

# Nghiên cứu xác định sự bổ cấp từ nước sông Hồng cho tầng chứa nước Pleistocen khu vực phía nam Hà Nội

Phạm Hòa Bình<sup>1\*</sup>, Đoàn Văn Cảnh<sup>2</sup>, Đặng Đức Nhận<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Hà Nội

<sup>2</sup>Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Ngày nhận bài 2/4/2018; ngày chuyển phản biện 5/4/2018; ngày nhận phản biện 11/5/2018; ngày chấp nhận đăng 4/6/2018

## Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả xác định tuổi của nước dưới đất tầng Pleistocen khu vực phía nam Hà Nội để làm sáng tỏ mối quan hệ thủy lực giữa nước mưa, nước sông Hồng và nước trong tầng Pleistocen trên khu vực nghiên cứu. Đồng thời, thời gian lưu trung bình (tuổi) của nước trong tầng Pleistocen trong một số lỗ khoan vùng rìa phía nam Hà Nội cũng được xác định bằng phương pháp cacbon-14 để tìm hiểu hướng dòng chảy của nước dưới đất tầng Pleistocen trong điều kiện khai thác hiện tại.

Kết quả về thành phần đồng vị của 3 loại nước là nước mưa, nước sông và nước dưới đất cho thấy, các giếng khoan ở khoảng cách đến 1 km dọc bờ sông Hồng nhận được hơn 90% nước sông bổ cấp và càng vào sâu trung tâm, phần đóng góp của nước sông càng giảm. Số liệu về tỷ số đồng vị bền và tuổi từ 20 nghìn đến hơn 45 nghìn năm của nước trong các lỗ khoan P44a, P25a, P28a, P61a cho thấy nước sông Hồng không có đóng góp vào trữ lượng nước trong các lỗ khoan trên mà nước trong tầng Pleistocen ở đây được lấy từ tầng chứa nước và bổ cấp từ xa, từ rìa phía tây của thành phố. Kết quả ước tính mức đóng góp của nước sông Hồng cho nước dưới đất tầng Pleistocen theo thành phần đồng vị là khá phù hợp với các kết quả tính bằng các phương pháp thực nghiệm khác.

**Từ khóa:** kỹ thuật đồng vị, sự bổ cấp từ nước sông Hồng cho tầng chứa nước Pleistocen.

**Chỉ số phân loại:** 1.5

## **Đặt vấn đề**

Mối quan hệ giữa nước mặt (bao gồm nước sông, nước hồ) và nước dưới đất trong các tầng chứa nước là một trong những vấn đề quan trọng của chu trình thủy văn cần được nghiên cứu làm rõ để cung cấp cơ sở khoa học cho công tác bảo vệ, khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước, đặc biệt là sử dụng, quản lý tổng hợp nước mặt - nước dưới đất [1, 2]. Một số phương pháp nghiên cứu xác định mối quan hệ thủy lực giữa nước mặt và nước dưới đất đã được áp dụng, bao gồm cả truyền thống và hiện đại. Phương pháp nghiên cứu theo: cấu trúc địa chất - địa chất thủy văn, số liệu hút nước thí nghiệm, quan trắc động thái nước dưới đất là các phương pháp truyền thống. Mô hình hóa dựa trên các thông số địa chất, địa chất thủy văn và kỹ thuật thủy văn đồng vị dựa trên thành phần đồng vị của nước cũng như định tuổi nước dưới đất bằng các phương pháp thích hợp được cho là các phương pháp hiện đại.

Kỹ thuật đồng vị xác định mối quan hệ thủy lực nước mặt - nước dưới đất dựa trên hiệu ứng phân tách đồng vị của nước do tác động của các yếu tố vật lý như bay hơi, ngưng

tụ hoặc hóa lý như trao đổi đồng vị giữa các pha (pha nước và pha rắn của các khoáng chất trong địa tầng) [3, 4].

Bài báo này là công trình thực nghiệm áp dụng kỹ thuật đồng vị để xác định mối quan hệ thủy lực giữa nước sông Hồng và nước dưới đất nhằm đánh giá mức đóng góp của nước sông cho nước tầng chứa nước Pleistocen tại diện tích phía nam sông Hồng, thành phố Hà Nội.

## **Nội dung nghiên cứu**

Diện tích nghiên cứu là địa bàn phía nam thành phố Hà Nội và 12 giếng quan trắc phân bố trên ba tuyến vuông góc với sông Hồng (hình 1). Các lỗ khoan lựa chọn cho nghiên cứu đều thuộc mạng lưới quan trắc động thái nước dưới đất của thành phố Hà Nội và quốc gia. Các lỗ khoan được sử dụng trong nghiên cứu được lựa chọn theo ba tuyến hướng vuông góc với dòng chảy của sông Hồng và đều có chiều sâu nghiên cứu ở tầng Pleistocen dưới (qp<sub>1</sub>). Tuyến I-I' gồm các lỗ khoan từ P44a qua Q63 đến P81a (hình 2a); tuyến II-II' gồm các lỗ khoan P25a qua P12a, P14, P34a đến P26a (hình 2b) và tuyến III-III' gồm các lỗ khoan từ P28a qua P61a, P2a, P1a, P86a (hình 2c).

