



Original Article

Assessment of Groundwater Quality in the Holocene Aquifer in Duy Tien District, Ha Nam Province using Groundwater Quality Index (GWQI)

Trinh Thi Tham^{1,*}, Do Thi Hien¹, Nguyen Thuy Chung², Ngo Tra Mai³

¹*Hanoi University of Natural Resources & Environment
No. 41A Phu Dien, Tu Liem North District, Hanoi, Vietnam*

²*School of Environmental Science and Technology – HUST
No.1 Dai Co Viet, Hai Ba Trung District, Hanoi, Vietnam*

³*Institute of Physics, VAST, No. 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam*

Received 13 May 2021

Revised 21 May 2021; Accepted 10 June 2021

Abstract: This study aims to assess the pollution level of groundwater in the Holocene aquifer in the Duy Tien district, Ha Nam province, using the groundwater quality index (GWQI). Groundwater samples were collected from 20 wells and dug wells in households in rainy and dry seasons. The results showed that many parameters such as ammonium, nitrite, total hardness, chloride, Fe, Mn, Pb, As exceeded the permitted limits according to QCVN 09-MT: 2015/BTNMT. In particular, the ammonium concentrations at all monitoring wells were higher 2,73 ÷ 28,3 times than permitted values. The GWQI ranged between 84 ÷ 369 in the rainy season and 67 ÷ 290 in the dry season, while the proportion of wells with "very poor water" quality in the rainy and dry season was 50% and 65%, respectively. The GWQI values can be a scientific basis for effective use and protecting groundwater resources.

Keywords: groundwater, groundwater quality index (GWQI), pollution, Duy Tien district.

* Corresponding author.

E-mail address: tttham@hunre.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuces.4781>

Đánh giá chất lượng nước dưới đất tầng Holocen tại huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam sử dụng chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI)

Trịnh Thị Thắm^{1,*}, Đỗ Thị Hiền¹, Nguyễn Thủy Chung², Ngô Trà Mai³

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Số 41A, Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

²Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

³Viện Vật lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

Nhận ngày 13 tháng 5 năm 2021

Chỉnh sửa ngày 21 tháng 5 năm 2021; Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 6 năm 2021

Tóm tắt: Nghiên cứu này sử dụng chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI) để đánh giá mức độ ô nhiễm của nước dưới đất tại khu vực huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam. Mẫu nước dưới đất được thu thập từ 20 giếng khoan và giếng đào tại các hộ dân vào mùa mưa và mùa khô. Kết quả nghiên cứu cho thấy các thông số: amoni, nitrit, độ cứng tổng, clorua, Fe, Mn, Pb, As đều vượt giới hạn cho phép theo QCVN 09-MT:2015/BTNMT. Đặc biệt, tất cả các giếng quan trắc đều bị ô nhiễm amoni với hàm lượng cao hơn từ 2,73 đến 28,3 lần giá trị giới hạn. Chỉ số GWQI tại khu vực nghiên cứu dao động trong khoảng $84 \div 369$ vào mùa mưa, và $67 \div 290$ vào mùa khô, trong đó tỷ lệ giếng có chất lượng “xấu” tương ứng với các mùa là 50% và 65%. Giá trị chỉ số GWQI là cơ sở khoa học để các nhà quản lý và người dân sử dụng hiệu quả và bảo vệ nguồn nước dưới đất.

Từ khóa: Nước dưới đất, chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI), ô nhiễm, huyện Duy Tiên.

1. Mở đầu

Huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam có diện tích tự nhiên 120,9 km² [1] là một huyện nằm trong vành đai của Vùng đô thị Hà Nội. Trong những năm gần đây, huyện đã đầu tư xây dựng nhiều khu đô thị mới như: khu đô thị Đông Văn, khu đô thị Hòa Mạc, khu đô thị thương mại Hòa Mạc. Đồng thời, huyện cũng chú trọng phát triển làng nghề với 5 làng truyền thống, 4 làng tiểu thủ công nghiệp và 11 làng có nghề [2]. Nền kinh tế ngày càng phát triển thì nhu cầu về nước sạch sử

dụng cho mục đích ăn uống, sản xuất và đời sống là một vấn đề ngày càng trở nên đáng quan tâm tại địa phương. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển kinh tế - xã hội, các tác động tiêu cực đến nguồn nước dưới đất đang có nguy cơ gia tăng, đặc biệt liên quan đến suy giảm trữ lượng và chất lượng của nước dưới đất.

Theo kết quả quan trắc môi trường của tỉnh Hà Nam, một số khu vực nước dưới đất tại huyện Duy Tiên bị ô nhiễm bởi amoni và sắt [2]. Bên cạnh đó, kết quả khảo sát thực địa của nhóm

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: tttham@hunre.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4781>

nghiên cứu tại huyện Duy Tiên cho biết, người dân thường sử dụng nước dưới đất cho mục đích sinh hoạt (tắm, giặt,...), tưới tiêu, chăn nuôi và một số mục đích khác. Đối với hoạt động ăn uống, người dân sử dụng nước máy hoặc mua nước đóng bình vì lo ngại chất lượng của nguồn nước dưới đất không đảm bảo.

