

ĐỘNG THÁI CHẤT LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÀ ĐỀ XUẤT QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC BỀN VỮNG TẠI TỈNH HẬU GIANG

Nguyễn Thanh Giao^{1*}, Lý Quốc Sử², Lê Vũ Trường²,
Lê Đức Thừa², Nguyễn Thị Mộng Tuyền², Trần Văn Thơm²,
Hà Nguyễn², Hà Thảo Nguyên¹

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

² Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Cần Thơ

*Email: ntgiao@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung đánh giá diễn biến chất lượng nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Hậu Giang (nay thuộc thành phố Cần Thơ) trong giai đoạn 5 năm, từ năm 2019 đến năm 2023. Số liệu quan trắc định kỳ từ các tầng chứa nước chính, bao gồm: Pleistocen dưới (qp_1), Pleistocen giữa-trên ($qp_{2,3}$), Pleistocen trên (qp_3) và Holocen (q_h), tại các vị trí đại diện trên toàn tỉnh đã được thu thập, tổng hợp và phân tích. Các thông số chất lượng nước chính được xem xét bao gồm: pH, độ cứng tổng, tổng chất rắn hòa tan (TDS), sắt (Fe), clorua (Cl), amoni ($N-NH_4^+$), nitrit ($N-NO_2$), sunfat (SO_4^{2-}), asen (As) và chỉ số Permanganat. Kết quả phân tích cho thấy, chất lượng nước dưới đất có những biến động nhất định qua các năm và giữa các tầng chứa nước khác nhau. Một số thông số như: Độ cứng tổng, clorua, amoni và chỉ số Permanganat có xu hướng vượt giới hạn cho phép theo QCVN 09-MT:2015/BTNMT và QCVN 09:2023/BTNMT tại một số vị trí và thời điểm cụ thể, đặc biệt ở các tầng chứa nước nông. Các yếu tố tự nhiên như đặc điểm địa chất thủy văn, điều kiện khí hậu, cùng với các hoạt động nhân sinh như phát triển nông nghiệp, công nghiệp và đô thị hóa được nhận định là những yếu tố chính tác động đến chất lượng nước dưới đất trong khu vực. Nghiên cứu này cung cấp cơ sở khoa học quan trọng, góp phần hỗ trợ công tác quản lý, bảo vệ và khai thác bền vững tài nguyên nước dưới đất tại tỉnh Hậu Giang (nay là thành phố Cần Thơ) trong bối cảnh phát triển kinh tế - xã hội và biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Nước dưới đất, chất lượng nước, Cần Thơ, tầng chứa nước, giai đoạn 2019 - 2023.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước dưới đất đóng vai trò thiết yếu trong vòng tuần hoàn nước và là nguồn tài nguyên chiến lược cho sinh hoạt, nông nghiệp và công nghiệp toàn cầu [1, 2]. Vai trò này đặc biệt quan trọng tại các vùng khô hạn hoặc nơi nguồn nước mặt bị hạn chế về cả trữ lượng lẫn chất lượng do ô nhiễm và biến đổi khí hậu. Tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), dù có mạng lưới sông ngòi dày đặc, nguồn nước mặt đang đối mặt với thách thức nghiêm trọng từ các đập thủy điện thượng nguồn, ô nhiễm thâm canh và tình trạng xâm nhập mặn sâu do nước biển dâng [3, 4]. Trong bối cảnh đó, nước dưới đất trở thành nguồn tài nguyên thay thế

cấp thiết để đảm bảo an ninh nguồn nước cho hàng triệu người dân trong vùng. Tỉnh Hậu Giang (bao gồm các khu vực thuộc thành phố Cần Thơ sau quá trình điều chỉnh địa giới) nằm tại trung tâm tiểu vùng Tây sông Hậu, là khu vực điển hình chịu áp lực lớn về nhu cầu nước. Mặc dù sở hữu hệ thống kênh rạch dài hơn 3.488 km, việc duy trì chất lượng nước cho quá trình công nghiệp hóa và đô thị hóa nhanh chóng là một bài toán phức tạp. Sự hình thành các khu công nghiệp như Sông Hậu, Tân Phú Thạnh và các cụm công nghiệp Đông Phú, Phú Hữu A đã tạo ra những tác động tiềm tàng lên môi trường đất và nước. Chất lượng nước dưới đất tại đây được hình thành bởi sự tương