\*Tác giả liên hệ: Email: hoabinhtnmt@gmail.com

# Determination of the recharge of Red River water to the Pleistocene aquifer in the south of Hanoi

Hoa Binh Pham<sup>1\*</sup>, Van Canh Doan<sup>2</sup>, Duc Nhan Dang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ha Noi Environment and Natural Resources Department

<sup>2</sup>Viet Nam Association of Hydrogeology

Received 2 April 2018; accepted 4 June 2018

## Abstract:

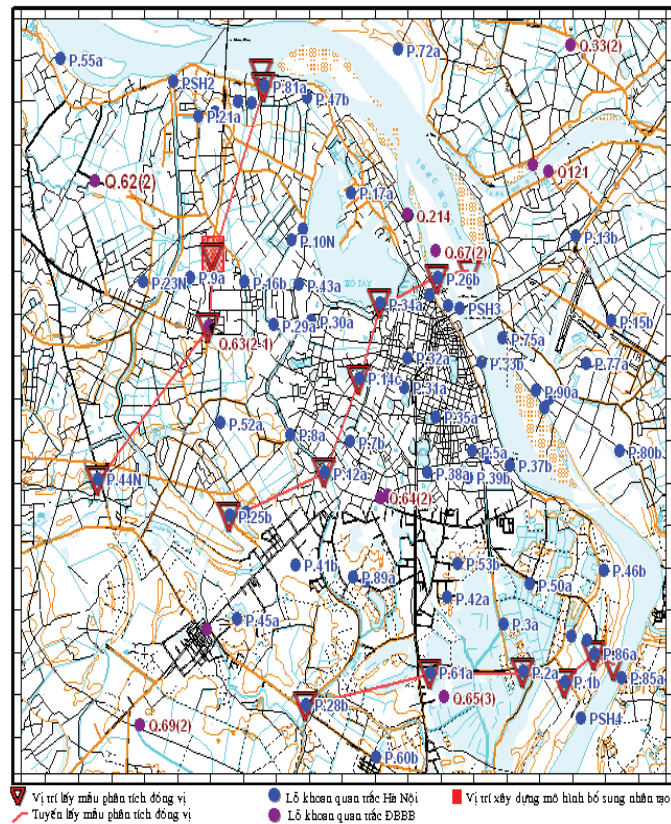
This article presents the results of determining the age of groundwater in the Pleistocene aquifer in the south of Hanoi to clarify the hydraulic relationship among rainwater, Red River water, and groundwater in the study area. At the same time, the average age of water in the Pleistocene aquifer in some boreholes in the south of Hanoi was also determined by the carbon-14 method to determine the flow direction of groundwater in the Pleistocene aquifer at current time.

The result of isotopic composition of three types of water, including rainwater, river water, and groundwater showed that the abstraction wells at distances up to 1 km along the Red River received more than 90% river water recharge. The contribution of river water decreased when going deeper to the center of the aquifer. Data on the stable isotope ratios and age from 20 thousand to over 45 thousand years of water in drill holes P44a, P25a, P28a, and P61a showed that the Red River water did not contribute to water reserves in the above holes. Water in the Pleistocene here is taken from the storage and recharge from distance, from the western edge of the city. The results of estimating the recharge of Red River water to the Pleistocene under the isotope composition were quite consistent with the results calculated using other experimental methods.

