

# NGHIÊN CỨU ĐỘNG HỌC NƯỚC NGẦM BẰNG KỸ THUẬT THỦY VĂN ĐỒNG VỊ PHỤC VỤ QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN NƯỚC KHU VỰC ĐỒNG BẰNG NAM BỘ

NGUYỄN KIÊN CHÍNH\*, LÂM HOÀNG QUỐC VIỆT, HUỖNH LONG,  
TRẦN THỊ BÍCH LIÊN, NGUYỄN VĂN PHÚC

*Trung tâm Hạt nhân Thành phố Hồ Chí Minh*

*\*Email: [nkienchinh@gmail.com](mailto:nkienchinh@gmail.com)*

**Tóm tắt.** Hướng và tốc độ vận động của nước trong tầng chứa là các thông số quan trọng trong nghiên cứu nước ngầm. Cùng với nguồn gốc hình thành, các thông số này giúp đánh giá khả năng bổ cấp của tầng nước ngầm.

Trong các tầng nước ngầm hiện hữu, do có trữ lượng nước nhạt tương đối lớn và chất lượng tốt, các tầng Pliocen ở đồng bằng Nam bộ đang ngày càng được khai thác nhiều trong khi hiểu biết còn hạn chế nhất là về động học tầng chứa. Trong nghiên cứu này, kỹ thuật thủy văn đồng vị đã được sử dụng để xác định hướng và tốc độ vận động cũng như về nguồn gốc hình thành và khả năng được bổ cấp của các tầng nước ngầm Pliocen. Các đồng vị bền của nước ( $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) cho thông tin về nguồn gốc hình thành nước ngầm, các đồng vị phóng xạ tự nhiên triti, các bon phóng xạ ( $^{14}\text{C}$ ) được dùng để xác định tuổi nước để xác định tốc độ và hướng vận động của nước trong tầng chứa.

Kết quả nghiên cứu cho thấy nước vận động trong tầng Pliocen trên ( $n_2^2$ ) theo hướng đông bắc - tây nam với tốc độ khoảng 8,0 cm/năm trong khi nước ngầm tầng Pliocen dưới ( $n_2^1$ ) vận động theo hướng bắc-nam với tốc độ 4,6 cm/năm. Về khả năng bổ cấp, số liệu đồng vị cho thấy tầng Pliocen trên được bổ cấp trực tiếp từ nước mưa hiện tại, miền bổ cấp là khu vực Đông Nam bộ trong khi tầng Pliocen dưới cũng được bổ cấp bởi nước hiện đại thông qua tầng Pliocen trên tại khu vực Đông Nam bộ và từ nước mưa tại khu vực bên ngoài lãnh thổ Việt Nam.

**Từ khóa:** *Tầng nước ngầm, Kỹ thuật thủy văn đồng vị,  $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ , Triti,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$*

## 1. LỜI NÓI ĐẦU

Nằm ở cực nam của đất nước, đồng bằng Nam bộ (ĐBNB) là một trong những vùng trọng điểm phát triển kinh tế của Việt Nam. Đây cũng là khu vực tập trung dân cư với các trung tâm kinh tế văn hóa lớn như Cần Thơ, thành phố Hồ Chí Minh. Để đáp ứng nhu cầu về nước, nước ngầm đang bị khai thác ngày nhiều do các nguồn nước mặt ngày càng bị suy giảm cả về chất và lượng.

Hiện tại, hệ thống nước ngầm ở ĐBNB được phân chia thành 8 tầng chứa nước. Các tầng này đều là đối tượng khai thác với mức độ khác nhau và việc khai thác đã làm suy giảm mực nước tĩnh, tăng tốc độ xâm nhập mặn trong các tầng nước ngầm, sụt lún mặt đất... Điều đó cho thấy cần phải tiếp tục nghiên cứu về hệ thống các tầng chứa nước (TCN) khu vực này.

Một trong các vấn đề địa chất thủy văn khu vực còn tồn tại là khả năng được bổ cấp của các tầng nước ngầm. Trong khi các nghiên cứu về cổ địa lý cho thấy nước ngầm ở ĐBNB có nguồn gốc chôn vùi, không có nguồn bổ cấp hiện đại thì các kết quả nghiên cứu bằng kỹ thuật đồng vị lại cho thấy dấu hiệu có bổ cấp hiện đại cho các tầng nước ngầm nên việc làm sáng tỏ khả năng có được bổ cấp hay không của các TCN khu vực ĐBNB, đặc biệt là với các tầng nước ngầm sâu là rất quan trọng để khai thác hợp lý nước dưới đất cho dân sinh và sản xuất.