tác phức tạp giữa đặc điểm địa chất thủy văn tự nhiên và các hoạt động nhân sinh. Cấu trúc địa chất vùng nghiên cứu bao gồm các tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Đệ Tứ như Pleistocen dưới (qp_1), Pleistocen giữa - trên ($qp_{2,3}$), Pleistocen trên (qp_3) và Holocen (q_h). Trong khi tầng nông (q_h) dễ bị tổn thương bởi xâm nhập mặn và ô nhiễm bề mặt, các tầng sâu hơn thường được bảo vệ bởi lớp sét cách ly nhưng lại tiềm ẩn rủi ro hàm lượng sắt (Fe), mangan (Mn) hoặc asen (As) cao do điều kiện địa hóa khử đặc thù của trầm tích châu thổ [5, 6]. Bên cạnh yếu tố tự nhiên, các hoạt động kinh tế đang trở thành tác nhân chi phối mạnh mẽ. Nước thải công nghiệp, dư lượng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật từ canh tác nông nghiệp thâm canh, cùng với nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý triệt để tại các đô thị như Vị Thanh, Ngã Bảy, đã tạo áp lực nhiễm bẩn nitrat, amoni và vi sinh. Hơn nữa, việc khai thác quá mức không chỉ làm hạ thấp mực nước ngầm mà còn gây lún sụt đất và gia tăng nguy cơ xâm nhập mặn từ các tầng chứa nước lân cận [4, 7]. Nhằm quản lý hiệu quả nguồn tài nguyên này, Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Cần Thơ) đã thực hiện quan trắc định kỳ trong nhiều năm qua. Các báo cáo giai đoạn 2019 - 2023 [8 - 12] chỉ ra rằng chất lượng nước ở các tầng sâu nhìn chung còn tốt, nhưng đã xuất hiện dấu hiệu ô nhiễm cục bộ tại các tầng nông, với các thông số như độ cứng, clorua, amoni và chỉ số permanganat vượt ngưỡng quy chuẩn QCVN 09-MT:2015/BTNMT [13] và QCVN 09:2023/BTNMT [14]. Tuy nhiên, các báo cáo này thường chỉ đánh giá hiện trạng ngắn hạn, thiếu cái nhìn hệ thống về diễn biến dài hạn và mối tương quan đa chiều giữa các yếu tố tác động. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm thu thập và hệ thống hóa cơ sở dữ liệu quan trắc giai đoạn 2019 - 2023 tại các tầng chứa nước chính để đánh giá diễn biến chất lượng nước theo không gian và thời gian. Qua việc phân tích các thông số vượt ngưỡng và xác định các điểm nóng ô nhiễm, nghiên cứu sẽ thảo luận sâu về nguyên nhân tự nhiên lẫn nhân sinh, từ đó cung cấp các luận cứ khoa học và khuyến nghị quan trọng cho công tác quản lý, khai thác bền vững tài nguyên nước dưới

đất trong bối cảnh gia tăng áp lực phát triển và biến đổi khí hậu tại khu vực.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện dựa trên phương pháp thu thập, tổng hợp và phân tích số liệu thứ cấp từ các báo cáo kết quả quan trắc môi trường tỉnh Hậu Giang cũ giai đoạn 2019 - 2023 do Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Cần Thơ) thực hiện và cung cấp. Các báo cáo này là nguồn dữ liệu chính, bao gồm: Thông tin chi tiết về mạng lưới điểm quan trắc, tần suất, quy trình lấy mẫu, bảo quản mẫu, phương pháp phân tích tại hiện trường và trong phòng thí nghiệm, cũng như công tác đảm bảo và kiểm soát chất lượng (QA/QC). Mạng lưới quan trắc nước dưới đất của tỉnh Hậu Giang bao gồm các điểm được bố trí tại các tầng chứa nước chính: Pleistocen dưới (qp_1), Pleistocen giữa-trên ($qp_{2,3}$), Pleistocen trên (qp_3) và Holocen (q_h). Số lượng điểm quan trắc và vị trí cụ thể có thể thay đổi nhỏ qua các năm do điều chỉnh hoặc nâng cấp mạng lưới, tuy nhiên các điểm quan trắc chủ yếu vẫn được duy trì để đảm bảo tính liên tục của chuỗi số liệu. Tần suất quan trắc nước dưới đất là 02 đợt/năm, thường vào mùa khô (khoảng tháng 3 - 5) và mùa mưa (khoảng tháng 8 - 10) để phản ánh sự thay đổi chất lượng nước theo mùa.

Các thông số chất lượng nước chính được lựa chọn để phân tích trong nghiên cứu này bao gồm: pH, độ cứng tổng, tổng chất rắn hòa tan (TDS), sắt (Fe), clorua (Cl), amoni ($N-NH_4^+$), nitrit ($N-NO_2$), sunfat (SO_4^{2-}), asen (As) và chỉ số Permanganat. Đây là những thông số cơ bản phản ánh tính chất hóa lý chung, mức độ khoáng hóa, ô nhiễm hữu cơ và một số kim loại nặng có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người và mục đích sử dụng nước. Số liệu thu thập từ các báo cáo được tổng hợp vào cơ sở dữ liệu bằng phần mềm Microsoft Excel. Các giá trị trung bình năm của từng thông số cho mỗi tầng chứa nước được tính toán từ số liệu của các đợt quan trắc trong năm.

Hệ thống quan trắc được thiết lập tại các tầng chứa nước chính với mã trạm bao gồm ký hiệu vị trí và hậu tố đại diện cho tầng chứa nước (A: qp_1 và $qp_{2,3}$; B: qp_3 ; C: q_h). Trong giai đoạn 2019 - 2021,

mạng lưới bao gồm các trạm tại tầng qp_1 (QT02A, QT03A, QT04A); tầng $qp_{2,3}$ (QT05A, QT07A, QT13A, QT14A, QT15A); tầng qp_3 và q_h cùng có 8 trạm tương ứng từ QT02 - QT05, QT07, QT13 - QT15. Từ năm 2022 - 2023, mạng lưới được tối ưu hóa còn 3 tầng với 5 trạm trọng điểm cho mỗi tầng bao gồm các mã trạm QT01, QT03, QT06, QT07, QT13. Trong trường hợp một số điểm quan trắc bị hỏng hoặc không có số liệu trong một số đợt (ví dụ, báo cáo năm 2021 các trạm QT02A tầng qp_1 , QT14A, QT15A tầng $qp_{2,3}$; QT02B, QT14B, QT15B tầng qp_3 và QT02C, QT14C, QT15C tầng q_h đợt tháng 10 không quan trắc do hỏng), các giá trị trung bình năm sẽ được tính dựa trên các đợt có số liệu. Kết quả phân tích của các thông số được so sánh với QCVN 09-MT:2015/BTNMT [13] (đối với số liệu từ năm 2019 - 2022) và QCVN 09:2023/BTNMT [14] (đối với số liệu năm 2023) để đánh giá mức độ phù hợp và xác định các thông số có nguy cơ vượt ngưỡng. Các xu hướng biến động của từng thông số qua các năm và sự khác biệt giữa các tầng chứa nước được phân tích và trình bày bằng các bảng số liệu tổng hợp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến chất lượng nước dưới đất tầng Pleistocen (qp_1 và $qp_{2,3}$)