**Keywords:** isotope method, recharge of Red River water to the Pleistocene aquifer.

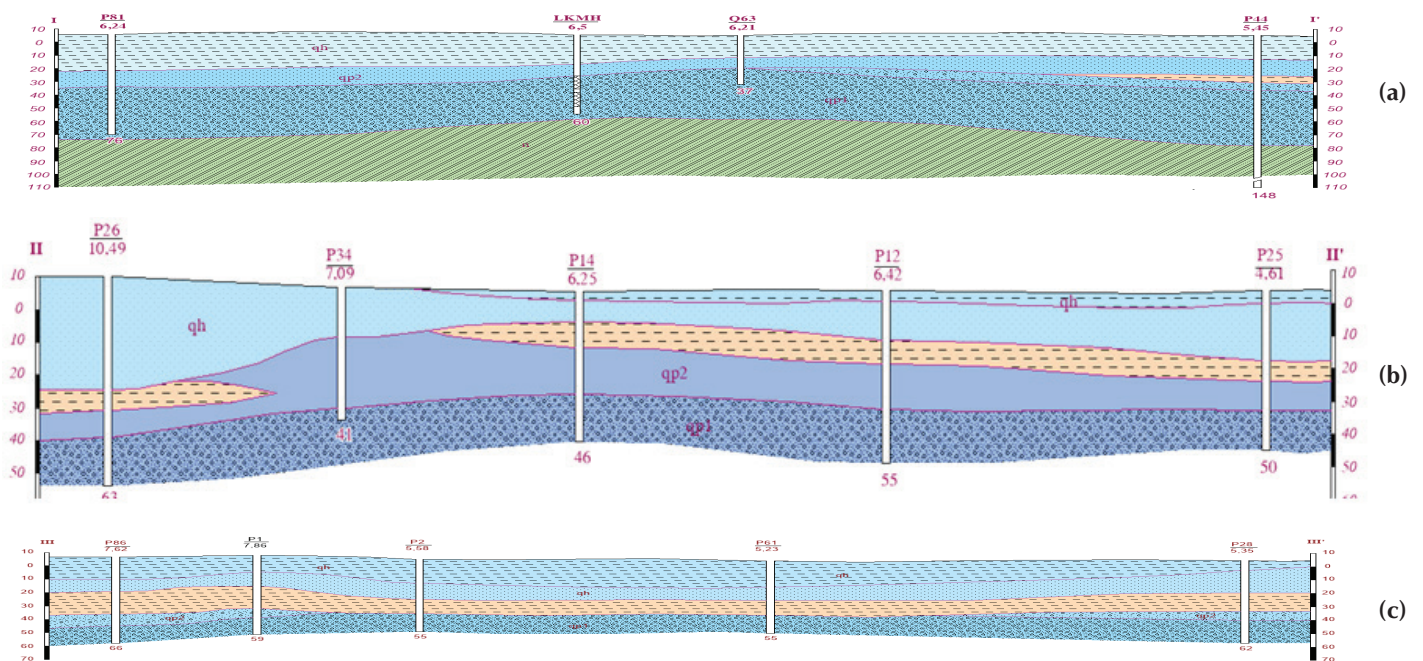
**Classification number:** 1.5

Lớp chứa nước lỗ hồng trầm tích Pleistocen trên (qp<sub>2</sub>) có diện tích phân bố hầu khắp Đồng bằng sông Hồng. Thành phần thạch học chủ yếu là cát, cát pha, phần đáy có nơi lẫn sạn sỏi thuộc tướng lòng sông. Phần phía nam sông Hồng, tầng có chiều dày thay đổi từ nhỏ nhất 3 m đến lớn nhất 36,5 m, trung bình 12,02 m. Chiều sâu thế nằm mực nước thay đổi từ sát bề mặt đất đến khoảng 3-4 m, ở một số nơi do ảnh hưởng của việc khai thác nước mãnh liệt từ lớp cuội sỏi bên dưới nên mực nước của lớp trên có độ sâu hơn 5,14 m. Tỷ lưu lượng đạt được ở các lỗ khoan hút nước thay đổi từ 0,08 đến 5,35 l/m/s.



Hình 1. Sơ đồ vị trí 12 giếng khoan quan trắc trên khu vực phía nam thành phố Hà Nội đã được sử dụng để lấy mẫu nước phân tích thành phần đồng vị của nước trong tầng Pleistocen dưới.

Lớp chứa nước Pleistocen dưới (qp<sub>1</sub>) bắt đầu từ Phú Nhi - Sơn Tây và mở rộng về hướng nam, đông nam bao trùm Đồng bằng sông Hồng. Ở phần rìa phía tây và tây bắc tiếp giáp với các trầm tích từ Mezozoi đến Proterozoi. Thành phần thạch học của lớp qp<sub>1</sub> bao gồm có cát sạn sỏi thuộc phần dưới của trầm tích Pleistocen trên, cuội sỏi sạn cát hoặc cát lẫn dăm sạn. Trên mặt cát thẳng đứng (hình 2a, b, c), lớp qp<sub>1</sub> nằm dưới lớp cách nước Pleistocen giữa - trên hoặc nằm trực tiếp dưới lớp chứa nước Pleistocen trên (qp<sub>2</sub>), có nơi nằm dưới tầng chứa nước qh và ở ven rìa có khi nằm ngay dưới lớp cách nước trên cùng hoặc lộ trên mặt đất. Đa phần lớp chứa nước qp<sub>1</sub> phủ lên các trầm tích có



Hình 2. Sơ đồ mặt cắt địa chất thủy văn theo ba tuyến lấy mẫu vuông góc với sông Hồng: tuyến I-I' từ P44a qua Q63 đến P81a (a), tuyến II-II' từ P25a qua P12a, P14, P34a đến P26a (b); tuyến III-III' từ P28a qua P61a, P1a, P2a, P86a (c).