Trong các tầng nước ngầm hiện hữu, tầng nước ngầm sâu Pliocen và Miocen hiện còn ít số liệu, kết quả nghiên cứu trong khi các tầng này đang bị khai thác ngày càng nhiều để bù đắp cho sự suy giảm lượng nước khai thác được từ các tầng nông hơn<sup>[13]</sup>.

Với những lý do đó, đối tượng của nghiên cứu này là các tầng nước ngầm Pliocen trên và Pliocen dưới. Các tác giả sử dụng kỹ thuật đồng vị để xác định nguồn gốc nước ngầm,

hướng và tốc độ vận động của nước trong các tầng chứa qua đó đánh giá khả năng bổ cấp hiện đại của tầng nước ngầm góp phần đánh giá đầy đủ hơn về tiềm năng nước ngầm khu vực.

Các đồng vị được sử dụng là các đồng vị ôxy-18 ( $^{18}\text{O}$ ), đơteri ( $^2\text{H}$ ), triti ( $^3\text{H}$ ), cac-bon phóng xạ ( $^{14}\text{C}$ ), cac-bon 13 không phóng xạ ( $^{13}\text{C}$ ) trong đó các đồng vị  $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$  dùng để đánh giá nguồn gốc nước ngầm, các đồng vị  $^3\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  và  $^{14}\text{C}$  được dùng để xác định tuổi, hướng và tốc độ vận động của nước ngầm [1,2,3].

## 2. SƠ LƯỢC VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU VÀ THỰC NGHIỆM

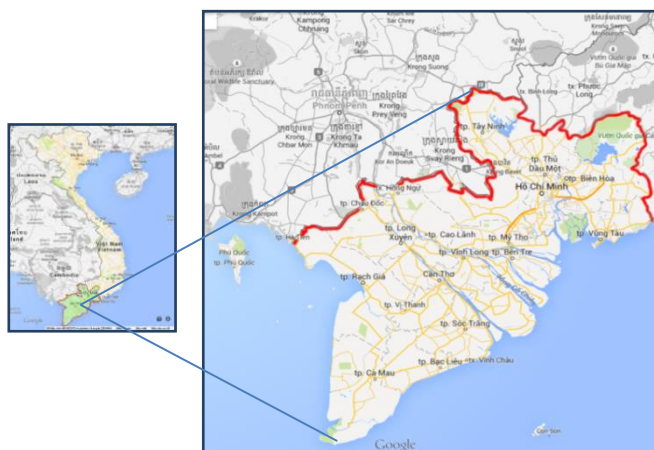
### 2.1. Điều kiện tự nhiên

Nằm giữa  $10^{\circ}30'$  và  $12^{\circ}00'$  vĩ độ bắc,  $103^{\circ}45'$  và  $107^{\circ}00'$  kinh độ đông, ĐBNB có diện tích khoảng  $54.250 \text{ km}^2$  với dân số khoảng 31,7 triệu người. ĐBNB gồm đồng bằng sông Cửu Long (Tây Nam bộ) và phần đồng bằng cao Đông Nam bộ (Hình 1).

Nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, ĐBNB có khí hậu gió mùa cận xích đạo, nắng nhiều, nhiệt độ cao quanh năm, với hai mùa rõ rệt. Mùa khô từ tháng 12 tới tháng 4 là thời gian mà gió mùa đông bắc với đặc điểm khô lạnh chiếm ưu thế. Mùa mưa từ tháng 5 tới cuối tháng 11 hàng năm với chủ đạo là gió mùa tây nam nóng ẩm. Lượng mưa trung bình năm khoảng 1.750 mm với hơn 90% trong mùa mưa, nhiệt độ trung bình khoảng  $27^{\circ}\text{C}$ .

