thống và GIS với phân tích nhân tố để hiểu các nhân tố đang kiểm soát hóa học nước dưới đất¹³, Iran sử dụng phương pháp GIS với Chỉ số chất lượng nước dưới đất để phân tích chất lượng nước, được xác định bởi việc thực hiện loại bỏ bản đồ phân tích độ nhạy cảm, phục vụ cho mục đích phân vùng chất lượng nước có khả năng uống trong khu vực bán khô hạn¹⁶. Tại 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 phương pháp chỉ số chất lượng nước dưới đất^{17,18}. Tuy nhiên, hiện tại chưa có nghiên cứu nào áp dụng phương pháp GWQI trên nền tảng GIS để phân vùng và đánh giá chất lượng nước tại thị xã Phú Mỹ. Do đó, mục đích của nghiên cứu này là tập trung tính toán, phân tích các thông số hóa lý của chất lượng nước dưới đất trong tầng chứa nước Pleistocen bằng GWQI, kết hợp với hệ thống thông tin địa lý để đánh giá chất lượng và sự biến thiên chất lượng nước dưới đất theo không gian tại khu vực thị xã Phú Mỹ, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mô tả vùng nghiên cứu

Thị xã Phú Mỹ có 3 tầng chứa nước lỗ hổng chính, gồm Pleistocen trên (qp₃) (gồm các giếng QT5B, VT4B, VT6, NB1B, NB2C, NB3A, NB3B, QT7B) có độ sâu từ 14-30m; Pleistocen giữa-trên (qp₂₋₃) (gồm các giếng QT5A, VT4A, NB1A, NB2A, NB2B, NB4, QT7A, QT11, VT2B) sâu từ 5-38m và Pleistocen dưới (qp₁). Trong đó, 2 tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Pleistocen trên (qp₃) và Pleistocen giữa-trên (qp₂₋₃) có diện phân bố trải rộng toàn thị xã với mức độ giàu

nước lớn. Tỷ lệ các giếng phân bố không đều, 35,3% các giếng tập trung tại xã Mỹ Xuân, 23,5% các giếng phân bố tại xã Phú Mỹ, 23,5% giếng tại các xã Phước Hòa và Tân Phước. Ngoài ra, 17,64% các giếng còn lại (VT2A, NB4 và VT16) phân bố rải rác lần lượt tại các xã Hắc Dịch, Tóc Tiên và Tân Hòa. Hướng phân bố chủ yếu của các giếng tập trung về phía Tây và Tây Bắc và khu vực thị xã Phú Mỹ, giáp huyện Cẩm Giò và sông Thị Vải. Thành phần thạch học gồm chủ yếu là cát hạt mịn đến trung thô chứa sạn sỏi, cát pha bột màu xám sáng, có nơi lẫn sét bột hoặc xen kẹp các thấu kính mỏng sét bột, bột cát mịn, 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 khác¹⁷. Thành phần hóa học chủ yếu của tầng Pleistocen là nước nhạt, đây là nguồn cung cấp chính cho các giếng khai thác cấp công nghiệp quy mô từ trung bình đến lớn (Phú Mỹ - Mỹ Xuân - Tóc Tiên) và nhỏ lẻ tại khu vực nghiên cứu.

Nước trong tầng chứa nước lỗ hổng các trầm tích Pleistocen có hầu hết các chỉ tiêu đánh giá thấp hơn nhiều so với giá trị giới hạn hàm lượng cho phép của QCVN 09- MT:2015/BTNMT, chỉ một số ít chỉ tiêu vượt ra ngoài tiêu chuẩn (Clorua, Amoni, Chì và Sắt). Riêng ở khu công nghiệp Mỹ Xuân, khu vực gần sông Thị Vải (VT4B) cần chú ý đến hàm lượng TDS, Clorua, Chì, Mangan và Sắt vì chúng cao hơn giá trị tiêu chuẩn gấp vài lần.