Tại Việt Nam, một số các nghiên cứu về chất lượng nước dưới đất khu vực đồng bằng sông Hồng của Phạm Quý Nhân và cộng sự [3], Michael Berg và cộng sự [4] đã chỉ ra rằng hầu hết các mẫu nước dưới đất tại khu vực nghiên cứu đều có dấu hiệu ô nhiễm amoni và asen. Phạm Quý Nhân và cộng sự [3] đã báo cáo hàm lượng tổng As và NH_4^+ trong nước dưới đất tầng chứa nước Holocen tại khu vực phía nam sông Hồng lần lượt là 235,42 $\mu\text{g/L}$ và 21,74 mgN/L , vượt QCVN 09-MT:2015/BTNMT [5] khoảng 4,7 lần (đối với As) và 21,74 lần (đối với NH_4^+). Nhóm tác giả này cũng đã đánh giá sự xâm nhập mặn vào tầng chứa nước Pleistocen tại khu vực phía nam Sông Hồng và phân tích một số chỉ tiêu hóa học để cho thấy tình hình xâm nhập mặn vào nước dưới đất đang gia tăng trong những năm gần đây [6]. Theo công bố của Michael Berg và cộng sự [4], hàm lượng As trong nước dưới đất khu vực sông Hồng dao động trung bình trong khoảng 31 $\mu\text{g/L}$ ÷ 432 $\mu\text{g/L}$, vượt QCVN 09-MT:2015/BTNMT khoảng 1,34 ÷ 8,64 lần. Lê Anh Trung và cộng sự [7] đã công bố kết quả nghiên cứu hàm lượng một số dạng nitơ trong nước sinh hoạt tại phường Hoàng Liệt, Hoàng Mai, Hà Nội. Công bố này [7] cho thấy hàm lượng NH_4^+ trung bình trong nước ở bể ngầm, bể inox và đường ống chung dẫn vào bể nước sử dụng của các hộ gia đình lần lượt là: 8,49 mgN/L , 8,92 mgN/L , 10,96 mgN/L , tương ứng vượt giới hạn cho phép trong nước sinh hoạt theo QCVN 02:2009/BYT lần lượt 2,8, xấp xỉ 3 và 3,6 lần. Hàm lượng trung bình của NO_2^- và NO_3^- trong các bể ngầm, bể inox và đường ống chung dẫn vào bể chứa nước sinh hoạt của hộ dân tương ứng lần lượt là 1,96 mgN/L , 1,04 mgN/L , 0,41 mgN/L và 7,1 mgN/L , 8,68 mgN/L , 2,4 mgN/L .

Một trong những phương pháp đánh giá chất lượng nước dưới đất được sử dụng rộng rãi và

hiệu quả hiện nay là phương pháp sử dụng chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI). Đây là phương pháp đánh giá định lượng về chất lượng nước dưới đất được biểu diễn qua thang điểm, là thông số quan trọng trong việc sử dụng để phân vùng chất lượng nước dưới đất. Hiện nay, phương pháp chỉ số chất lượng nước dưới đất được sử dụng rộng rãi trên thế giới, cũng như một số nghiên cứu trong nước. Tác giả Ahmad và cộng sự [8] đã sử dụng công thức tính GWQI được phát triển bởi Brown và cộng sự [9] để đánh giá chất lượng nước ngầm tại thành phố Al Najaf của Iraq. Các tác giả này sử dụng giá trị giới hạn cho phép trong nước của WHO để tính các trọng số. Bên cạnh đó, nhóm tác giả Nguyễn Hải Âu và cộng sự [10] đã công bố chỉ số GWQI trong nước dưới đất tại Bà Rịa-Vũng Tàu sử dụng các giá trị trọng số dựa vào mức độ quan trọng của các chỉ tiêu. Theo nghiên cứu này giá trị GWQI vào mùa khô dao động trong khoảng 10 ÷ 271, tương ứng với chất lượng nước từ "Rất tốt" suy giảm xuống "Rất xấu". Đối với mùa mưa, giá trị chỉ số GWQI cao hơn so với mùa khô và dao động trong khoảng 15 ÷ 403, tương ứng chất lượng nước từ "Tốt" suy giảm đến "Rất xấu". Tuy nhiên, hiện nay chưa có nghiên cứu nào sử dụng phương pháp này để đánh giá chất lượng nước dưới đất tại huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam. Do đó, mục đích của nghiên cứu này là tập trung lấy mẫu và phân tích các thông số chất lượng nước dưới đất tại 20 vị trí theo hai đợt (mùa mưa và mùa khô) trong giai đoạn 2019 – 2021, sử dụng kết quả quan trắc để tính toán chỉ số tổng hợp GWQI. Chỉ số GWQI giúp việc đánh giá chất lượng nước dưới đất một cách tổng quát, là nguồn dữ liệu để xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng, đồng thời cũng là phương thức để cung cấp thông tin môi trường cho cộng đồng một cách đơn giản, dễ hiểu và trực quan.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khái quát về đối tượng nghiên cứu