tuổi Neogen. Dựa vào đặc tính các tầng phủ bên trên, tầng chứa nước qp có thể chia làm 2 dải phân bố có đặc trưng khác nhau: dải thứ nhất là dải trung tâm chạy dọc theo sông Hồng kéo từ Sơn Tây đến Nam Dư. Do cấu trúc địa chất và ảnh hưởng uốn khúc của dòng chảy sông Hồng nên đặc tính thủy lực ở hai bên bờ đối diện luôn khác nhau. Nếu ở bờ bên này vắng mặt lớp cách nước thì ở bờ bên đối diện sẽ tồn tại lớp cách nước và ngược lại, ví dụ như cặp đối xứng Q54-Q621 (Chèm); cặp P33-Q49 (Chương Dương). Còn dải phân bố khác hầu như không có các trầm tích cách nước phủ trên bề mặt tạo thành hệ thống thủy lực duy nhất trong một tầng chứa nước qp có môi trường hai lớp. Dải này chạy dọc sông Đáy từ lỗ khoan đập Đáy đến lỗ khoan T16. Lớp chứa nước qp<sub>1</sub> theo dải này có chiều dày thay đổi trong phạm vi khá rộng nhưng có xu hướng tăng dần từ tây bắc xuống đông nam và từ hai rìa đồng bằng vào trung tâm thành phố. Ở phía nam sông Hồng, chiều dày lớp qp<sub>1</sub> thay đổi từ 1,6 m (Q60) đến 46 m (Q54), trung bình bề dày lớp qp<sub>1</sub> là 18,4 m (hình 2a).

**Phương pháp lấy mẫu, phân tích thành phần đồng vị và định tuổi nước dưới đất**

Bảng 1 trình bày danh sách 12 vị trí lỗ khoan quan trắc đặt trong tầng qp<sub>1</sub> thuộc mạng lưới quan trắc nước dưới đất của thành phố Hà Nội đã được sử dụng để lấy mẫu nước nghiên cứu thành phần đồng vị. Ngoài các mẫu nước dưới đất, 3 mẫu nước sông Hồng được lấy tương ứng cho tuyến thứ nhất là mẫu SH81a, tuyến thứ hai là SH26a và tuyến thứ ba là SH86a.

**Bảng 1. Loại mẫu và tọa độ các vị trí lấy mẫu cùng với số liệu độ sâu mực nước (so với mặt đất) trong giếng và các chỉ tiêu quan trắc của nghiên cứu.**

TT	Ký hiệu lỗ khoan	Tọa độ		Độ sâu mực nước, m	Chỉ tiêu quan trắc		
					$\delta^2H, \%$	$\delta^{18}O, \%$	Tuổi
1	P44a	-	-	-16,15	x	x	xx
2	BN1	21°02'40 N	105°47'11 E	-27,30	x	x	x
3	P81a	21°05'02 N	105°48'17 E	-10,90	x	x	x
4	SH81a	nt	nt	-	x	x	
5	P25a	20°59'37 N	105°47'47 E	-23,55	x	x	xx
6	P12a	21°00'00 N	105°49'10 E	-22,40	x	x	x
7	P34a	21°02'13 N	105°50'14 E	-17,50	x	x	x
8	P26a	21°02'30 N	105°50'14 E	-14,30	x	x	x
9	SH26a	nt	nt	-	x	x	
10	P28a	20°57'03 N	105°48'51 E	-18,55	x	x	xx
11	P61a	20°57'27 N	105°51'00 E	-25,00	x	x	xx
12	P1a	20°57'23 N	105°53'22 E	-15,40	x	x	x
13	P2a	20°57'27 N	105°52'36 E	-14,20	x	x	x
14	P86a	20°57'40 N	105°53'51 E	-11,85	x	x	x
15	SH86a	nt	nt	-	x	x	

Những mẫu đánh dấu xx được định tuổi bằng phương pháp cacbon 14, những mẫu chỉ đánh dấu x là chỉ để xác định hoạt độ triti và sau đó so sánh với mẫu nước mưa hoặc nước sông Hồng cùng thời kỳ trên khu vực để biết nước trẻ (cận đại: modern) hay già.

Nước trong giếng khoan được bơm rửa sạch loại bỏ hết nước đọng trong giếng cho đến khi nhiệt độ của nước bơm ra không đổi trước khi lấy mẫu. Nước được bơm hút bằng bơm chìm và thiết bị đo nhiệt độ là đầu đo pH-sensor lắp cùng với máy TOA (Nhật Bản). Mẫu nước được lấy vào lọ HDPE dung tích 50 ml có hai nắp để tránh hiện tượng trao đổi đồng vị deuteri và oxy-18 trong mẫu và trong âm không khí. Để xác định hoạt độ triti, mẫu nước được lấy vào chai HDPE dung tích 1 lít và có nắp kín tránh trao đổi đồng vị với âm không khí.