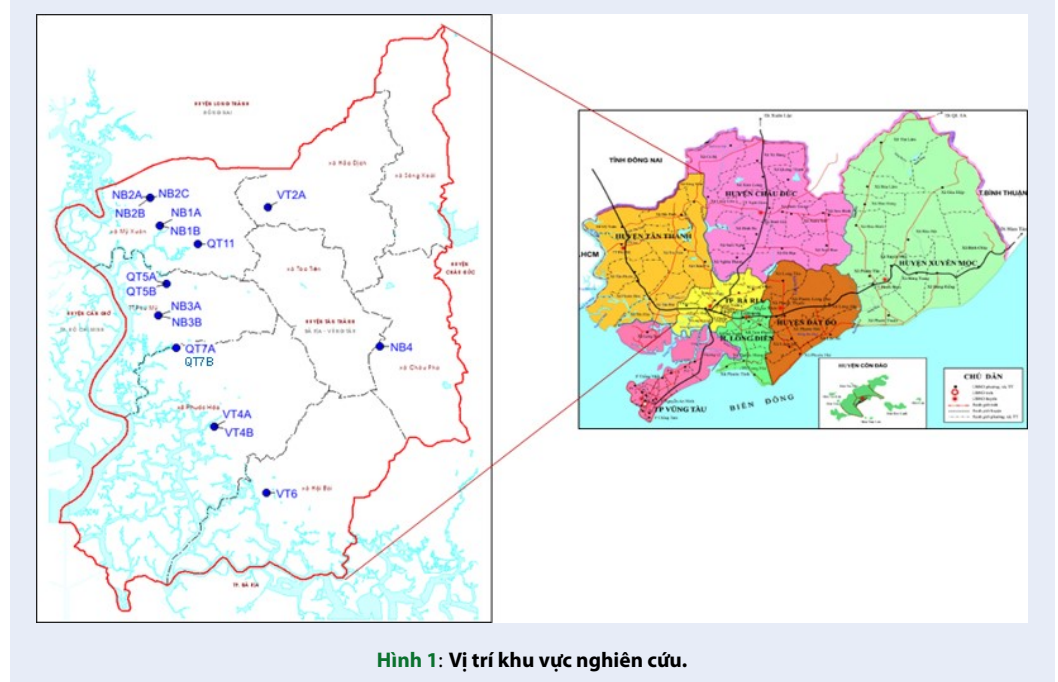
Tài liệu nghiên cứu

29 thông số hóa lý được thực hiện phân tích tại 17 trạm quan trắc tầng chứa nước Pleistocen (NB2C, NB2A, NB3A, NB1B, NB4, NB1A, VT2A, VT6, QT5B, NB2B, QT11, QT7B, NB3B, QT5A, VT4B, QT7A, VT4A) do Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu thực trên địa bàn thị xã Phú Mỹ năm 2017. Tuy nhiên, số liệu phân tích cho thấy một số thông số không phát hiện giá trị, một số khác không được phân tích liên tục giai đoạn 2012-2018. Do vậy, trong bài báo này sử dụng mười thông số chất lượng nước (pH, TDS, Độ cứng tổng, Cl⁻, F⁻, NH₄⁺, N, NO₃⁻-N, SO₄²⁻, Pb²⁺ và Fe²⁺) từ 17 giếng quan trắc chất lượng tại thị xã Phú Mỹ được Sở Tài nguyên và Môi trường thực hiện vào mùa khô và mùa mưa năm 2017 để xử lý, phân tích và đánh giá. Vị trí các giếng quan trắc được trình bày trong sơ đồ vị trí quan trắc ở Hình 1.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm EXCEL 2016 (Microsoft Office), dữ liệu được đưa vào sắp xếp theo trình tự, sau đó



Hình 1: Vị trí khu vực nghiên cứu.

thực hiện các tính toán GWQI dựa trên phương pháp chỉ số chất lượng nước dưới đất, thống kê và được sử dụng làm nền tảng để thực hiện phân vùng trong GIS.

Tiến trình phân tích cấp bậc AHP

AHP cung cấp một khung toàn diện và hợp lý để cấu trúc một quyết định, để đại diện và định lượng các yếu tố của quyết định, để liên hệ các yếu tố với mục tiêu tổng thể, và để đánh giá các giải pháp.

Phương pháp này có thể làm giảm các vấn đề giữa các yếu tố như mối quan hệ và sự chồng chéo. Trọng số tương đối cho từng yếu tố được xem xét, ước tính bằng cách sử dụng các phương pháp của AHP và ma trận so sánh cặp. Thang so sánh Saaty¹⁹ là một phương pháp phổ biến thường được thực hiện để phân tích so sánh giữa các yếu tố khác nhau. Tầm quan trọng tương đối được đo giữa hai yếu tố dựa trên thang điểm từ 1 đến 9, trong đó 1 cho thấy hai yếu tố quan trọng như nhau trong khi 9 phản ánh rằng một yếu tố quan trọng hơn nhiều yếu tố khác. Tỷ số nhất quán (CR) đã được tính toán để kiểm tra sự khác biệt giữa các so sánh cặp và độ tin cậy của các phép đo. Tỷ số nhất quán (CR) phải <0,1 để được chấp nhận; mặt khác, điều quan trọng là kiểm tra các đánh giá chủ quan và tính toán lại các trọng số¹⁹.

Quy trình phân tích thứ bậc gồm các bước sau²⁰:

Bước 1: Gán trọng số cho các tiêu chí bằng cách xây dựng một ma trận so sánh cặp duy nhất cho các tiêu chí.

Trong tiến trình đánh giá, tập hợp trọng số w được dùng là đại diện cho tầm quan trọng tương đối của mỗi tiêu chí. Các trọng số khác nhau ảnh hưởng trực tiếp lên kết quả đánh giá. Vì vậy, cần phải bảo đảm độ chính xác các trọng số của các tiêu chí.

Phương pháp AHP thực hiện so sánh từng cặp tiêu chí để xác định tầm quan trọng tương đối của một tiêu chí đối với tiêu chí khác.

Ma trận so sánh từng cặp cho n tiêu chí có thể viết như sau:

$$D = [d_{ij}] = \begin{pmatrix} C_1/C_1 & C_1/C_2 & \dots & C_1/C_n \\ C_2/C_1 & C_2/C_2 & \dots & C_2/C_n \\ \dots & \dots & C_i/C_j & \dots \\ C_n/C_1 & C_n/C_2 & \dots & C_n/C_n \end{pmatrix}_{n \times n} \quad (1)$$

Trong đó C_i/C_j diễn đạt so sánh tiêu chí C_i đối với tiêu chí C_j và d_{ij} là ký hiệu tầm quan trọng tương đối của tiêu chí C_i với riêng tiêu chí C_j . Để biểu thị so sánh, ta sử dụng thương số để chỉ độ quan trọng của tiêu chí này với tiêu chí kia.

Để biểu diễn độ mạnh của các tiêu chí dùng thang từ 1–9²¹, được thể hiện ở **Bảng 1**.

Bước 2: Dùng phương pháp trung bình hình học theo dòng (row geometric mean method (RGMM)) để tính trọng số C_i ²² bằng cách nhân các giá trị trong mỗi hàng với nhau và tính căn thứ n của các giá trị.

$$w_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n d_{ij}}$$

Bảng 1: Thang độ mạnh của các tiêu chí

Độ mạnh trọng số	Định nghĩa	Giải thích
1	Tầm quan trọng bằng nhau	Hai tiêu chí dự phần vào mục tiêu bằng nhau
3	Quan trọng hơn một ít	Đánh giá tiêu chí này quan trọng hơn tiêu chí kia một ít.
5	Cần thiết hay khá quan trọng	Đánh giá tiêu chí này mạnh hơn so với tiêu chí kia
7	Rất quan trọng hay tầm quan trọng đã được chứng minh	Một tiêu chí tác động đến mục tiêu rất mạnh so với tiêu chí kia, sự ưu thế của nó đã chứng minh trong thực tế
9	Quan trọng tuyệt đối	Thống kê số liệu chứng tỏ một tiêu chí là tác động mục tiêu cao nhất.
2, 4, 6, 8	Các giá trị trung gian giữa hai mức giá trị gần nhau	Dùng để hài hòa với các ưu tiên nêu trên.
Các phân số		Nếu tiêu chí i có một trên các giá trị trên khi so sánh với j, sau đó tiêu chí j có giá trị nghịch đảo khi so sánh với tiêu chí i.