Tầng chứa nước Pleistocen, bao gồm các phụ tầng Pleistocen dưới (qp_1) và Pleistocen giữa - trên ($qp_{2,3}$), là các tầng chứa nước quan trọng, thường có trữ lượng lớn và được khai thác cho nhiều mục đích tại tỉnh Hậu Giang. Các tầng này thường nằm ở độ sâu lớn hơn so với tầng Holocen, do đó có khả năng được bảo vệ tốt hơn khỏi các nguồn ô nhiễm bề mặt. Kết quả quan trắc chất lượng nước dưới đất tại tầng qp_1 và $qp_{2,3}$ giai đoạn 2019 - 2023 cho thấy một số biến động nhất định đối với các thông số hóa lý chính (Bảng 1). Nhìn chung, giá trị pH của nước trong các tầng này dao động trong khoảng giới hạn cho phép theo quy chuẩn (năm trong khoảng 5,5 - 8,5 theo QCVN 09-MT:2015/BTNMT, hoặc đáp ứng ngưỡng 5,8 - 8,5 theo QCVN 09:2023/BTNMT) [13, 14] và ít có sự biến động lớn qua các năm. Thông số sắt (Fe) trong tầng qp_1 và $qp_{2,3}$ nhìn chung đều đạt quy chuẩn ($\leq 5,0$ mg/L) trong hầu hết các năm quan trắc, tuy nhiên có một số thời điểm cục bộ ghi nhận giá trị Fe tăng nhẹ hoặc vượt quy chuẩn tại

một số trạm, ví dụ như tại tầng $qp_{2,3}$ trạm QT05A năm 2021 và trạm QT03A (tháng 9) năm 2022 có kết quả Fe vượt quy chuẩn, trong khi năm 2023 nồng độ Fe tại tầng $qp_{2,3}$ đều đạt chuẩn.

Độ cứng tổng số trong tầng qp_1 và $qp_{2,3}$ có xu hướng biến động qua các năm. Báo cáo năm 2020 - 2021 cho thấy, độ cứng tổng số tại tầng qp_1 đều đạt quy chuẩn. Trong khi đó, năm 2019 cả ba trạm vào đợt tháng 10 đều vượt chuẩn. Tại tầng $qp_{2,3}$, năm 2019 ghi nhận trạm QT05A và QT13A có độ cứng tổng vượt quy chuẩn đáng kể. Bên cạnh đó, các trạm QT03A (năm 2022 - 2023), QT06A (năm 2022 - 2023), QT13A (năm 2021 - 2023) cũng cho thấy sự vượt chuẩn này. Tổng chất rắn hòa tan (TDS) ở cả hai tầng này phần lớn đều nằm trong giới hạn cho phép (≤ 1.500 mg/L). Tuy nhiên, một số trạm như QT03A tầng qp_1 (tháng 5) vào năm 2019, tại tầng $qp_{2,3}$ trạm QT05A, QT07A, QT13A, QT14A, QT15A vào năm 2019 và trạm QT06A (tháng 9) vào năm 2022 đã ghi nhận TDS vượt ngưỡng.

Thông số clorua (Cl) tại tầng qp_1 nhìn chung ổn định và đạt quy chuẩn trong nhiều năm, ngoại trừ trạm QT03A năm 2019 có giá trị vượt chuẩn. Đối với tầng $qp_{2,3}$, Cl có diễn biến phức tạp hơn; nhiều trạm như QT03A, QT06A, QT13A thường xuyên có hàm lượng clorua vượt quy chuẩn (250 mg/L) trong giai đoạn 2022 - 2023, cho thấy nguy cơ nhiễm mặn hoặc ảnh hưởng từ các nguồn khác. Đối với các thông số dinh dưỡng, $N-NO_2^-$ ở cả hai tầng thường có giá trị thấp và đạt quy chuẩn. Tuy nhiên, hàm lượng amoni ($N-NH_4^+$) lại là một vấn đề đáng lưu ý. Tại tầng qp_1 , các báo cáo năm 2019, 2020 và 2021 đều ghi nhận các trạm có $N-NH_4^+$ vượt quy chuẩn (1,0 mg/L). Tương tự, tại tầng $qp_{2,3}$ $N-NH_4^+$ cũng thường xuyên vượt ngưỡng tại nhiều trạm trong các năm, cho thấy khả năng ô nhiễm hữu cơ hoặc điều kiện khử trong tầng chứa nước. Chỉ số Permanganat, một chỉ thị cho mức độ ô nhiễm chất hữu cơ cũng cho thấy xu hướng vượt chuẩn tại một số trạm ở tầng qp_1 (năm 2021) và tầng $qp_{2,3}$ (năm 2019, 2021, 2022, 2023). Thông số sunfat (SO_4^{2-}), asen (As) trong các tầng này hầu hết không phát hiện hoặc nằm trong giới hạn cho phép.