Trong nghiên cứu này có sử dụng bộ số liệu về đường nước khí tượng và đường nước sông Hồng đoạn chảy qua thành phố Hà Nội [5]. Đường nước khí tượng khu vực Hà Nội có dạng:

$${}^6\text{H} (\text{‰}) = 8,04 {}^6\text{O} + 12,96 \quad (1)$$

và đường nước sông Hồng có dạng:

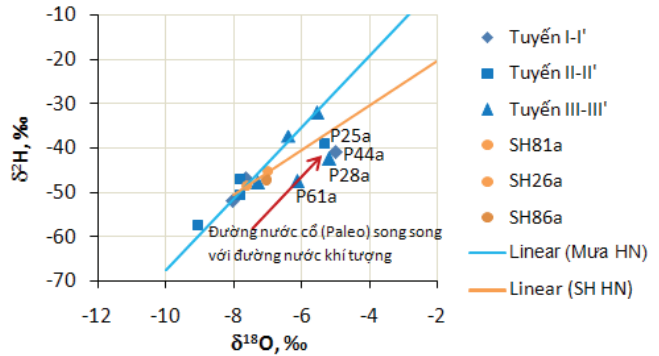
$${}^6\text{H} (\text{‰}) = 5,06 {}^6\text{O} - 10,15 \quad (2)$$

**Kết quả và thảo luận**

**Quan hệ thủy lực giữa nước sông, nước mưa và nước dưới đất lớp chứa nước Pleistocen dưới (qp<sub>1</sub>)**

Bảng 2 trình bày kết quả xác định thành phần đồng vị bền và hoạt độ phóng xạ triti trong các mẫu nước nghiên cứu cùng với tuổi của bốn mẫu nước lấy từ các lỗ khoan: P44a, P25a, P28a và P61a tính bằng phương pháp cacbon-14.

Trên cơ sở các số liệu của bảng 2, sự phụ thuộc giữa thành phần đồng vị deuteri và oxy-18 đã được xây dựng (hình 3) cùng với đường nước khí tượng và đường nước sông Hồng khu vực Hà Nội.



**Hình 3. Thành phần đồng vị bền của các mẫu nước nghiên cứu cùng với đường nước khí tượng và nước sông Hồng khu vực Hà Nội phản ánh mức độ quan hệ thủy lực giữa nước mưa và nước sông với nước dưới đất tầng qp<sub>1</sub> khu vực phía nam Hà Nội.**

Từ hình 3 nhận thấy, nước trong 4 lỗ khoan P44a, P25a, P26a và P61a có thành phần đồng vị bền rất khác biệt so với nước trong các lỗ khoan khác trên diện tích nghiên cứu. Thành phần đồng vị bền trong nước lấy từ 4 lỗ khoan nêu trên phân bố trên một đường song song với đường nước khí tượng (đường mũi tên đỏ, hình 3), tức là mức dư deuteri thấp hơn so với mức dư deuteri trong điều kiện khí tượng thông thường. Mức dư deuteri (d) được định nghĩa theo Mook (2001) [4], Clark và Fritz (1999) [6] là:

$$d = {}^6\text{H}_{\text{mẫu}} - 8 {}^6\text{H}_{\text{mẫu}} \quad (3)$$

Trong trường hợp này giá trị mức dư deuteri trung bình của cả 4 mẫu nước trong P44a, P225a, P26a và P61a là 0.66, khác xa giá trị 10 trong điều kiện mưa có cân bằng đồng vị

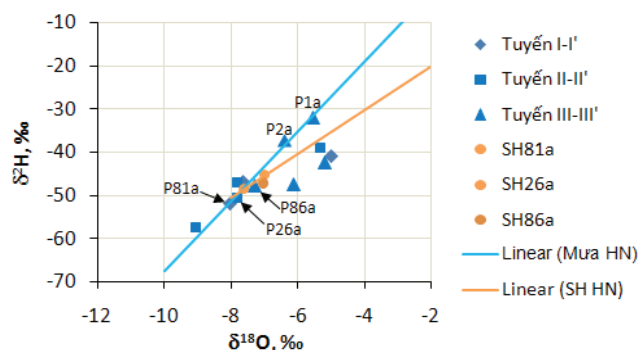
**Bảng 2. Thành phần đồng vị bền, hoạt độ triti và tuổi của các mẫu nước dưới đất tầng qp<sub>1</sub> diện tích phía nam thành phố Hà Nội.**