Theo địa tầng từ trên xuống dưới [12], tại Duy Tiên có các tầng chứa nước dưới đất như sau:

- *Tầng chứa nước Holocen*: là tầng chứa lỗ hổng trầm tích sông, biển và đầm lầy hệ Thái Bình và hệ tầng Hải Hưng. Tầng chứa nước này có thành phần thanh lọc chính là cát mịn dưới dạng các thấu kính cát, cát pha có chiều dày từ 2m đến 8m, nằm cách mặt đất 1m ÷ 3m. Nguồn nước cung cấp chính cho tầng chứa nước này là nước mưa, nước mặt thấm thấu theo chiều thẳng đứng. Tiềm năng khai thác nước tại tầng này là 254 m³/ ngày ÷ km².

- *Tầng chứa nước Pleistocen*: là tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích lục địa sông, biển hỗn hợp thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc, hệ tầng Hà Nội và tầng chứa nước lỗ hổng, via - lỗ hổng thuộc trầm tích Pleistocen dưới. Thành phần thanh lọc chính của tầng chứa nước này là cát hạt thô, sạn, sỏi, tầng này cách mặt đất trung bình là 28,4 m, chiều dày của tầng chứa nước này là 10 m đến 15 m. Tiềm năng khai thác nước dưới đất tầng này đạt 426,8 m³/ngày ÷ km².

- *Tầng chứa nước khe nứt – lỗ hổng Neogen*: là tầng chứa được phát hiện ở độ sâu 81,4 m đến 150 m, là các trầm tích hệ tầng Vĩnh Bảo. Độ giàu nước tại tầng này thuộc loại trung bình với chiều sâu mực nước từ 18 – 18,07 m.

Nhìn chung, trữ lượng nước dưới đất tại khu vực tỉnh Hà Nam nói chung, khu vực huyện Duy Tiên nói riêng tương đối dồi dào để cung cấp nước cho khu vực. Tuy nhiên, theo kết quả quan trắc hầu hết các khu vực nước dưới đất trên địa bàn huyện đều bị ô nhiễm amoni, sắt và asen [2].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập và kế thừa dữ liệu

- Thu thập các điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội của khu vực nghiên cứu.

- Thu thập thông tin về đặc điểm thủy văn, trữ lượng của nước dưới đất, các yếu tố tác động đến chất lượng nước dưới đất tại khu vực nghiên cứu.

2.2.2. Phương pháp lấy mẫu, bảo quản và phân tích mẫu

Với mục đích đánh giá chất lượng nước dưới đất tại khu vực ven sông Hồng, nhóm nghiên cứu đã tiến hành quan trắc lấy mẫu nước

dưới đất tại 20 giếng khoan và giếng đào huyện Duy Tiên. Các giếng lấy mẫu được ký hiệu từ DT01 đến DT20 thuộc các xã, phường ven sông Hồng bao gồm: Yên Nam, Chuyên Ngoại, Mộc Nam, Trác Văn, Châu Giang. Các giếng có độ sâu từ 7 m đến 24 m với mực nước tĩnh trung bình từ 2,0 m đến 4,5 m. Căn cứ đặc điểm địa chất thủy văn tại khu vực nghiên cứu [12], các giếng lấy mẫu đều thuộc tầng chứa nước lỗ hổng không áp Holocen. Theo khảo sát của nhóm nghiên cứu, giếng lấy mẫu được sử dụng chủ yếu cho mục đích sinh hoạt (tắm, giặt, rửa chân tay...), chăn nuôi và tưới tiêu. Các mẫu nước được thu thập theo 2 đợt vào mùa mưa (tháng 10 năm 2019) và mùa khô (tháng 2 năm 2021) để đánh giá diễn biến chất lượng nước giữa hai mùa trong năm.

Lấy mẫu và bảo quản mẫu: Tại các giếng lấy mẫu, nước được xả trước khi lấy mẫu với thể tích nước xả tối thiểu 3 lần thể tích của giếng. Mẫu nước được lấy vào chai nhựa PE đã được xử lý sạch, sau đó bảo quản lạnh hoặc bảo quản bằng hóa chất để vận chuyển về phòng thí nghiệm trong thời gian sớm nhất có thể. Toàn bộ quy trình lấy mẫu và bảo quản mẫu được thực hiện theo hướng dẫn của TCVN 6663-11:2011 [13] và TCVN 6663-3:2016 [14].

Phương pháp phân tích mẫu: các chỉ tiêu gồm nhiệt độ, DO, pH, EC (độ dẫn điện), và Eh (thế oxi hóa khử) được đo nhanh tại hiện trường bằng thiết bị đo nhanh đa chỉ tiêu của Hach (HQ-440D). Các chỉ tiêu hóa học: độ cứng tổng, amoni (NH₄⁺), nitrit (NO₂⁻), nitrat (NO₃⁻), clorua (Cl⁻), sunfat (SO₄²⁻), tổng Fe, một số chỉ tiêu kim loại được phân tích trong phòng thí nghiệm theo các phương pháp của Phương pháp tiêu chuẩn cho nước và nước thải (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – SMEWW, 2017) [15], tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN). Quy trình phân tích các chỉ tiêu đã được thẩm định phương pháp tại phòng thí nghiệm.