Diễn biến chất lượng nước tại tầng qp_1 và $qp_{2,3}$ tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2019 - 2023 cho thấy sự ổn định tương đối về pH và nồng độ sắt trong giới

hạn cho phép. Điều này tương đồng với đặc điểm chung của các tầng chứa nước sâu, ít chịu tác động trực tiếp từ bề mặt ở nhiều khu vực ĐBSCL. Tuy nhiên, các thông số như amoni (N-NH_4^+) và chỉ số Permanganat có dấu hiệu vượt chuẩn tại một số trạm như ghi nhận trong các báo cáo của Sở Tài Nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang [9, 10, 12], cho thấy tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm hữu cơ hoặc các quá trình khử diễn ra trong tầng chứa nước. Tình trạng ô nhiễm amoni trong nước dưới đất tầng Pleistocen cũng đã được ghi nhận rộng rãi ở nhiều tỉnh, thành khác trong ĐBSCL và thường được cho là có nguồn gốc tự nhiên (địa hóa) liên quan đến sự phân hủy chất hữu cơ trong các lớp trầm tích cổ hoặc do ảnh hưởng từ các hoạt động nông nghiệp kéo dài [5, 6]. Sự gia tăng cục bộ của độ cứng tổng

và clorua ở một số trạm tầng $\text{qp}_{2,3}$ cũng là một vấn đề cần được theo dõi, có thể liên quan đến đặc điểm địa chất cục bộ hoặc sự tương tác với các tầng nước khác. So sánh với kết quả nghiên cứu ở đồng bằng Bengal (Ấn Độ, Bangladesh), nơi có điều kiện địa chất và áp lực dân số tương tự, ô nhiễm asen và mangan thường là vấn đề nổi cộm ở các tầng Pleistocen [15]. Tuy nhiên, tại tỉnh Hậu Giang, asen trong các tầng này chủ yếu vẫn trong giới hạn cho phép, đây là một điểm khác biệt cần được nghiên cứu sâu hơn về cơ chế. Việc một số thông số có xu hướng vượt chuẩn ở một số nơi cho thấy sự cần thiết của việc tăng cường giám sát và xác định các nguồn gây ô nhiễm tiềm tàng để có biện pháp quản lý phù hợp.

Bảng 1. Thống kê tỷ lệ mẫu quan trắc vượt quy chuẩn tại tầng qp_1 và $\text{qp}_{2,3}$ [vượt/tổng]

Tầng	Thông số	Đơn vị	Năm 2019	Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	QCVN 09-MT:2015/BTNMT; QCVN 09:2023/BTNMT [13, 14]
qp_1	pH	-	[0/3]	[0/3]	[0/3]	-	-	5,5 – 8,5
	Độ cứng	mg/L	[3/3]	[0/3]	[0/3]	-	-	500
	TDS	mg/L	[1/3]	-	[0/3]	-	-	1500
	Fe	mg/L	[0/3]	[0/3]	[0/3]	-	-	5,0
	Cl ⁻	mg/L	[1/3]	[0/3]	[0/3]	-	-	250
	N-NH_4^+	mg/L	[2/3]	[1/3]	[2/3]	-	-	1,0
	N-NO_2^-	mg/L	[0/3]	[0/3]	[0/3]	-	-	1,0
	Chỉ số Permanganat	mg/L	[0/3]	[0/3]	[3/3]	-	-	4,0
$\text{qp}_{2,3}$	pH	-	[0/5]	[0/5]	[0/5]	[0/5]	[0/5]	5,5 - 8,5
	Độ cứng	mg/L	[2/5]	[0/5]	[1/5]	[3/5]	[2/5]	500
	TDS	mg/L	[5/5]	-	[0/5]	[1/5]	[0/5]	1.500
	Fe	mg/L	[0/5]	[0/5]	[1/5]	[1/5]	[0/5]	5,0
	Cl ⁻	mg/L	[3/5]	[1/5]	[3/5]	[3/5]	[3/5]	250
	N-NH_4^+	mg/L	[4/5]	[3/5]	[4/5]	[4/5]	[2/5]	1,0
	N-NO_2^-	mg/L	[0/5]	[0/5]	[0/5]	[0/5]	[0/5]	1,0
	Chỉ số Permanganat	mg/L	[1/5]	[0/5]	[3/5]	[3/5]	[5/5]	4,0

3.2. Diễn biến chất lượng nước dưới đất tầng Pleistocen trên (qp_3) và Holocen (q_h)

Tầng Pleistocen trên (qp_3) và đặc biệt là tầng Holocen (q_h) là các tầng chứa nước nông, có mối liên hệ thủy lực mật thiết với các nguồn nước mặt và dễ bị tổn thương hơn trước các hoạt động nhân

sinh và các yếu tố môi trường bề mặt. Kết quả phân tích chất lượng nước giai đoạn 2019 - 2023 tại tầng qp_3 và q_h (Bảng 2) cho thấy nhiều biến động đáng chú ý. Thông số pH nhìn chung vẫn duy trì trong khoảng cho phép của QCVN 09 [13, 14]. Nồng độ Fe tại tầng qp_3 và q_h phần lớn đều đạt quy

chuẩn, tuy nhiên một số báo cáo ghi nhận sự vượt trội cục bộ, ví dụ tầng qp_3 tại trạm QT03B, QT05B, QT06B năm 2019, 2021, 2022; tầng q_h tại trạm QT05C, QT07C năm 2021 và 2022.