Bước 3: Chuẩn hóa tập trọng số $W = (w_1, w_2, \dots, w_i, \dots, w_n)$ theo công thức:

$$w = \left(\frac{W_1}{\sum w_i}, \frac{W_2}{\sum w_i}, \dots, \frac{W_n}{\sum w_i} \right) \quad (2)$$

Từ tập trọng số chuẩn hóa, ta tìm được trọng số của một tiêu chí.

Bước 4: Kiểm tra lại tính hợp lý của đánh giá

Tính nhất quán trong đánh giá có nghĩa là nếu ta đánh giá $A \succ B$ và $B \succ C$ thì $A \succ C$.

Theo nhiều tác giả, số bậc đánh giá a_{ij} lớn nhất nên bằng với số tiêu chí (n). Ví dụ có 4 tiêu chí, nên đánh giá a_{ij} tối đa là 7 (1, 3, 5, 7).

AHP cho thấy khả năng kiểm tra sự nhất quán logic của ma trận sánh đôi bằng cách tính tỷ số nhất quán (CR). Đánh giá AHP được chấp nhận khi $CR < 0,1$.

Vectơ trọng số

$$\bar{w} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Từ ma trận đánh giá tầm quan trọng:

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Tính nhất quán của ma trận A được tính như sau:

Nhân ma trận A với vectơ trọng số w để có vectơ B:

$$\bar{B} = \bar{A} \times \bar{w} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

Trong đó:

$$b_1 = a_{11} \times w_1 + a_{12} \times w_2 + \dots + a_{1n} \times w_n$$

$$b_2 = a_{21} \times w_1 + a_{22} \times w_2 + \dots + a_{2n} \times w_n$$

...

$$b_n = a_{n1} \times w_1 + a_{n2} \times w_2 + \dots + a_{nn} \times w_n$$

Chia mỗi phần tử của vectơ B cho thành tố tương ứng trong vectơ w cho ta vectơ mới c.

$$\bar{c} = \begin{bmatrix} b_1/w_1 \\ b_2/w_2 \\ \dots \\ b_n/w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

Lambda max là trung bình của các thành tố của vectơ c:

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{c} \quad (7)$$

Sau đó tính chỉ số nhất quán theo công thức:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

Trong đó n là bậc của ma trận A và Lambda max có từ phương trình (7)

Sử dụng phương trình (7), tính tỷ số nhất quán:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

Trong đó RI là chỉ số ngẫu nhiên, giá trị n của nó lấy từ **Bảng 2**.

CR thể hiện tính nhất quán khi thực hiện các so sánh cặp. Tỷ số nhất quán thấp có nghĩa là quyết định của người ra quyết định có tính nhất quán hơn so với tỷ số nhất quán cao.

Bảng 2: Bảng chỉ số ngẫu nhiên

n	3	4	5	6	7	8	9	>9
RI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

CR < 0,10, quyết định của nhà ra quyết định của so sánh cặp tương đối nhất quán nên không cần điều chỉnh.

Nếu CR > 0,10, nhà ra quyết định nên nghiêm túc xem xét, đánh giá và phân tích lại so sánh cặp.

Sau khi kiểm tra đạt yêu cầu, có thể sử dụng trọng số để tính toán tiếp theo.

Phương pháp Chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI)

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 GWQI²³, được so với giới hạn của Quy chuẩn Việt Nam QCVN 09-MT:2015/BTNMT.

Thang đo chất lượng (qi) cho mỗi thông số chất lượng nước dưới đất được tính bằng cách lấy Nồng độ thông số của mẫu nước (Ci) chia cho Giá trị giới hạn (Si) của thông số đó theo QCVN 09-MT:2015/BTNMT và kết quả được nhân với 100 (phương trình 10)

$$q_i = \frac{C_i}{S_i} \times 100 \quad (10)$$

Trong đó qi là thang đo chất lượng, Ci là nồng độ của mỗi thông số hóa học trong mỗi mẫu nước tính bằng mg/l. Si là tiêu chuẩn nước dưới đất cho mỗi thông số hóa học tính bằng mg/l theo QCVN 09-MT:2015/BTNMT.

Để tính toán GWQI, SI được xác định đầu tiên cho mỗi thông số hóa học, sau đó được dùng để xác định GWQI theo các phương trình sau đây

$$GWQI = \sum SI_i \quad (11)$$

Trong đó SI_i là chỉ số đại diện cho thông số thứ i.

Đối với GWQI, nước ngầm được phân thành năm cấp, từ chất lượng nước rất tốt, đến chất lượng nước rất kém. Các tiêu chuẩn phân loại được liệt kê trong **Bảng 3** được tham khảo từ các bài báo quốc tế, do Việt Nam hiện nay đang còn các nghiên cứu chưa cụ thể về bảng tiêu chuẩn phân loại chất lượng.

Bảng 3: Phân loại chất lượng nước dưới đất theo GWQI²

GWQI	Chất lượng nước dưới đất
< 50	Rất tốt
50 - 100	Tốt
100 - 150	Trung bình
150 - 200	Kém
> 200	Không phù hợp để sử dụng

Hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Các bản đồ phân bố không gian của các thông số chất lượng nước dưới đất được chuẩn bị bằng phần mềm ArcGIS 10.4.1. Kỹ thuật nghịch đảo có trọng số khoảng cách (IDW) được sử dụng để tạo các bản đồ nội suy không gian cho các thông số khác nhau trong công cụ phân tích không gian.