2.2.3. Phương pháp tính chỉ số GWQI

GWQI là một chỉ số tổng hợp được tính toán từ nồng độ của các thông số chất lượng nước thông qua các công thức toán học. GWQI là một

phương thức có khả năng tập hợp một lượng lớn các số liệu, thông tin về chất lượng nước, đơn giản hóa các số liệu chất lượng nước, để cung cấp thông tin dưới dạng dễ hiểu, dễ sử dụng cho các cơ quan quản lý và cộng đồng. Dựa vào đó, người dân có thể biết được nguồn nước mà mình đang khai thác có đáp ứng được mục đích sử dụng cho ăn uống, sinh hoạt, nuôi thủy sản hoặc phân loại không nên sử dụng, cần phải xử lý.

Bảng 1. Thang đánh giá chất lượng nước [16]

Giá trị GWQI	Phân loại chất lượng nước	Màu biểu thị
< 50	Rất tốt	Xanh lục
50-100	Tốt	Xanh lá
100-200	Trung bình	Vàng
200-300	Xấu	Da cam
>300	Rất xấu	Đỏ

Nghiên cứu này đã sử dụng các phương trình số học cơ bản của Brown (1972) [9] để tính toán chỉ số GWQI. Các giá trị giới hạn của các chỉ tiêu chất lượng nước được đưa ra tại QCVN 09-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ngầm.

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

Bảng 2. Tổng hợp kết quả đo nhanh một số thông số chất lượng nước

Thời gian Thông số Giá trị	Mùa mưa					Mùa khô				
	Nhiệt độ (°C)	pH	DO (mg/l)	Eh (mV)	EC (µS/cm)	Nhiệt độ (°C)	pH	DO (mg/l)	Eh (mV)	EC (µS/cm)
Nhỏ nhất	27,0	6,19	2,55	-322	7,98	23,8	6,67	2,86	-299	8,96
Lớn nhất	27,8	7,33	4,77	148	969	25,3	7,30	5,64	156	1011
Trung bình	27,4	6,95	3,78	-41,0	675	24,6	7,05	4,17	-49,4	706
SD (n= 20) (%)	0,286	0,289	0,650	109	243	0,401	0,18	0,695	116	252
QCVN 09-MT: 15/BTNMT	-	5,5-8,5	-	-	-	-	5,5-8,5	-	-	-

Ghi chú: “-” Không quy định

Trong đó: C_i là nồng độ của mỗi thông số; S_i là giá trị giới hạn của mỗi thông số theo QCVN09-MT:2015/BTNMT; W_i là trọng số của mỗi thông số.

Trọng số W_i thể hiện vai trò của thông số trong cả bộ số liệu quan trắc, được tính theo công thức 2:

$$W_i = \frac{1}{S_i \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{S_i} \right)} \quad (2)$$

Các giá trị GWQI được tính toán và làm tròn thành số nguyên, đánh giá dựa trên thang điểm và thể hiện chất lượng nước bằng màu sắc như ở Bảng 1 [7].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả phân tích các thông số chất lượng nước

3.1.1. Các thông số đo nhanh tại hiện trường

Dữ liệu quan trắc của hai đợt lấy mẫu được tính toán thống kê và thể hiện trong bảng 2 và 3. Các chỉ số đo nhanh tại hiện trường bao gồm pH, DO, EC, Eh phản ánh các đặc tính lý hóa cơ bản của mẫu nước tại thời điểm lấy mẫu (Bảng 2).

Kết quả quan trắc cho thấy giá trị pH của nước dưới đất tại khu vực nghiên cứu trong cả 2 đợt lấy mẫu đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 09-MT:2015/BTNMT, với giá trị pH nhỏ nhất là 6,19 tại vị trí DT03 (đợt 1), do đây là giếng nước hờ và mới được thực hiện khử trùng, pH có giá trị cao nhất tại vị trí giếng DT08 (đợt 1) có giá trị 7,33. Nhiệt độ nước cũng không có sự khác biệt lớn giữa 2 đợt lấy mẫu (tháng 10/2019 và tháng 2/2021), giá trị nhiệt độ trung bình của đợt mùa mưa và đợt mùa khô lần lượt là 27,4 °C và 24,6 °C. Thế oxy hóa khử (Eh) tại khu vực nghiên cứu phần lớn có giá trị âm, chỉ một số vị trí như DT07, DT11, DT16 và DT18 có Eh dương. Thế oxy hóa khử Eh của các mẫu nước dưới đất dao động từ -322 đến 148 mV (đợt 1) và từ -299 đến 156 mV (đợt 2). Như vậy, tại đa số các giếng nghiên cứu, thành phần nước có chứa nhiều các chất chống oxy hóa

hơn. Độ dẫn điện EC biểu thị lượng ion có mặt trong nước khá chênh lệch giữa các mẫu nước với khoảng biến thiên lớn từ 8,96 $\mu\text{s/cm}$ đến 1011 $\mu\text{s/cm}$.