Một trong những vấn đề nổi bật tại các tầng nông này là hàm lượng clorua và độ cứng tổng. Tại tầng qp_3 , nhiều trạm ghi nhận Cl^- vượt quy chuẩn (250 mg/L), đặc biệt vào các năm 2019, 2021, 2022, 2023. Tương tự, độ cứng tổng cũng thường xuyên vượt ngưỡng 500 mg/L tại nhiều điểm quan trắc của tầng qp_3 . Đối với tầng Holocen (q_h), tình trạng ô nhiễm clorua và độ cứng tổng còn phổ biến hơn và ở mức độ cao hơn. Các báo cáo từ năm 2019 đến năm 2023 đều cho thấy, nhiều trạm tại tầng q_h có clorua vượt xa quy chuẩn, có nơi vượt gấp nhiều lần. Điều này cho thấy, nguy cơ nhiễm mặn hoặc ảnh hưởng từ các nguồn khoáng hóa cao là rất rõ rệt ở tầng q_h . Độ cứng tổng cũng tương tự,

thường xuyên ở mức cao và vượt chuẩn tại tầng này.

Thông số amoni ($N-NH_4^+$) và chỉ số Permanganat cũng là những chỉ tiêu đáng quan ngại ở cả tầng qp_3 và q_h . $N-NH_4^+$ liên tục được ghi nhận vượt quy chuẩn (1,0 mg/L) tại nhiều trạm qua các năm. Chỉ số Permanganat phản ánh mức độ ô nhiễm chất hữu cơ, cũng thường xuyên vượt ngưỡng 4,0 mg/L. Điều này cho thấy sự hiện diện của các nguồn ô nhiễm hữu cơ đang tác động đến các tầng chứa nước này. Tổng chất rắn hòa tan (TDS) ở tầng qp_3 và q_h cũng có xu hướng vượt chuẩn (1.500 mg/L) tại nhiều điểm, đặc biệt là vào các năm 2019 và 2022. Thông số $N-NO_2^-$, SO_4^{2-} và As trong các tầng này phần lớn không phát hiện hoặc ở mức thấp, tuy nhiên vào năm 2021 ghi nhận trạm QT05B (qp_3) có arsen dù vẫn trong giới hạn cho phép. QCVN 09:2023/BTNMT

Bảng 2. Thống kê tỷ lệ mẫu quan trắc vượt quy chuẩn tại tầng qp_3 và q_h [vượt/tổng]

Tầng	Thông số	Đơn vị	Năm 2019	Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2023	QCVN 09-MT:2015/BTNMT; QCVN 09:2023/BTNMT [13, 14]
qp_3	pH	-	[0/8]	[0/8]	[0/8]	[0/5]	[0/5]	5,5 - 8,5
	Độ cứng	mg/L	[6/8]	[0/8]	[2/8]	[4/5]	[4/5]	500
	TDS	mg/L	[8/8]	-	[0/8]	[3/5]	[0/5]	1.500
	Fe	mg/L	[1/8]	[0/8]	[2/8]	[1/5]	[0/5]	5,0
	Cl^-	mg/L	[4/8]	[1/8]	[4/8]	[4/5]	[5/5]	250
	$N-NH_4^+$	mg/L	[5/8]	[5/8]	[7/8]	[2/5]	[4/5]	1,0
	$N-NO_2^-$	mg/L	[0/8]	[0/8]	[0/8]	[0/5]	[0/5]	1,0
	Chỉ số Permanganat	mg/L	[1/8]	[0/8]	[4/8]	[4/5]	[5/5]	4,0
q_h	pH	-	[0/8]	[0/8]	[0/8]	[0/5]	[0/5]	5,5 - 8,5
	Độ cứng	mg/L	[7/8]	[0/8]	[1/8]	[4/5]	[4/5]	500
	TDS	mg/L	[8/8]	-	[0/8]	[3/5]	[0/5]	1.500
	Fe	mg/L	[0/8]	[0/8]	[1/8]	[1/5]	[0/5]	5,0
	Cl^-	mg/L	[6/8]	[3/8]	[3/8]	[4/5]	[4/5]	250
	$N-NH_4^+$	mg/L	[5/8]	[4/8]	[7/8]	[4/5]	[2/5]	1,0
	$N-NO_2^-$	mg/L	[0/8]	[0/8]	[0/8]	[0/5]	[0/5]	1,0
	Chỉ số Permanganat	mg/L	[1/8]	[1/8]	[4/8]	[4/5]	[5/5]	4,0

Chất lượng nước ở các tầng chứa nước nông qp_3 và q_h tại tỉnh Hậu Giang rõ ràng chịu nhiều tác động tiêu cực hơn so với các tầng sâu, điều này

phù hợp với quy luật chung về tính dễ bị tổn thương của các tầng chứa nước nông [16]. Nồng độ clorua và độ cứng tổng cao, thường xuyên vượt

chuẩn ở nhiều điểm tầng q_h và một số điểm tầng qp_3 là một minh chứng rõ nét cho nguy cơ nhiễm mặn hoặc ảnh hưởng từ các nguồn khoáng hóa khác [8 - 12]. Tình trạng này tương tự như các nghiên cứu tại nhiều vùng ven biển khác của ĐBSCL nơi xâm nhập mặn đang là một thách thức lớn. Sự hiện diện của amoni và chỉ số Permanganat vượt ngưỡng ở cả hai tầng này như đã ghi nhận trong hầu hết các báo cáo quan trắc giai đoạn 2019 - 2023, cho thấy mức độ ô nhiễm hữu cơ đáng kể. Các nguồn thải từ hoạt động nông nghiệp (sử dụng phân bón, thuốc bảo vệ thực vật), nước thải sinh hoạt từ các khu dân cư và có thể cả nước rỉ từ các bãi rác là những nguyên nhân tiềm tàng. Nhiều nghiên cứu quốc tế tại các châu thổ đông dân cư khác như đồng bằng sông Hồng (Việt Nam), đồng bằng Ganges-Brahmaputra (Bangladesh, Ấn Độ) cũng chỉ ra mối liên hệ mật thiết giữa mật độ dân số, hoạt động nông nghiệp và ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng trong các tầng nước ngầm nông [17, 18]. Việc các thông số này liên tục vượt chuẩn qua các năm cho thấy tính phức tạp và dai dẳng của vấn đề ô nhiễm, đòi hỏi các giải pháp kiểm soát nguồn thải và cải thiện hệ thống vệ sinh môi trường một cách toàn diện.