Phương pháp nội suy IDW là một phương pháp phổ biến và dễ ứng dụng, xác định các giá trị điểm chưa biết thông qua việc thực hiện tính trung bình trọng số khoảng cách giá trị của các điểm đã biết của mỗi pixel. Những điểm gần, giá trị trọng số lớn ảnh hưởng rất nhiều đến giá trị tính toán, ngược lại những điểm càng cách xa điểm cần tính thì giá trị ít bị ảnh hưởng, từ đó khoanh vùng bán kính xác định có thể được sử dụng để xác định giá trị đầu ra cho mỗi vị trí.

Sau khi dữ liệu được tính toán thông qua phương pháp IDW sẽ được chồng lớp lên nhau thông qua công cụ calculator trong GIS nhằm đưa ra kết quả chính xác về phân vùng theo mùa ở khu vực nghiên cứu.

Bản đồ thông số chất lượng nước dưới đất được tính dựa trên các thông số pH, độ cứng, TDS, Cl⁻, F⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻, Pb²⁺, Fe²⁺. Các thông số được nội suy, xây dựng các lớp bản đồ cho từng thông số, sau đó chồng các lớp để thấy rõ diễn biến của chất lượng nước dưới đất theo từng mùa.

Các lớp thông số chất lượng nước dưới đất được chồng theo công thức sau²⁴:

$$MGWQI = \sum MQ_i \quad (12)$$

Trong đó MQ_i: Tổng các lớp thông số chất lượng nước dưới đất.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Chất lượng nước dưới đất rất quan trọng, là nhân tố chính xác định sự phù hợp của nước dưới đất với các

Bảng 4: Giá trị nồng độ các thông số chất lượng nước tầng chứa nước Pleistocen mùa khô và mùa mưa tại Thị xã Phú Mỹ

	N (Số lượng)	Mùa khô				Mùa mưa			
		Max.	Min.	Mean	SD	Max.	Min.	Mean	SD
pH	17	6,55	4,30	5,14	5,29	7,80	5,80	7,20	7,16
Độ cứng tổng	17	360,00	0,00	15,00	59,18	234,00	0,00	11,00	38,65
TDS	17	852,00	11,00	52,00	195,29	724,00	10,00	43,00	135,18
SO ₄ ²⁻	17	90,00	0,00	3,00	11,65	120,00	0,00	0,00	11,35
Cl ⁻	17	512,00	3,00	17,00	82,65	376,00	5,00	15,00	53,65
NH ₄ ⁺ -N	17	22,40	0,00	0,04	1,63	18,40	0,00	0,07	1,37
NO ₃ ⁻ -N	17	11,60	0,00	0,08	1,53	2,36	0,00	0,12	0,55
F ⁻	17	1,11	0,00	0,00	0,07	1,79	0,17	0,33	0,50
Pb	17	0,04	0,00	0,00	0,01	0,16	0,00	0,01	0,02
Fe ²⁺	17	56,10	0,00	1,71	6,26	71,30	0,11	4,00	10,34

mục đích sinh hoạt, nông nghiệp và công nghiệp². Tất cả các thông số quan trắc trong mùa khô và mùa mưa tại khu vực nghiên cứu được xác định theo các giá trị nhỏ nhất (Min.), lớn nhất (Max.), trung bình (Mean) và độ lệch chuẩn (SD) của tập dữ liệu được trình bày trong Bảng 4. 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.

Trọng số AHP

Hệ số tương quan Pearson được sử dụng để hiển thị tương quan và kết hợp giữa các thông số chất lượng nước dưới đất. Các giá trị hệ số tương quan của các thông số chất lượng nước được phân tích được đưa ra trong Bảng 5.

Từ hệ số tương quan trên có thể thấy thông số Độ cứng tổng có tính tương quan tích cực với hầu hết các thông số (0,875) TDS, (0,558) Cl⁻, (0,777) F⁻, (0,527) NH₄⁺-N, (0,519) SO₄²⁻, (0,42) Pb, (0,534) Fe²⁺. Điều này chứng tỏ thông số độ cứng tổng có ảnh hưởng lớn đến chất lượng nguồn nước do đó TH sẽ có trọng số lớn. pH cũng có mối quan hệ tích cực với các thông số (0,532) TDS, (0,469) F⁻, (0,484) NH₄⁺-N, (0,458) SO₄²⁻, (0,469) Pb²⁺ cho thấy pH cũng là thông số có ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước. Tương tự với TDS cũng có mối quan hệ tích cực với (0,512) Cl⁻, (0,772) F⁻, (0,437) SO₄²⁻ do đó đây cũng là thông số có ảnh hưởng đến chất lượng nước.

Sau khi có được mối quan hệ giữa các thông số trong **Bảng 5**, có thể thiết lập được ma trận D như ở **Bảng 6**.

Các điểm được cho trên ma trận D ở **Bảng 6** được đưa vào hệ số tương quan. Thể hiện mức độ quan trọng giữa các thông số với nhau. Tiến hành kiểm tra tính hợp lý của ma trận thông qua chỉ số CR.

Kết quả cho thấy chỉ số CR < 0,1 thể hiện ở **Bảng 7** đồng nghĩa với ma trận D hợp lý. Do đó thu được kết quả trọng số các thông số được thể hiện ở **Bảng 8**.

Bảng 7: Các giá trị để kiểm tra tính hợp lý (λ_{max} , CI, RI, CR)

λ_{max}	11,32
CI	0,15
RI	1,49
CR	0,0982 < 0,1

Kết quả tính toán các trọng số phù hợp với nhận định của Vasanthavigar rằng cơ sở lựa chọn trọng số dựa trên mức độ quan trọng, chiếm ưu thế của các thông số trong bộ dữ liệu chất lượng nước. Trong nghiên cứu này, các thông số pH, Độ cứng tổng, TDS chiếm ưu thế, do đó trọng số của các thông số này sẽ cao hơn so với các thông số còn lại.