TT	Ký hiệu lỗ khoan	$\delta^2\text{H}, \text{‰}$	$\pm 1 \sigma$	$\delta^{18}\text{O}, \text{‰}$	$\pm 1 \sigma$	${}^3\text{H}, \text{ TU}$	$\pm 1 \sigma$	$\delta^{13}\text{C}$	${}^{14}\text{C}, \text{ pMC}$	Tuổi, năm
1	P44a	-40,81	0,18	-4,97	0,24	-	-	-15,77	0,161	>45.000
2	BN1	-46,98	0,11	-7,63	0,11	2,32	0,25			
3	P81a	-51,77	0,07	-8,02	0,14	2,48	0,16			
4	SH81a	-45,33	0,25	-6,96	0,14	2,03	0,18			
5	P25a	-39,03	0,21	-5,30	0,09	-	-	-11,17	0,161	>45.000
6	P12a	-47,12	0,11	-7,79	0,19	2,35	0,23			
7	P34a	-57,43	0,07	-9,01	0,18	2,42	0,26			
8	P26a	-47,68	0,10	-7,12	0,05	2,58	0,17			
9	SH26a	-48,83	0,19	-7,59	0,19	2,25	0,32			
10	P28a	-42,33	0,07	-5,19	0,12	-	-	-9,35	5,307	20.560
11	P61a	-47,55	0,17	-6,09	0,06	-	-	-11,29	3,459	25.460
12	P1a	-32,11	0,39	-5,53	0,11	1,47	0,31			
13	P2a	-37,19	0,29	-6,39	0,13	2,01	0,27			
14	P86a	-47,83	0,15	-7,28	0,11	1,83	0,17			
15	SH86a	-47,27	0,18	-7,01	0,11	1,97	0,14			

giữa pha hơi nước và pha lỏng nước mưa. Dáng điệu của mối tương quan giữa các thành phần đồng vị bền của nước dưới đất song song với đường nước mưa địa phương và có mức dư deutri thấp hơn mức mưa cân bằng đồng vị là do có quá trình bốc hơi bổ sung trong các tầng chứa nước khi nước đã vận động trong khoảng thời gian dài, tức là tuổi của nước già. Nước có tuổi già trong trường hợp này được gọi là nước cổ nhưng khái niệm nước cổ trong trường hợp này là khác hơn so với khái niệm nước cổ chôn vùi theo định nghĩa của Edmunds (2001) [7] là nước chôn vùi từ kỷ băng hà muộn hoặc trước đó. Do vậy, nước trong các lỗ khoan nằm sâu về phía trung tâm thành phố không có bổ cấp từ sông Hồng hoặc bổ cấp trực tiếp từ nước mưa khu vực qua thấm xuyên vì tuổi của chúng khá cao (theo cacbon-14 thì nước đều già hơn 20 nghìn năm, thậm chí hơn 45 nghìn năm như nước trong lỗ khoan P44a và P25a, bảng 2) và trong nước không còn tồn tại triti do chu kỳ bán rã của  $^3\text{H}$  là ngắn, chỉ có 12,3 năm.

Dựa trên các số liệu về nồng độ ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , pH và  $\text{HCO}_3^-$  trong các mẫu nước lấy từ các lỗ khoan P44a, P25a, P28a và P61a (từ nguồn số liệu quan trắc động thái nước dưới đất do Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Nội thực hiện) đã tính được chỉ số bão hòa (SI: Saturation Index) của calcite ( $\text{SI}_{\text{cc}}$ ) và dolomite ( $\text{SI}_{\text{dol}}$ ) trong nước tại các lỗ khoan nêu trên. Kết quả cho thấy,  $\text{SI}_{\text{cc}}$  là 1,35; 0,93; 1,16 và 1,25, trong khi đó  $\text{SI}_{\text{dol}}$  là 0,71; 0,55; 0,68 và 0,72 trong nước lấy từ các lỗ khoan tương ứng P44a, P25a, P28a và P61a. Điều này chứng tỏ cả hai khoáng vật calcite và dolomite đều đã quá bão hòa trong nước từ các lỗ khoan nghiên cứu, khẳng định đúng là nước đã có tuổi già\*.

Ngược lại so với 4 mẫu nước lấy từ trung tâm thành phố, 3 mẫu nước lấy từ 3 lỗ khoan sát bờ sông Hồng là P81a, P26a và P86a có thành phần đồng vị tương đồng với thành phần đồng vị của nước sông Hồng (hình 4), tức là nước trong tầng  $qp_1$  tại các lỗ khoan này hầu như 100% là nước sông. Điều này cũng có thể được giải thích là bơm hút khai thác nước của các nhà máy nước Cáo Đình, Yên Phụ và Nam Dư đã kéo nước sông Hồng tràn ngập vào các giếng khoan P81a (gần Cáo Đình), P26a (gần Yên Phụ) và P86a (gần Nam Dư). Hoạt độ phóng xạ của triti trong nước cũng ngang bằng hoạt độ triti trong nước sông Hồng (bảng 2) đã khẳng định nước trong các lỗ khoan P81a, P26a và P86a hút từ tầng  $qp_1$  là nước sông Hồng.