3.3. Nguyên nhân biến động và giải pháp quản lý chất lượng nước dưới đất

Các đặc điểm tự nhiên cố hữu của vùng ĐBSCL và tỉnh Hậu Giang đóng vai trò nền tảng trong việc hình thành chất lượng nước dưới đất. Cấu trúc địa chất với sự xen kẽ của các tầng chứa nước và các lớp cách nước không hoàn toàn có thể tạo điều kiện cho sự tương tác thủy lực giữa các tầng, cũng như sự hòa tan khoáng chất tự nhiên từ đất đá vào nước. Bên cạnh đó, vị trí địa lý khiến tỉnh Hậu Giang chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều biển Đông và biển Tây, đặc biệt là ở các khu vực gần cửa sông và các tuyến kênh, rạch lớn. Quá trình xâm nhập mặn tự nhiên, đặc biệt vào mùa khô khi dòng chảy ngọt từ thượng nguồn yếu đi, có thể làm tăng đáng kể nồng độ clorua, tổng chất rắn hòa tan và độ cứng trong các tầng chứa nước nông. Các báo cáo quan trắc hàng năm đều ghi nhận tình trạng nhiễm mặn tại một số xã, phường như Vị Thanh, Long Mỹ và Vị Thủy (nay là phường Vị Thanh, Long Mỹ và xã Vĩnh Thuận Đông thuộc thành phố Cần Thơ). Yếu tố khí hậu,

với sự phân mùa mưa nắng rõ rệt, cũng tác động đến quá trình bốc hơi và chất lượng nước ngầm; mùa mưa có thể pha loãng một số chất ô nhiễm nhưng cũng có thể cuốn theo các chất bẩn từ bề mặt, trong khi mùa khô kéo dài làm tăng nguy cơ nhiễm mặn và cô đặc chất ô nhiễm.

Hoạt động phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh Hậu Giang là nguyên nhân chủ yếu gây ra những biến động tiêu cực cho chất lượng nước dưới đất. Trong nông nghiệp, việc thâm canh và sử dụng lượng lớn phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật làm tăng nguy cơ ô nhiễm nitrat, amoni và các hợp chất hữu cơ độc hại cho các tầng nước nông. Các khu, cụm công nghiệp đang hoạt động trên địa bàn tỉnh nếu không kiểm soát chặt chẽ việc xử lý nước thải, có thể trở thành nguồn điểm gây ô nhiễm kim loại nặng và hóa chất độc hại. Quá trình đô thị hóa nhanh chóng và việc mở rộng các khu dân cư, chợ cũng làm gia tăng lượng nước thải sinh hoạt chưa được xử lý triệt để, thấm vào lòng đất. Các bãi rác, nếu không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, cũng là nguồn tiềm ẩn rò rỉ nước rỉ rác gây ô nhiễm. Cuối cùng, việc khai thác nước dưới đất thiếu quy hoạch và quá mức có thể làm hạ thấp mực nước ngầm, tạo điều kiện cho xâm nhập mặn và lan truyền ô nhiễm giữa các tầng chứa nước.

Để đảm bảo an ninh nguồn nước dưới đất, tỉnh Hậu Giang cần triển khai đồng bộ các giải pháp quản lý và bảo vệ. Trước hết, cần hoàn thiện hành lang pháp lý và tăng cường thực thi pháp luật về tài nguyên nước, kiểm soát chặt chẽ các hoạt động xả thải và khai thác nước dưới đất. Công tác quy hoạch khai thác, sử dụng nước dưới đất cần dựa trên cơ sở khoa học, ưu tiên các vùng có nguy cơ ô nhiễm và đảm bảo không vượt quá khả năng bổ cập. Đồng thời, việc kiểm soát ô nhiễm từ các nguồn thải nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt và các bãi rác phải được đặt lên hàng đầu thông qua việc áp dụng các mô hình sản xuất bền vững, yêu cầu xử lý nước thải đạt chuẩn, đầu tư hệ thống thu gom và xử lý nước thải đô thị và quản lý chất thải rắn theo đúng quy định. Bên cạnh đó, việc duy trì và nâng cao hiệu quả mạng lưới quan trắc, cảnh báo sớm các nguy cơ ô nhiễm, kết hợp với nâng cao nhận thức cộng đồng về bảo vệ tài nguyên nước là vô cùng quan trọng. Cuối cùng, đẩy mạnh nghiên cứu khoa học, ứng

dụng công nghệ và tăng cường hợp tác vùng sẽ góp công tác quản lý nước dưới đất của tỉnh Hậu Giang phần tìm ra các giải pháp tối ưu và bền vững cho (nay thuộc thành phố Cần Thơ).