Dựa vào các chỉ số AHP đã được tính toán, nhằm đánh giá, phân loại nước dưới đất khách quan và hiệu

Bảng 5: Hệ số tương quan giữa các thông số hóa lý của nước dưới đất

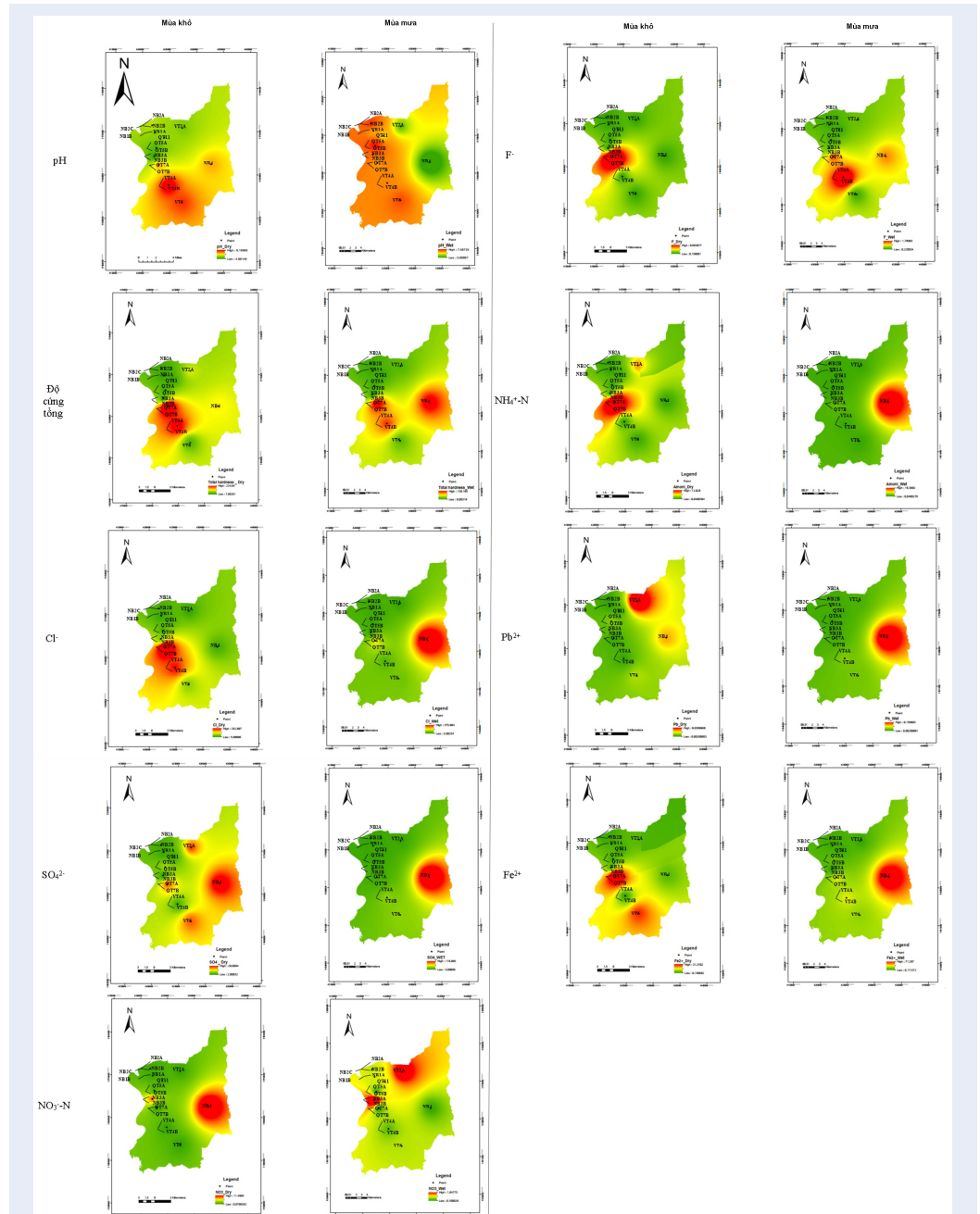
	pH	Độ cứng tổng	TDS	Cl ⁻	F ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Pb	Fe ²⁺
pH	1	0,223	0,532	0,33	0,469	0,484	-0,0714	0,458	0,469	0,422
Độ cứng tổng		1	0,875	0,558	0,777	0,527	-0,036	0,519	0,42	0,534
TDS			1	0,512	0,772	0,362	-0,0685	0,437	0,253	0,402
SO ₄ ²⁻				1	0,72	0,0178	-0,0138	-0,119	0,663	0,532
Cl ⁻					1	0,314	-0,0256	0,38	0,211	0,436
NH ₄ ⁺ -N						1	0,08	0,71	0,21	0,373
NO ₃ ⁻ -N							1	-0,107	-0,204	-0,159
F ⁻								1	-0,126	0,514
									1	0,304
Fe ²⁺										1

Bảng 6: Ma trận D

	pH	Độ cứng tổng	TDS	Cl ⁻	F ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Pb	Fe ²⁺
pH	1,00	2,00	5,00	3,00	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00	4,00
Độ cứng tổng	0,50	1,00	8,00	5,00	7,00	5,00	1,00	5,00	4,00	5,00
TDS	0,20	0,13	1,00	5,00	7,00	3,00	1,00	4,00	2,00	4,00
SO ₄ ²⁻	0,33	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cl ⁻	0,25	0,14	0,14	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	1,00
NH ₄ ⁺ -N	0,25	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
NO ₃ ⁻ -N	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00
F ⁻	0,25	0,20	0,25	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Pb	0,25	0,25	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00
Fe ²⁺	0,25	0,20	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00

Bảng 8: Trọng số AHP của các thông số hóa học

	pH	Độ cứng tổng	TDS	Cl ⁻	F ⁻	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻	Pb	Fe ²⁺
Trọng số AHP	0,23	0,25	0,13	0,05	0,06	0,05	0,09	0,05	0,05	0,06



Hình 2: Phân bố không gian các thông số chất lượng nước dưới đất của tầng chứa nước Pleistocen trong mùa khô và mùa mưa.