Hình 4. Quan hệ thủy lực giữa nước sông với nước tầng  $qp_1$  tại các lỗ khoan P81a, P26a, P86a sát bờ sông Hồng và mối quan hệ giữa nước mưa và nước tầng  $qp_1$  trong P1a và P2a.

Khác với nước trong 3 lỗ khoan P81a, P26a và P86a, nước trong tầng  $qp_1$  tại lỗ khoan P1a và P2a lại có thành phần đồng vị tương đồng với thành phần đồng vị của nước mưa. Hai lỗ khoan P1a và P2a nằm ven hồ điều hòa Yên Sở, và có lẽ nước mưa tích tụ trong hồ đã bổ cấp cho nước tầng sâu bằng thấm xuyên qua đáy hồ. Điều này cũng có thể hiểu được vì các lỗ khoan P1a, P2a nằm gần vị trí nhà máy nước Nam Dư và vì vậy do khai thác nước của nhà máy mà nước tầng  $qp_1$  không những được dồn từ phía sông vào mà cả nước mặt thấm xuyên qua đáy hồ.

**Hướng dòng chảy và miền bổ cấp tiềm năng của nước dưới đất tầng  $qp_1$  khu vực phía nam Hà Nội**

Quan trắc mực nước trong các lỗ khoan cho thấy, mực nước trong lỗ khoan P44a, P25a, P28a và P12a nằm ở độ sâu tương ứng là -16,15 m, -23,55 m, -18,55 m và -22,4 m. Như vậy có thể thấy nước từ các lỗ khoan P44a, P28a và P12a chảy về lỗ khoan P25a. Có lẽ mức khai thác nước của nhà máy nước Hạ Đình trước đây đã làm hình thành thấu hạ thấp mực nước và do vậy nước từ các khu vực xung quanh dồn về Hạ Đình. Hiện nay nhà máy nước Hạ Đình đã giảm công suất khai thác, do vậy có thể mực nước trong các giếng quan trắc xung quang khu vực này đang được dần hồi phục. Các nghiên cứu chi tiết cho thấy, rìa phía tây, ở độ cao khoảng 200 m cũng là miền bổ cấp cho nước dưới đất khu vực phía nam thành phố Hà Nội.

Theo tuyến III-III', mực nước trong lớp  $qp_1$  ở các lỗ khoan P61a, P1a, P2a, P86a tương ứng là -25 m, -15,4 m, -14,2 m và -11,85 m. Có thể thấy nước sông Hồng chảy vào tầng chứa nước Pleistocen từ P86a sang P2a, sang P1a và vào P61a. Tuy nhiên, thành phần đồng vị bền của nước trong P1a và P2a phản ánh bản chất của nước ở đây là nước mưa thấm xuyên qua đáy hồ Yên Sở như đã trình bày ở trên. Nước trong P1a và P2a là nước cận đại vì nồng độ hoạt độ triti trong nước lấy từ các lỗ khoan này ngang bằng hoạt độ triti trong nước mưa khu vực Hà Nội, trong khoảng 2-3 TU

\*Cách tính chỉ số bão hòa (SI) không trình bày cụ thể ở đây. Bạn đọc quan tâm đến cách tính SI của calcite và dolomite trên cơ sở số liệu về nồng độ các ion Ca, Mg, pH và bicacbonat xin mời tiếp xúc với các tác giả.

[5], trong khi đó nước trong P61a là nước cổ. Từ các kết quả quan trắc thu nhận được cho phép kết luận là khai thác nước từ nhà máy nước Nam Du đã cuốn nước sông Hồng tràn vào tầng  $qp_1$  tại vị trí P86a nhưng không thể đi sâu vào phía trung tâm. Mặt khác, khai thác nước từ nhà máy nước Pháp Vân đã kéo nước hồ Yên Sở thấm xuyên xuống tầng chứa nước và cũng kéo nước từ hướng tây qua P28a đến P61a và do vậy tuổi của nước trong P28a (20.560 năm, bảng 2) trẻ hơn nước trong P61a (25.460 năm, bảng 2).