Độ lệch chuẩn tương đối của các kết quả phân tích thông số nhiệt độ, pH đều nhỏ hơn 10% cho thấy hai thông số này khá ổn định. Còn lại các thông số: DO, Eh, EC có độ lệch chuẩn lớn hơn 30% thể hiện sự dao động lớn của kết quả phân tích giữa các vị trí.

3.1.2. Các thông số phân tích trong phòng thí nghiệm

Từ kết quả phân tích mẫu nước thu thập được và kết quả tính toán thống kê (Bảng 3), một số biểu đồ so sánh kết quả hàm lượng các chỉ tiêu với giá trị giới hạn quy định tại QCVN 09-MT:2015/BTNMT được biểu diễn tại Hình 1.

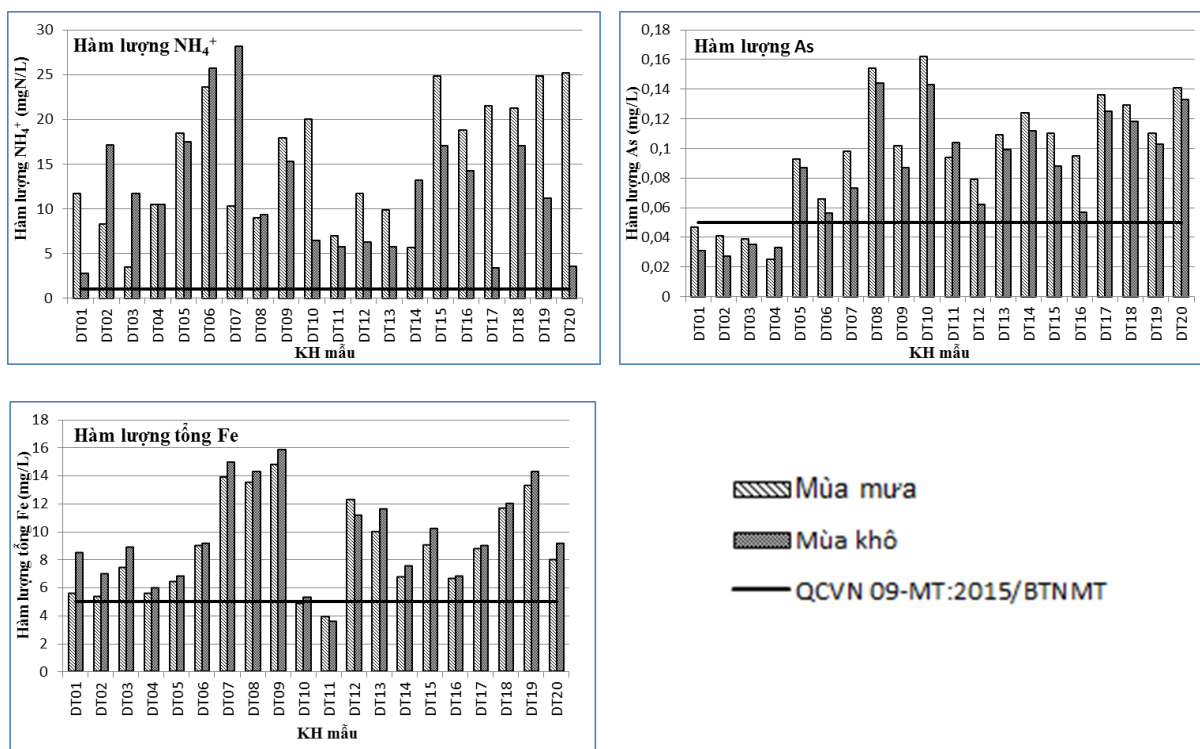
Bảng 3. Giá trị nồng độ các chỉ tiêu chất lượng nước dưới đất khu vực nghiên cứu mùa mưa, mùa khô

	Số lượng mẫu	Mùa mưa				Mùa khô				QCVN 09-MT:2015/BTNMT
		Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	SD	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	SD	
Độ cứng tổng (mgCaCO₃/L)	20	106	474	268,1	82,2	215	505	328	71,4	500
NH₄⁺ (mgN/L)	20	3,49	25,2	15,2	7,13	2,73	28,2	12,1	7,11	1
NO₂ (mgN/L)	20	0,035	5,56	1,07	1,59	0,056	0,138	0,092	0,025	1
NO₃⁻ (mgN/L)	20	0,019	0,980	0,232	0,268	0,033	1,04	0,267	0,228	15
Cl⁻ (mg/L)	20	19,9	96,6	49,3	22,4	13,6	95,1	55,4	24,7	250
SO₄²⁻ (mg/L)	20	1,02	2,40	1,56	0,44	1,17	2,86	1,85	0,488	400
Mn (mg/L)	20	0,071	0,481	0,210	0,138	0,086	0,699	0,304	0,190	0,5
Ni (mg/L)	20	0,0006	0,002	0,001	0,0003	0,00072	0,0054	0,002	0,001	0,02
Cu (mg/L)	20	0,002	0,006	0,004	0,001	0,0026	0,0077	0,005	0,001	1
Zn (mg/L)	20	0,016	0,05	0,027	0,010	0,017	0,068	0,032	0,015	3
As (mg/L)	20	0,025	0,162	0,098	0,039	0,027	0,144	0,086	0,038	0,05
Cd (mg/L)	20	0,00003	0,0001	0,00006	0,00002	0,00003	0,0006	0,0001	0,0001	0,005
Pb (mg/L)	20	0,0001	0,0015	0,0005	0,0003	0,00035	0,0088	0,001	0,002	0,01
Fe (mg/L)	20	3,90	14,8	8,84	3,37	3,56	15,9	9,60	3,43	5