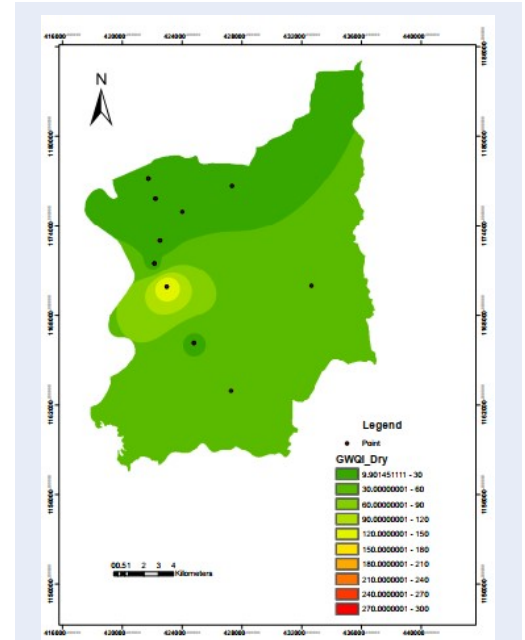
quả hơn, làm tiến để phân vùng khai thác sử dụng hợp lý nước dưới đất.

Phân bố không gian của các thông số chất lượng nước vào mùa khô và mùa mưa được biểu diễn trực quan trên **Hình 2**. Hàm lượng tổng chất rắn hòa tan (TDS) của mẫu nước (n = 17) tại khu vực nghiên cứu dao động từ 11 đến 852 mg/l với giá trị trung bình 52 mg/l vào mùa khô và từ 10 đến 724 mg/l với giá trị trung bình 43 mg/l vào mùa mưa. Hàm lượng Clorua (Cl^-) của mẫu nước tại khu vực nghiên cứu dao động từ 3 đến 512 mg/l với giá trị trung bình 17 mg/l vào mùa khô và từ 5 đến 378 mg/l với giá trị trung bình 15 mg/l vào mùa mưa. Độ pH của các mẫu nước dưới đất thay đổi từ 4,3 đến 6,55 với giá trị trung bình 5,14 vào mùa khô và 5,8 đến 7,8 với giá trị trung bình 7,2 vào mùa mưa, hàm lượng Sắt chiếm ưu thế nhất vào cả mùa khô vào mùa mưa, trong khi đó các hàm lượng Amoni ($NH_4^+ - N$), Chi có độ tập trung ít hơn trong cả 2 mùa (mùa khô và mùa mưa).

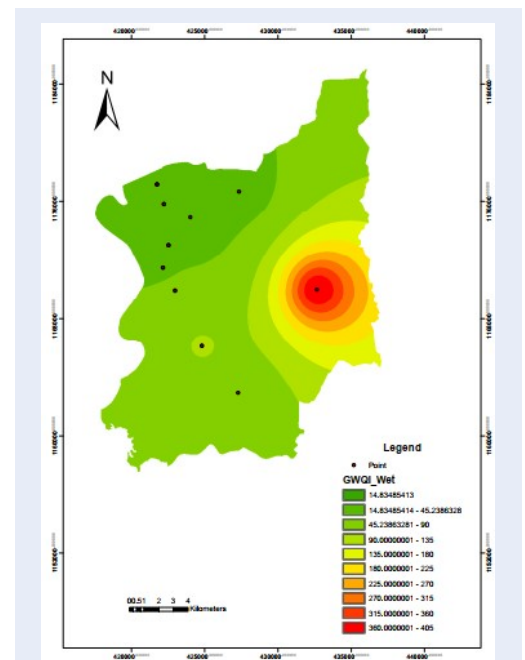
Đánh giá chất lượng nước dưới đất

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 tại khu vực nghiên cứu, nhằm xác định chất lượng nước dưới đất trong việc đánh giá nguy cơ nhiễm mặn, quá trình tính toán sử dụng QCVN QCVN 09-MT:2015/BTNMT. Kết quả được thể hiện ở **Bảng 9** cho thấy GWQI vào mùa khô dao động từ 9,84 đến 270,82, giá trị này có xu hướng tăng vào mùa mưa (14,83 đến 402,5). Trong mùa khô, 76,47% mẫu nước dưới đất đại diện cho “Chất lượng nước rất tốt”, 11,76% cho thấy “Chất lượng nước tốt”, 5,88% các giếng quan trắc cho thấy “Chất lượng nước xấu” và 5,88% các giếng quan trắc cho thấy “Chất lượng nước rất xấu”. Trong mùa mưa 70,59% các giếng quan trắc cho thấy “Chất lượng nước rất tốt”, 23,53% cho thấy “Chất lượng nước tốt” và 5,88% chỉ ra “Chất lượng nước không phù hợp cho sử dụng”. Chất lượng nước của các giếng vào mùa mưa được cải thiện đáng kể, các giếng có chất lượng nước dưới đất đạt từ “Tốt” đến “Rất tốt” lần lượt là 88,24% (mùa khô) và 94,12% (mùa mưa), nồng độ Cl^- , NH_4^+ vẫn còn tương đối cao tuy nhiên đã giảm đáng kể so với mùa khô. Điều này có thể là do vào mùa mưa, hiện tượng pha loãng khiến nồng độ Clorua, Amoni giảm mạnh, các giếng chứa hàm lượng lớn các anion này vào mùa khô cũng trở về mức chất lượng nước trung bình. Tuy nhiên, lượng bổ cập nước nạp vào các tầng chứa nước với cường độ lớn trong một khoảng thời gian nhất định làm gia tăng lượng Sắt trong nước.

Hình 3 cho thấy vào mùa khô, nước dưới đất chất lượng tốt chiếm 98% (331,44 km²) diện tích khu vực



Hình 3: Bản đồ chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI) trong mùa khô.



Hình 4: Bản đồ chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI) trong mùa mưa.