Các kết quả nghiên cứu về vai trò của sông Hồng đối với tài nguyên nước dưới đất khu vực thành phố Hà Nội của các nhà địa chất thủy văn khác cho thấy: theo Nguyễn Văn Đán và Tống Ngọc Thanh (2000) [8], đối với nhà máy nước Cáo Đình có 8 lỗ khoan phân bố dọc bờ sông Hồng có thể khai thác được từ 6.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm đến 8.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm, thậm chí lên đến 20.000 m<sup>3</sup>/ngày đêm nếu khoảng cách từ các lỗ khoan đến mép nước sông tương ứng là 400 m, 200 m và sát mép nước sông. Lưu lượng khai thác nêu trên là tương ứng với tỷ lệ nước do sông Hồng cung cấp là 68, 80 và 90% khi giếng khai thác đặt cách mép nước sông tương ứng là 400 m, 200 m và sát mép nước. Tuy nhiên đó là vào thời điểm năm 2000, đến nay đã gần 20 năm nhà máy nước Cáo Đình đi vào hoạt động, mực nước trong các giếng khai thác đã hạ thấp đáng kể, do đó mức xâm nhập nước từ sông Hồng vào các giếng khai thác đã tăng hơn nhiều và có lẽ hiện nay tầng chứa nước ở khoảng cách 200 m cách mép nước đã là 100% nước sông.

### Kết luận

Bằng kỹ thuật đồng vị khi đo đồng vị bền, đo hoạt độ phóng xạ của triti và cacbon-14 trong DIC (Dissolved Inorganic Carbon - Các hợp chất cacbon vô cơ tan trong nước: CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> và CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) trong 12 mẫu nước dưới đất lấy từ lớp chứa nước  $qp_1$  và 3 mẫu nước sông Hồng, các tác giả của công trình đã nhận thấy nước trong các lỗ khoan nằm cách xa bờ sông, gần trung tâm thành phố không có quan hệ thủy lực với nước sông Hồng. Nước ở đây có tuổi già, thậm chí già hơn 45.000 năm là giới hạn đo của phép định tuổi bằng cacbon-14. Ngược lại, nước ở các lỗ khoan gần rìa sông (P81a, P26a, P86a) hầu như 100% là nước sông, là nước cận đại với hoạt độ triti trong nước ngang bằng mức hoạt độ của nước mưa khu vực Hà Nội và nước sông Hồng.

Nước dưới đất trong lớp  $qp_1$  khu vực phía nam Hà Nội ngoài nguồn bổ cấp từ nước mưa còn được bổ cấp từ rìa phía tây của thành phố.

Kết quả về thành phần đồng vị của 3 loại nước là nước mưa, nước sông và nước dưới đất cho thấy, các giếng khoan ở khoảng cách đến 1 km dọc bờ sông Hồng nhận được hơn 90% nước sông bổ cấp và càng vào sâu trung tâm phần đóng góp của nước sông càng giảm. Số liệu về tỷ số đồng vị bền và tuổi từ 20 nghìn đến hơn 45 nghìn năm của nước trong các lỗ khoan P44a, P25a, P28a, P61a cho thấy nước sông Hồng không có đóng góp vào trữ lượng nước trong các lỗ khoan trên mà nước trong tầng Pleistocen ở đây được lấy từ tầng chứa nước và bổ cấp từ xa, từ rìa phía tây của thành phố. Kết quả ước tính mức đóng góp của nước sông Hồng cho nước dưới đất tầng Pleistocen theo thành phần đồng vị là khá phù hợp với các kết quả tính bằng các phương pháp thực nghiệm khác.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] B.R. Scanlon, D.G. Levitt, et al. (2005), "Ecological controls on water-cycle response to climate variability in deserts", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **102**(17), pp.6033-6038.
- [2] N. Schmadel (2009), *Quantifying surface water and groundwater interaction in high-gradient mountain stream for solute transport*, PhD Thesis, Utah State University, 174p.
- [3] International Atomic Energy Agency (1983), *Guidebook on nuclear techniques in Hydrology (1983 edition)*, Vienna, 440p.
- [4] W.G. Mook (2001), *Environmental isotopes in the hydrological cycle: Principles and Applications*, V.2. IAEA-UNESCO, Vienna.
- [5] Dang Duc Nhan, Dinh Thi Bich Lieu, Vo Thi Anh (2013), *Isotopic composition of the precipitation and water from the Red River collected cosecutively for 2001 till 2011*, www.iaea.ih.
- [6] I. Clark, P. Fritz (1999), *Environmental isotopes in hydrology*, Lewis Publisher, Boca raton-NY, 328p.
- [7] W.M. Edmunds (2001), "Paleowater in European coastal aquifers -the goals and main conclusions of the PALAEAUX project", *Geology Society Special Publication*, **189**, pp.1-16.
- [8] Nguyễn Văn Đán, Tống Ngọc Thanh (2000), "Về khả năng xây dựng các công trình khai thác nước thấm lọc ven sông Hồng - cung cấp cho thành phố Hà Nội", *Tạp chí Địa chất*, **260**(A), tr.43-49.