Kết quả phân tích các mẫu nước dưới đất tầng Holocen tại Duy Tiên, Hà Nam vào mùa mưa và mùa khô đều chỉ ra một số chỉ tiêu vượt giới hạn cho phép theo QCVN 09-MT:2015/BTNMT như: NH_4^+ , tổng Fe, As, độ cứng tổng, Cl. Đặc biệt, tại tất cả 20 vị trí quan trắc, hàm lượng amoni trong mẫu nước dưới đất đều vượt giới hạn cho phép khoảng 2,73 đến 28,3 lần. Tương tự như NH_4^+ , một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá mức độ ô nhiễm nước dưới đất là As cũng có hàm lượng vượt giá trị giới hạn cho phép khoảng 2 đến 3 lần tại hầu hết các điểm lấy mẫu (80% số giếng) trong 2 đợt quan trắc.

Khi so sánh kết quả nghiên cứu này với những nghiên cứu đã thực hiện tại khu vực đồng bằng sông Hồng, hàm lượng As trung bình trong nước dưới đất khu vực Duy Tiên, Hà Nam thấp hơn 4 đến 5 lần so với hàm lượng As tại khu vực Nam Hà Nội của tác giả Phạm Quý Nhân và cộng sự (2008) [3] với nồng độ tổng As trung bình là 235,42 $\mu\text{g/L}$. Bên cạnh đó, hàm lượng tổng Fe trong mẫu nước tại hầu hết các điểm quan trắc

(92,5%) vượt giá trị giới hạn chất lượng nước quy định tại QCVN 09-MT:2015/BTNMT khoảng 1,06 đến 3,18 lần. Hàm lượng tổng Fe trung bình vào mùa mưa là 8,84 mg/L , mùa khô là 9,60 mg/L . Điều này có thể được lý giải rằng, lượng bổ cập nước nhạt vào các tầng chứa nước với cường độ lớn, trong khoảng thời gian nhất định sẽ làm tăng hàm lượng Fe trong nước. Hàm lượng NO_2^- trung bình trong nước tại khu vực nghiên cứu vào mùa mưa cũng cao hơn khoảng 11 lần giá trị này vào mùa khô. Tuy nhiên, vào mùa mưa, nguồn nước dưới đất tại huyện Duy Tiên được bổ cập mạnh mẽ bởi nước mặt sông Hồng, do vậy chất lượng nước dưới đất có thể bị ảnh hưởng bởi điều kiện địa hóa, địa chất của nước ngầm như độ cứng tổng, Cl, Mn, hàm lượng trung bình trong nước dưới đất vào mùa mưa thấp hơn so với mùa khô. Kết quả này có thể được giải thích bởi sự pha loãng từ nước mặt và nước giếng thủy, đặc biệt thể hiện sự giảm mạnh nồng độ giữa hai mùa tại các giếng hờ.



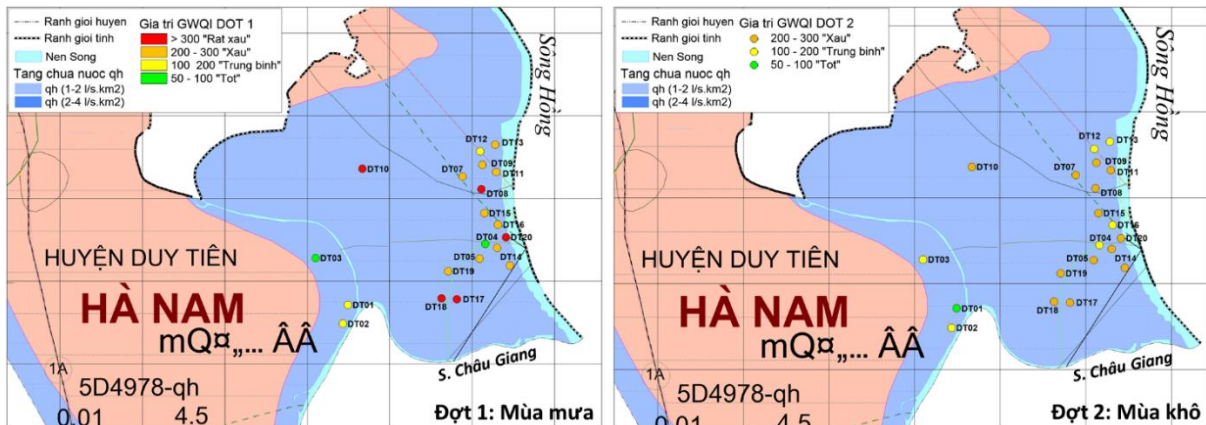
Hình 1. Biểu đồ thể hiện hàm lượng một số chỉ tiêu trong nước dưới đất tại khu vực nghiên cứu.