Bảng 9: Chất lượng nước vào mùa khô và mùa mưa trong khu vực nghiên cứu

Mẫu	Mùa khô		Mùa mưa	
	Σ SI	Phân loại	Σ SI	Phân loại
QT5B	21,91	Rất tốt	22,59	Rất tốt
VT4B	109,96	Xấu	37,08	Rất tốt
VT6	51,7	Tốt	57,28	Tốt
QT5A	9,84	Rất tốt	30,5	Rất tốt
VT4A	22,8	Rất tốt	95,3	Tốt
NB1B	14,62	Rất tốt	16,97	Rất tốt
NB2C	14,73	Rất tốt	28,17	Rất tốt
NB3A	14,39	Rất tốt	21,74	Rất tốt
NB3B	30,66	Rất tốt	18,91	Rất tốt
QT7B	270,82	Rất xấu	87,22	Tốt
NB1A	10,19	Rất tốt	24,05	Rất tốt
NB2A	10,81	Rất tốt	21,11	Rất tốt
NB2B	9,9	Rất tốt	23,32	Rất tốt
NB4	35,6	Rất tốt	402,5	Không phù hợp để sử dụng
QT11	12,12	Rất tốt	14,83	Rất tốt
QT7A	31,89	Rất tốt	84,41	Tốt
VT2A	60,08	Tốt	21,29	Rất tốt

nghiên cứu tồn tại phần lớn trong toàn khu vực. Theo bản đồ GWQI vào mùa mưa (**Hình 4**), từ khu vực miền Nam, miền Tây đến miền bắc cho thấy chất lượng nước dưới đất đạt loại tốt, chiếm 94,5% diện tích khu vực nghiên cứu (319,58 km²). Nguyên nhân gây ra chất lượng thấp tại miền Đông khu vực nghiên cứu vào mùa mưa có thể do nước rỉ rác từ bãi rác Tóc Tiên thấm thấu và khuếch tán vào đất và các tầng chứa nước bên dưới (giếng NB4) chất lượng nước “không thể sử dụng” vào mùa mưa.

KẾT LUẬN

Kỹ thuật tính toán chỉ số chất lượng nước dựa trên nền tảng GIS được ứng dụng trong nghiên cứu này như một công cụ đánh giá, phân vùng về mức độ ô nhiễm đến chất lượng nước dưới đất, giúp các nhà quản lý hiểu rõ hơn về chất lượng nước tầng Pleistocen trên địa bàn khu vực nghiên cứu, từ đó đưa ra được các giải pháp nhằm quản lý bền vững nguồn tài nguyên nước trong khu vực.

Tổng số 17 mẫu nước trong nghiên cứu lấy từ giếng quan trắc được phân tích trong mùa khô và mùa mưa năm 2017 thu được kết quả GWQI mùa khô, 76,47%

mẫu đại diện cho “Chất lượng nước rất tốt”, 11,76% cho thấy “Chất lượng nước tốt”, 5,88% và 5,88% lần lượt cho thấy các giếng quan trắc có chất lượng “Chất lượng nước xấu” và “Chất lượng nước rất xấu”. Vào mùa mưa, 70,59% các giếng quan trắc cho thấy “Chất lượng nước rất tốt”, 23,53% cho thấy “Chất lượng nước tốt” và 5,88% chỉ ra “Không phù hợp để sử dụng cho ăn uống”. 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.

Tương ứng bản đồ GWQI chỉ ra nước dưới đất có chất lượng tốt chiếm 98% diện tích khu vực nghiên cứu (331,44 km²) vào mùa khô, và chiếm 94,5% diện tích (319,58 km²) vào mùa mưa.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

GWQI: (Groundwater Water Quality Index) Chỉ số chất lượng nước trọng số Entropy

GIS: (Geographic Information System) Hệ thống thông tin địa lý

WQI: (Water Quality Index) Chỉ số chất lượng nước

TH: (Total Hardness) Tổng độ cứng

TDS: (Total dissolved solids) Tổng chất rắn hòa tan

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Hải Âu đóng góp xử lý dữ liệu và viết chính bản thảo.

Trần Minh Bảo, Phạm Thị Tuyết Nhi và Lương Thị Hải Hà đóng góp xử lý dữ liệu.

Tất Hồng Minh Vy tham gia phân tích kết quả và viết bản thảo.

Trương Tấn Hiển đóng góp vào việc xử lý tính toán dữ liệu bằng phần mềm ArcGIS.

Trần Ngọc Hiệp, Lưu Khánh Linh tham gia vào việc phân tích kết quả.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2019-24-04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Peiyue L, Jianhua W, Hui Q. Groundwater quality assessment based on entropy weighted osculating value method. *International Journal of Environmental Sciences*. 2010;1(4):621–630.
2. Varol S, Davraz A. 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*. 2015;73(4):1725–1744. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3531-z>.
3. Desai B, Desai H. Assessment of water quality index for the ground water with respect to salt water intrusion at coastal region of Surat city, Gujarat, India. *Journal of Environmental Research And Development*. 2012;7(2).
4. Kangabam RD, Bhoominathan SD, Kanagaraj S, Govindaraju M. Development of a water quality index (WQI) for the Loktak Lake in India. *Applied Water Science*. 2017;7(6):2907–2918. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13201-017-0579-4>.
5. Howladar MF, Numanbakhth MAA, Faruque MOJESR. An application of Water Quality Index (WQI) and multivariate statistics to evaluate the water quality around Maddhapara Granite Mining Industrial Area, Dinajpur, Bangladesh. 2018;6(1):13. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40068-017-0090-9>.
6. Masoud AA, El-Horiny MM, Atwia MG, Gemail KS, Koike K. Assessment of groundwater and soil quality degradation using multivariate and geostatistical analyses, Dakhla Oasis, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*. 2018;142:64–81. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.03.009>.
7. Şener Ş, Şener E, Davraz A. Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). *Science of the Total Environment*. 2017;584:131–144. PMID: 28147293. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.102>.
8. Soleimani H, et al. Data on drinking water quality using water quality index (WQI) and assessment of groundwater quality for irrigation purposes in Qorveh&Dehgolan, Kurdistan, Iran. *Data in brief*. 2018;20:375–386. PMID: 30175202. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.08.022>.
9. Emrouznejad A, Marra M. The state of the art development of AHP (1979-2017): a literature review with a social network analysis. *International Journal of Production Research*. 2017;55(22):6653–6675. Available from: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1334976>.