Về mặt địa hình, khu vực này tương đối bằng phẳng. Đông Nam bộ với thành phần thạch học chủ yếu gồm bazan và phù sa cổ có độ cao thay đổi từ khoảng 2,0 m ở ven biển tới cỡ 100 m khu vực biên giới với Campuchia. Tây Nam bộ có độ cao trung bình từ 2 đến 5 m so với mực nước biển, một số khu vực như Đồng Tháp Mười có độ cao thấp hơn mực nước biển, thành phần thạch học chủ yếu là phù sa trẻ [12].

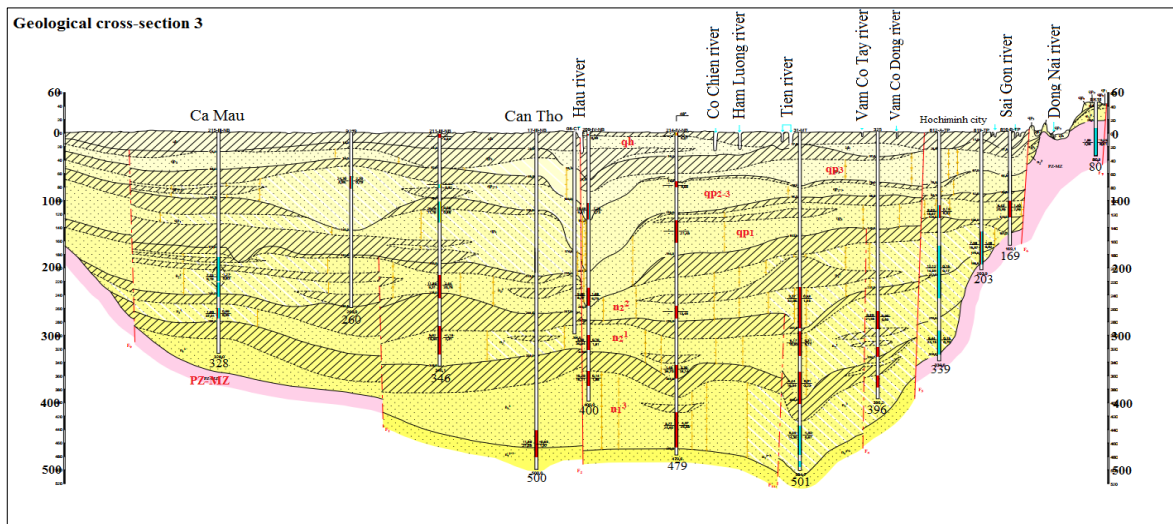
Ở ĐBNB, có ba hệ thống sông chính là sông Mê Công, sông Vàm Cỏ và sông Đồng Nai cùng với hệ thống kênh rạch chằng chịt. Đây đều là các nguồn nước ngọt chính trong đó lớn nhất là sông Mê Công chảy vào ĐBNB qua hai nhánh là sông Tiền và sông Hậu với lưu lượng hàng năm khoảng  $500 \text{ km}^3$ .



Hình 1: Khu vực nghiên cứu – Đồng bằng Nam bộ

### 2.2. Đặc điểm địa chất thủy văn

Lộ lên mặt đất ở khu vực phía bắc và đông bắc ĐBNB, đá gốc được hình thành bởi các thành tạo Paleozoic và Mesozoic chìm dần xuống theo hướng đông nam hình thành thung lũng kiến tạo. Thung lũng này được lấp đầy bởi các lớp trầm tích có tuổi từ Paleocen đến Holocen qua các đợt biển tiến và lùi. Các lớp trầm tích biển, sông-biển hình thành các tầng chứa nước (TCN) nằm ngang, được phân tách bởi các lớp sét cách nước. Theo kết quả phân tầng địa chất thủy văn mới, ĐBNB có 8 TCN gồm tầng Holocen (qh), tầng Pleistocen trên ( $qp_3$ ), Pleistocen giữa trên ( $qp_{2-3}$ ), Pleistocen dưới ( $qp_1$ ), tầng Pliocen trên ( $n_2^2$ ), Pliocen dưới ( $n_2^1$ ), các tầng Mioxen ( $n_1^3$ ,  $n_1^{2-3}$ ) và nước trong đá gốc (Mz) như trong Hình 2.