Bảng 3. Tóm tắt các nguyên nhân chính gây ô nhiễm chất lượng nước dưới đất và các giải pháp quản lý, bảo vệ tại khu vực nghiên cứu

Nguyên nhân	Hoạt động/yếu tố cụ thể	Giải pháp quản lý và bảo vệ
1. Yếu tố tự nhiên		
	Đặc điểm địa chất thủy văn, sự hòa tan khoáng chất tự nhiên	Nghiên cứu và đánh giá chi tiết đặc điểm tầng chứa nước. Phân vùng chất lượng nước và các rủi ro ô nhiễm tự nhiên
	Xâm nhập mặn từ biển Đông và biển Tây, đặc biệt trong mùa khô	Xây dựng các công trình kiểm soát mặn (cống, đập). Quy hoạch khai thác hợp lý, tránh làm hạ thấp mực nước quá mức. Quan trắc và cảnh báo sớm xâm nhập mặn. Nghiên cứu các giải pháp bổ cập nhân tạo (nếu phù hợp)
	Biến đổi khí hậu (thay đổi chế độ mưa, gia tăng nhiệt độ)	Lồng ghép yếu tố biến đổi khí hậu vào quy hoạch tài nguyên nước. Tăng cường khả năng trữ nước, thúc đẩy các thực hành tiết kiệm nước
2. Yếu tố nhân sinh		
Phát triển nông nghiệp	Sử dụng phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật	Khuyến khích canh tác hữu cơ, áp dụng tiêu chuẩn VietGAP. Quản lý chặt chẽ việc sử dụng hóa chất nông nghiệp. Tập huấn và nâng cao nhận thức cho nông dân. Thu gom, xử lý bao bì thuốc bảo vệ thực vật đúng quy định
	Chất thải từ hoạt động chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản	Quy hoạch các vùng chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản tập trung. Phát triển các mô hình hiệu quả để xử lý chất thải chăn nuôi và thủy sản
Phát triển công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp	Nước thải từ các KCN, CCN và cơ sở sản xuất chưa được xử lý triệt để	Yêu cầu các KCN, CCN phải có hệ thống xử lý nước thải tập trung đạt chuẩn. Tăng cường thanh tra, giám sát việc xả thải của doanh nghiệp. Áp dụng các công nghệ sản xuất sạch hơn.
Đô thị hóa và nước thải sinh hoạt	Nước thải sinh hoạt từ khu dân cư, các chợ chưa được thu gom và xử lý đúng cách	Đầu tư xây dựng, nâng cấp hệ thống thoát nước và xử lý nước thải đô thị. Tuyên truyền nâng cao nhận thức cộng đồng để tránh xả nước thải chưa qua xử lý trực tiếp ra môi trường. Quản lý nước thải tại các chợ
Quản lý chất thải rắn	Rò rỉ nước rỉ rác từ các bãi chôn lấp không hợp vệ sinh	Quy hoạch và xây dựng các bãi chôn lấp hợp vệ sinh. Đầu tư công nghệ xử lý rác tiên tiến (ví dụ: nhà máy điện rác). Khuyến khích phân loại rác tại nguồn
Khai thác nước dưới đất	Khai thác quá mức, khai thác tự phát dẫn đến hạ thấp mực nước, gia tăng nguy cơ xâm nhập mặn và ô nhiễm	Phân vùng hạn chế hoặc cấm khai thác. Quản lý chặt chẽ việc cấp phép khai thác nước dưới đất. Phát triển hệ thống giám sát khai thác. Tính toán trữ lượng bổ cập và lưu lượng khai thác cho phép cho từng tầng chứa nước

4. KẾT LUẬN

Chất lượng nước dưới đất tại tỉnh Hậu Giang cũ có sự phân hóa mạnh theo độ sâu và không gian. Các tầng chứa nước sâu (Pleistocen dưới và giữa - trên) duy trì chất lượng tương đối ổn định,

tuy nhiên đã xuất hiện dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ cục bộ qua chỉ số amoni và chỉ số Pemanganat. Ngược lại, tầng nông (Pleistocen trên, Holocen) thể hiện mức độ tổn thương cao trước xâm nhập mặn và hoạt động nhân sinh, với nhiều điểm vượt