10. Sutadian AD, Muttill N, Yilmaz AG, Perera B. Using the Analytic Hierarchy Process to identify parameter weights for developing a water quality index. *Ecological Indicators*. 2017;75:220–233. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.043>.
11. Chakraborty S, Kumar RN. Assessment of groundwater quality at a MSW landfill site using standard and AHP based water quality index: a case study from Ranchi, Jharkhand, India. *Environmental monitoring and assessment*. 2016;188(6):335. PMID: 27155859. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5336-x>.
12. Minh HVT, et al. Groundwater Quality Assessment Using Fuzzy-AHP in An Giang Province of Vietnam. *Geosciences*. 2019;9(8):330. Available from: <https://doi.org/10.3390/geosciences9080330>.
13. El-Rawy M, Ismail E, Abdalla O. Assessment of groundwater quality using GIS, hydrogeochemistry, and factor statistical analysis in Qena governorate, Egypt. *Desalination and Water Treatment*. 2019;162:14–29. Available from: <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24423>.
14. Adimalla N, Taloor AK. Hydrogeochemical investigation of groundwater quality in the hard rock terrain of South India using Geographic Information System (GIS) and groundwater quality index (GWQI) techniques. *Groundwater for Sustainable Development*. 2020;10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100288>.
15. Mehra M, Oinam B, Singh CK. Integrated Assessment of Groundwater for Agricultural Use in Mewat District of Haryana, India Using Geographical Information System (GIS). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. 2016;44(5):747–758. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12524-015-0541-6>.
16. Honarbakhsh A, Tahmoures M, Tashayo B, Mousazadeh M, Ingram B, Ostovari Y. GIS-based assessment of groundwater quality for drinking purpose in northern part of Fars province, Marvdasht. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*. 2019;68(3):187–196. Available from: <https://doi.org/10.2166/aqua.2019.119>.
17. Nguyen AH, Hoang TN, Pham NTT, Tat VHM, Phan NNH, Nguyen QK. 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. *Science & Technology Development Journal-Science of The Earth & Environment*. 2018;2(2):107–115. Available from: <https://doi.org/10.32508/stdjsee.v2i2.499>.
18. Đ H Hải, Kỳ NV, Vương BT, Sang TT. Đánh giá chất lượng nước dưới đất tầng chứa nước Pleistocen giữa trên vùng bán đảo Cà Mau. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*. 2016;19(1K):35–44.
19. Saaty TL, Vargas LG. *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process*. Springer Science & Business Media. 2012; Available from: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>.
20. Taleai M, Mansourian A. Using Delphi-AHP method to survey major factors causing urban plan implementation failure. *Journal of applied sciences*. 2008;8(15):2746–2751. Available from: <https://doi.org/10.3923/jas.2008.2746.2751>.
21. Saaty TL. Exploring the interface between hierarchies, multiple objectives and fuzzy sets. *Fuzzy sets and systems*. 1978;1(1):57–68. Available from: [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(78\)90032-5](https://doi.org/10.1016/0165-0114(78)90032-5).
22. Crawford G, Williams C. A note on the analysis of subjective judgment matrices. *Journal of mathematical psychology*. 1985;29(4):387–405. Available from: [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(85\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0022-2496(85)90002-1).
23. Vasanthavignar M, et al. Application of water quality index for groundwater quality assessment: Thirumanimuttar sub-basin, Tamilnadu, India. *Environmental monitoring and assessment*. 2010;171(1-4):595–609. PMID: 20091344. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1302-1>.

24. B AE, et al. Geospatial Distributions of Groundwater Quality in Gedaref State Using Geographic Information System (GIS) and Drinking Water Quality Index (DWQI). Int J Environ Res

Public Health. 2019;16(5). PMID: 30823464. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph16050731>.

Application of groundwater quality index (GWQI) and GIS in groundwater quality zoning in Pleistocene aquifer in Phu My town, Ba Ria – Vung Tau province

Nguyen Hai Au*, Tran Minh Bao, Pham Thi Tuyet Nhi, Tat Hong Minh Vy, Truong Tan Hien, Tran Ngoc Hiep, Luu Khanh Linh, Luong Thi Hai Ha



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Pleistocene aquifer is exploited for many purposes, including irrigation, domestic, production and livestock uses in Phu My town, Ba Ria – Vung Tau province. Groundwater Quality Index (GWQI) method combined with Geographic Information System (GIS) foundation is applied to determine the spatial variation as well as the suitability of groundwater in the study area. Water quality parameters in this study includes pH, TDS, total hardness, Cl^- , F^- , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , Pb^{2+} and Fe^{2+} were selected for analysing from 17 monitoring wells in dry and wet seasons in 2017. The results indicate that water quality parameters such as Cl^- , F^- , NH_4^+-N , Pb^{2+} và Fe^{2+} exceed the maximum allowable levels by National Technical Regulation on Groundwater Quality. The groundwater quality according to GWQI analysis results show that indicate 88% and 94% of the monitoring wells are from "good" to "excellent" type in the dry and wet seasons, respectively. The number of wells that have water quality from "poor" to "water unsuitable for drinking purpose" varies between the dry and wet seasons. Corresponding with the GWQI map, it shows that the area with good quality groundwater accounts for 98% of the total study area (331.44 km²) in the dry season, and 94.5% of the study area (319.58 km²) in wet season.

Key words: Geographical information systems, Water quality index, Water quality

Institute for Environment and Resources,
Vietnam National University of Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Nguyen Hai Au, Institute for Environment and Resources, Vietnam National University of Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: haiauvtn@gmail.com

History

- Received: 09-3-2020
- Accepted: 01-6-2020
- Published: 20-6-2020

DOI : 10.32508/stdjsee.v4i1.525



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Au N H, Bao T M, Nhi P T T, Vy T H M, Hien T T, Hiep T N, Linh L K, Ha L T H. Application of groundwater quality index (GWQI) and GIS in groundwater quality zoning in Pleistocene aquifer in Phu My town, Ba Ria – Vung Tau province . *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 4(1):149-161.