Hình 2: Mặt cắt địa chất hướng đông bắc-tây nam vùng ĐBNB

Trong số các TCN hiện hữu, các tầng Pliocen trên và Pliocen dưới đang là đối tượng bị khai thác ngày càng nhiều để bù thiếu hụt lượng nước nhạt khai thác được từ các tầng nông hơn (do cạn kiệt và/hoặc xâm nhập mặn vì khai thác quá mức). Lộ ra ở khu vực Đông Nam bộ và trong lãnh thổ Campuchia (?) các tầng Pliocen trở thành tầng chứa kín áp lực ở khu vực Tây Nam bộ. Ngoại trừ một số vùng ở phía đông bắc thuộc tỉnh Bến Tre, Vĩnh Long dọc bờ biển hoặc vùng giữa sông Tiền và sông Hậu nước ngầm bị mặn với tổng độ chất rắn hòa tan trung bình tới 18 mg/L, nước trong các TCN này nhạt. Các số liệu thu được trước đây cho thấy tuổi của nước thay đổi từ khoảng vài nghìn tới hơn 40.000 năm. Do có ít số liệu tuổi nước nên chưa thể thiết lập sơ đồ phân bố tuổi của nước trong các tầng Pliocen và do vậy chưa thể xác định được hướng vận động cũng như ước lượng vùng bổ cấp của các TCN này. Mặt khác, việc khai thác đã làm thay đổi động thái tự nhiên và hình thành những phễu hạ thấp mực nước nên việc xác định hướng vận động dựa trên các đường đẳng mực nước là không chính xác.

### 2.3. Lấy và phân tích các mẫu nước ngầm

Các mẫu nước ngầm được lấy tại các giếng khoan thuộc Mạng quan trắc quốc gia về động thái nước dưới đất hiện có tại ĐBNB. Vị trí các giếng khoan lấy mẫu được thể hiện trên Hình 3. Ngoài các mẫu nước tầng Pliocen trên và Pliocen dưới, một số mẫu nước cũng được lấy từ các tầng nước ngầm còn lại (trừ tầng Holocen) để khảo sát mối quan hệ giữa các TCN.



Hình 3: Vị trí các điểm lấy mẫu nước ngầm

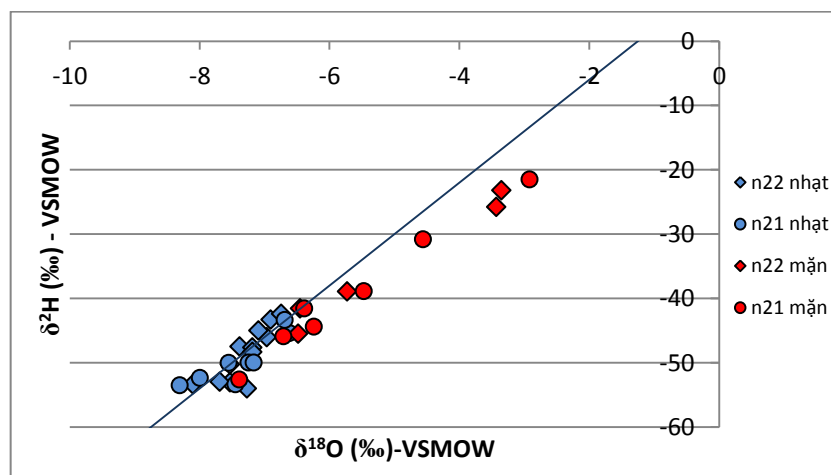
Tổng cộng 71 mẫu nước ngầm đã được thu thập gồm 18 mẫu lấy từ tầng Pliocen trên, 17 mẫu lấy từ tầng Pliocen dưới, và 5 mẫu từ tầng qp<sub>3</sub>, 9 mẫu tầng qp<sub>2-3</sub>, 9 mẫu tầng qp<sub>1</sub>, 11 mẫu tầng n<sub>1</sub><sup>3</sup>, và 2 mẫu nước trong đá gốc (MZ). Tại mỗi vị trí, nước ngầm được lấy mẫu để phân tích hàm lượng đồng vị <sup>2</sup>H, <sup>18</sup>O, <sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C và thành phần hóa nước cơ bản theo qui trình được đề xuất bởi Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) [7].