quy chuẩn về độ cứng, clorua và chất hữu cơ. Sự biến động phức tạp này là hệ quả của tác động kép từ yếu tố tự nhiên (địa chất, biến đổi khí hậu) và áp lực phát triển kinh tế - xã hội (nông nghiệp thâm canh, đô thị hóa). Do chưa có xu hướng cải thiện đồng nhất, công tác quản lý cần ưu tiên duy trì mạng lưới quan trắc, kiểm soát chặt chẽ nguồn thải và thực thi quy hoạch khai thác hợp lý nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu và đảm bảo an ninh nguồn nước bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Gleeson, T., Wang-Erlandsson, L., Porkka, M., Zipper, S. C., Jaramillo, F., Gerten, D., Fetzer, I., Cornell, S. E., Piemontese, L., Gordon, L. J., Rockström, J., Oki, T., Sivapalan, M., Wada, Y., Brauman, K. A., Flörke, M., Bierkens, M. F. P., Lehner, B., Keys, P., Kummu, M., Wagener, T., Dadson, S., Troy, T. J., Steffen, W., Falkenmark, M. & Famiglietti, J. S. (2020). Illuminating water cycle modifications and earth system resilience in the anthropocene. *Water Resources Research*, 56(4): 1 - 24.
2. Lapworth, D., Boving, T., Kreamer, D., Kebede, S. & Smedley, P. (2022). Groundwater quality: Global threats, opportunities and realising the potential of groundwater. *Science of the Total Environment*, 811, 1 - 29.
3. Minderhoud, P. S., Erkens, G., Pham, V., Bui, V. T., Erban, L., Kooi, H. & Stouthamer, E. (2017). Impacts of 25 years of groundwater extraction on subsidence in the Mekong delta, Vietnam. *Environmental research letters*, 12(6): 1 - 13.
4. Phuong, T. T., Vien, T. D., Son, C. T., Thuy, D. T. & Greiving, S. (2024). Impact of climate change on agricultural production and food security: A case study in the Mekong River Delta of Vietnam. *Sustainability*, 16(17): 1 - 16.
5. Berg, M., Stengel, C., Trang, P. T. K., Viet, P. H., Sampson, M. L., Leng, M., Samreth, S. & Fredericks, D. (2007). Magnitude of arsenic pollution in the Mekong and Red River Deltas - Cambodia and Vietnam. *Science of the Total Environment*, 372(2 - 3): 413 - 425.
6. Winkel, L. H., Trang, P. T. K., Lan, V. M., Stengel, C., Amini, M., Ha, N. T., Viet, P. H. & Berg, M. (2011). Arsenic pollution of groundwater in Vietnam exacerbated by deep aquifer exploitation for more than a century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(4): 1246 - 1251.
7. Wada, Y., Van Beek, L. P. H., Van Kempen, C. M., Reckman, J. W. T. M., Vasak, S. & Bierkens, M. F. P. (2010). Global depletion of groundwater resources. *Geophysical research letters*, 37(20): 1 - 5.
8. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2019). *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường định kỳ tỉnh Hậu Giang năm 2019*.
9. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2020). *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường định kỳ tỉnh Hậu Giang năm 2020*.
10. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2021). *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường định kỳ tỉnh Hậu Giang năm 2021*.
11. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2022). *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường định kỳ tỉnh Hậu Giang năm 2022*.
12. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang (2023). *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường định kỳ tỉnh Hậu Giang năm 2023*.
13. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 09-MT:2015/BTNMT về Chất lượng nước dưới đất.
14. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 09:2023/BTNMT về Chất lượng nước dưới đất.
15. McArthur, J., Banerjee, D., Hudson-Edwards, K., Mishra, R., Purohit, R., Ravenscroft, P., Cronin, A., Howarth, R., Chatterjee, A., Talukder, T., Lowry, D., Houghton, S. & Chadha, D. K. (2004). Natural organic matter in sedimentary basins and its relation to arsenic in anoxic ground water: The example of West Bengal and its worldwide implications. *Applied geochemistry*, 19(8): 1255 - 1293.
16. Todd, D. K. & Mays, L. W. (2004). *Groundwater hydrology (3rd ed.)*. John Wiley & Sons.
17. Erban, L. E., Gorelick, S. M., Zebker, H. A.

- & Fendorf, S. (2013). Release of arsenic to deep groundwater in the Mekong Delta, Vietnam, linked to pumping-induced land subsidence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(34): 13751 - 13756.
18. Huq, M. E., Fahad, S., Shao, Z., Sarven, M. S., Khan, I. A., Alam, M., Saeed, M., Ullah, H., Adnan, M., Saud, S., Cheng, Q., Ali, C., Wahid, F., Zamin, M., Raza, M. A., Saeed, B., Riaz, M. & Khan, W. U. (2020). Arsenic in a groundwater environment in Bangladesh: Occurrence and mobilization. *Journal of Environmental management*, 262, 1 - 19.

GROUNDWATER QUALITY DYNAMICS AND RECOMMENDATIONS FOR SUSTAINABLE WATER RESOURCE MANAGEMENT IN HAU GIANG

**Nguyen Thanh Giao¹, Ly Quoc Su², Le Vu Truong²,
Le Duc Thua², Nguyen Thi Mong Tuyen², Tran Van Thom²,
Ha Nguyen², Ha Thao Nguyen¹**

¹College of Environment and Natural Resources, Can Tho University

²Department of Agriculture and Environment, Can Tho city

Abstract

This study focuses on assessing the groundwater quality dynamics in Hau Giang province (now integrated into Can Tho city) over a five-year period, from 2019 to 2023. Periodic monitoring data from major aquifers, including the lower Pleistocene (qp₁), middle-upper Pleistocene (qp_{2,3}), upper Pleistocene (qp₃) and Holocene (q_h), at representative locations across the province were collected, synthesized and analyzed. Key water quality parameters considered include pH, total hardness, total dissolved solids (TDS), iron (Fe), chloride (Cl), ammonium (N-NH₄⁺), nitrite (N-NO₂⁻), sulfate (SO₄²⁻), arsenic (As) and Permanganate index. The analysis reveals certain fluctuations in groundwater quality over the years and among different aquifers. Several parameters such as total hardness, chloride, ammonium and Permanganate index tend to exceed the permissible limits set by the National Technical Regulation on Groundwater Quality (QCVN 09-MT:2015/BTNMT and QCVN 09:2023/BTNMT) at specific locations and times, particularly in shallow aquifers. Natural factors like hydrogeological characteristics, climatic conditions, along with anthropogenic activities such as agricultural development, industrialization, and urbanization are identified as the primary factors impacting groundwater quality in the region. This research provides a significant scientific basis to support the management, protection and sustainable exploitation of groundwater resources in Hau Giang province (now Can Tho city) amidst socio-economic development and climate change.

Keywords: *Groundwater, water quality, Hau Giang, aquifer, 2019 - 2023 period.*

Ngày nhận bài: 5/11/2025

Ngày chuyển phản biện: 12/11/2025

Ngày thông qua phản biện: 19/12/2025

Ngày duyệt đăng: 23/01/2026