Bảng 4. Giá trị trọng số W_i của các thông số chất lượng nước

Thông số	pH	Độ cứng tổng	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Cu	As	Fe
W_n	0,001	0,0001	0,043	0,043	0,003	0,0002	0,0001	0,043	0,855	0,009

Bảng 5. Chỉ số GWQI và phân loại mức chất lượng nước tại các vị trí lấy mẫu

KH mẫu	Mùa mưa		Mùa khô		KH mẫu	Mùa mưa		Mùa khô	
	GWQI	Chất lượng nước	GWQI	Chất lượng nước		GWQI	Chất lượng nước	GWQI	Chất lượng nước
NN-DT01	133	Trung bình	67	Tốt	NN-DT11	216	Xấu	204	Xấu
NN-DT02	108	Trung bình	121	Trung bình	NN-DT12	197	Trung bình	136	Trung bình
NN-DT03	84	Tốt	112	Trung bình	NN-DT13	237	Xấu	197	Trung bình
NN-DT04	90	Tốt	103	Trung bình	NN-DT14	262	Xấu	251	Xấu
NN-DT05	241	Xấu	226	Xấu	NN-DT15	297	Xấu	227	Xấu
NN-DT06	220	Xấu	209	Xấu	NN-DT16	245	Xấu	161	Trung bình
NN-DT07	219	Xấu	250	Xấu	NN-DT17	328	Rất xấu	231	Xấu
NN-DT08	310	Rất xấu	290	Xấu	NN-DT18	317	Rất xấu	278	Xấu
NN-DT09	257	Xấu	218	Xấu	NN-DT19	299	Xấu	228	Xấu
NN-DT10	369	Rất xấu	275	Xấu	NN-DT20	352	Rất xấu	246	Xấu



Hình 2. Bản đồ thể hiện chất lượng nước dưới đất tại huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam.

3.2. Kết quả tính toán chỉ số chất lượng nước dưới đất GWQI

Các thông số được sử dụng để tính toán GWQI bao gồm: pH, độ cứng tổng, amoni, nitrit, nitrat, clorua, sunfat, Cu, As, Fe. Áp dụng công thức 2 để tính giá trị trọng số của từng thông số và công thức 1 để tính chỉ số tổng hợp GWQI.

Kết quả tính toán W_i và GWQI, phân loại chất lượng nước của từng vị trí quan trắc được thể hiện trong Bảng 4, 5.

Chỉ số GWQI tại khu vực nghiên cứu dao động trong khoảng $84 \div 369$ vào mùa mưa, và có xu hướng giảm vào mùa khô với khoảng biến thiên là $67 \div 290$. Các mẫu nước dưới đất có chất lượng từ “Rất xấu” đến “Tốt” vào mùa mưa

Trong khi đó, chất lượng nước cải thiện hơn từ “Xấu” đến “Tốt” vào mùa khô. Kết quả quan trắc và tính toán GWQI cho thấy hàm lượng As và ion NH_4^+ là nguyên nhân chính làm gia tăng giá trị GWQI khiến chất lượng nước dưới đất tại huyện Duy Tiên có xu hướng giảm vào mùa mưa. Trong 20 giếng lấy mẫu, vào mùa mưa, tỷ lệ chất lượng nước của các giếng từ “rất xấu”, “xấu”, “trung bình” đến “tốt” lần lượt là 25%, 50%, 15% và 10%. Trong khi đó, vào mùa khô có 65% giếng có chất lượng nước “xấu”, 30% và 5% tương ứng với chất lượng nước “trung bình” và “tốt”.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành quan trắc lấy mẫu, đo nhanh một số chỉ tiêu và xác định hàm lượng một số chất ô nhiễm trong mẫu nước dưới đất tại 20 vị trí giếng khoan và giếng đào thuộc huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam. Kết quả thu được cho thấy nguồn nước dưới đất tại khu vực nghiên cứu bị ô nhiễm bởi NH_4^+ , tổng Fe, As, Mn, độ cứng tổng khi so sánh với giá trị giới hạn về chất lượng nước dưới đất quy định tại QCVN 09-MT:2015/BTNMT.

Nghiên cứu sử dụng chỉ số chất lượng nước dưới đất (GWQI) để đánh giá chất lượng nước của các giếng khoan và giếng đào tại khu vực nghiên cứu. Chỉ số GWQI dao động từ 84 đến 369 vào mùa mưa, chỉ số này cao hơn vào mùa khô với mức dao động từ 67 đến 290. Tỷ lệ giếng quan trắc có chất lượng nước “xấu” tương ứng giữa hai mùa là 50% và 65%; chất lượng nước “trung bình” là 15% và 30%. Các vị trí quan trắc nằm gần sông Hồng nên sự thay đổi chất lượng nước giữa hai đợt quan trắc có thể bị ảnh hưởng nguồn nước bổ cập từ sông Hồng vào nước dưới đất. Các kim loại như asen, đồng, sắt và ion amoni là nguyên nhân chính khiến chất lượng nước dưới đất tại huyện Duy Tiên suy giảm.

Kết quả nghiên cứu là cơ sở đề xuất một số giải pháp khai thác và sử dụng hợp lý nguồn nước dưới đất tại huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam. Đồng thời, cần có những nghiên cứu sâu hơn để giải thích nguồn gốc phát sinh các yếu tố gây suy giảm chất lượng nước.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự hỗ trợ kinh phí từ Bộ Tài nguyên và Môi trường, Đề tài cấp bộ mang mã số: TNMT 2018.02.15. Đồng thời, nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến cán bộ và nhân dân huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam đã hỗ trợ trong quá trình thực hiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- [1] Statistics Office of Ha Nam, Statistical Yearbook of Ha Nam 2019, 2020 (in Vietnamese).
- [2] People's Committee of Ha Nam Province, State of Environment Report 2016 - 2020, 2021 (in Vietnamese).
- [3] P. Q. Nhan, Origin and Distribution of Ammonium And Arsenic in Aquifers of the Red River Delta, Project of International Cooperation with Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA), No. 91-SF2, 2007 – 2008, <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2016.01.006> (in Vietnamese)
- [4] M. Berg, T. V. Hong, N. T. Chuyen, P. H. Viet, Roland Schertenleib, and Walter Giger, Arsenic Contamination of Groundwater and Drinking Water in Vietnam: A Human Health Threat, *Environmental Science & Technology* 35, No.13 2001, pp. 2621-2626, <https://doi.org/10.1021/es010027y>.
- [5] Ministry of Natural Resources and Environment, QCVN 09-MT: 2015/BTNMT National Technical Regulation on Groundwater Quality, 2015 (in Vietnamese).
- [6] H. V. Hoan, F. Larsen, N. V. Lam, D. D. Nhan, T. T. Luu, P. Q. Nhan, Salt Groundwater Intrusion in the Pleistocene Aquifer in the Southern Part of the Red River Delta, Vietnam, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 34, No. 1, 2018, pp. 11-22, <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4127>.
- [7] L. A. Trung, D. K. Loan, T. H. Con, Assessing the Status of Contamination Nitrogen Compound in Storage of Domestic Water in Hoang Liet Ward, Hoang Mai District, Hanoi City, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 32, No. 1, 2016, pp. 110-117 (in Vietnamese).
- [8] A. B. Ahmad, Evaluation of Groundwater Quality Index for Drinking Purpose from some Villages Around Darbandikhan District, Kurdistan Region-Iraq, *Journal of Agriculture and Veterinary*

- Science, Vol. 7, No. 9, 2014, pp. 34-41, <https://doi.org/10.9790/2380-07913441>.
- [9] R. M. Brown, N. I. McClelland, R. R. Deininger, M. F. O'Connor, A Water Quality Index - crashing the Psychological Barrier, Indicators of Environmental Quality, 1971, pp. 173-182.
- [10] N. H. Au, P. T. T. Nhi, T. M. H. Vy, T. T. Hien, T. N. Hiep, L. K. Linh, T. B. Minh, L. T. H. Ha, Application of Groundwater Quality Index (GWQI) and GIS in Groundwater Quality Zoning in the Pleistocene Aquifer in Phu My Town, Ba Ria – Vung Tau Province, Science and Technology Development Journal - Science of the Earth & Environment, Vol. 4, No. 1, 2020, pp. 149-161, <https://doi.org/10.32508/stdjsee.v4i1.525> (in Vietnamese).
- [11] Department of Geology and Minerals of Vietnam, Book looking up stratigraphic units in Vietnam, Hanoi National University Publishing House, 2000 (in Vietnamese).
- [12] Hoang Anh Khien, Geology and minerals group of Hung Yen - Phu Ly, Northern Federation of Geological Maps, 2004 (in Vietnamese).
- [13] TCVN 6663-11:2011 (ISO 5567-11:2009), Water Quality - Sampling - Part 11: Guidance on Sampling of Groundwaters (in Vietnamese).
- [14] TCVN 6663-3: 2016 (ISO 5667-3:2012) Water Quality - Sampling - Part 3: Preservation and Handling of Water Samples (in Vietnamese).
- [15] APHA, AWWA, WEF, Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 23rd edition, 2017.
- [16] K. M. Alastal, J. S. Alagha, A. A. Abuhabis, R. Ababou, Groundwater Quality Assessment Using Water Quality Index (WQI) Approach: Gaza Coastal Aquifer Case Study, Journal of Engineering Research and Technology, Vol. 2, No 1, 2015, pp. 80-86.