Các đồng vị <sup>2</sup>H, <sup>18</sup>O, <sup>13</sup>C được phân tích bằng thiết bị phân tích tỷ số đồng vị dùng kỹ thuật laser DLT 100 (Los Gatos, Mỹ) hoặc Khối phổ kế tỷ số đồng vị (IRMS). Hàm lượng các đồng vị này được biểu diễn bằng giá trị δ (delta) là tỷ số giữa hiệu số của hàm lượng đồng vị trong mẫu đo và hàm lượng của đồng vị này trong mẫu chuẩn và hàm lượng đồng vị của mẫu chuẩn, và có đơn vị phần nghìn (‰). Đồng vị phóng xạ của các mẫu nước (<sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C) được phân tích bằng phổ kế nhấp nháy lỏng thông thấp TRICARB 3170/TR/SL (Packard, Mỹ) sau khi đã được làm giàu (bằng điện phân đối với <sup>3</sup>H và tổng hợp thành benzene đối với <sup>14</sup>C), hoạt độ <sup>3</sup>H được biểu diễn trong đơn vị TU (Tritium Unit, 1TU=0,118 Bq/L); hoạt độ <sup>14</sup>C được biểu diễn với đơn vị PMC (phần trăm các-bon hiện đại) là tỷ số giữa hoạt độ <sup>14</sup>C trong mẫu và hoạt độ <sup>14</sup>C của mẫu chuẩn các-bon hiện đại (chuẩn oxalic acid II - ox. II, NIST, Mỹ với hoạt độ <sup>14</sup>C là 0,2147 Bq/gC) [3,11]. Thành phần hóa nước cơ bản được phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp phụ nguyên tử (AA 6601F, Shimadzu, Nhật bản) và phương pháp so màu (UV-VIS, Jenway, Anh).

Tất cả các mẫu nước ngầm đã lấy đều được phân tích về hàm lượng đồng vị <sup>2</sup>H, <sup>18</sup>O, <sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C và về thành phần hóa nước cơ bản tại Trung tâm Hạt nhân TP.HCM.

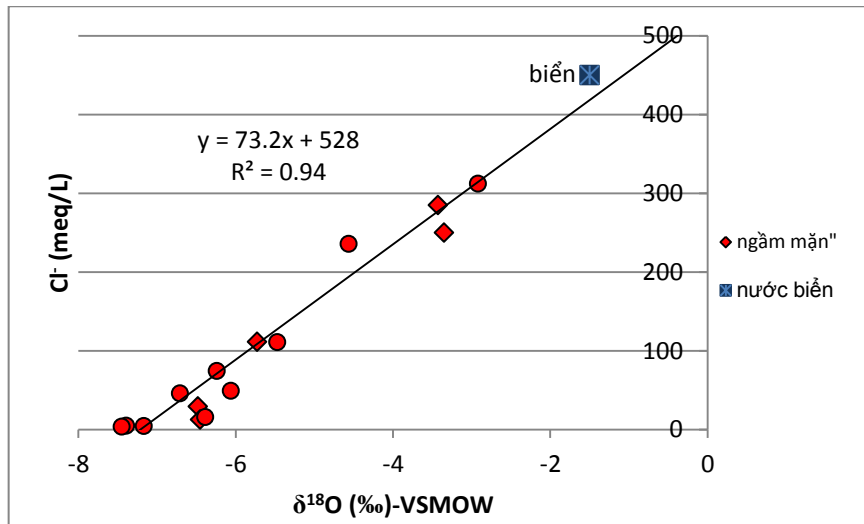
#### 2.4. Kết quả và thảo luận

Thành phần đồng vị bền của các mẫu nước lấy từ các tầng Pliocen trên và Pliocen dưới cùng với đường nước khí tượng (NKT) được biểu diễn trên đồ thị ở Hình 4. Sự phân bố theo đường NKT của các mẫu nước ngầm chứng tỏ nước ngầm có nguồn gốc từ nước khí tượng. Nước ngầm nhạt (điểm màu xanh) có giá trị δ<sup>18</sup>O thay đổi trong khoảng khá rộng (từ -9,5‰ tới -6,5‰) và tương đối nghèo cho thấy nước ngầm được hình thành từ nước khí tượng ở những thời điểm khác nhau [1,5,6]. Hiện tượng nước ngầm mặn (điểm màu đỏ) phân bố dọc theo đường NKT theo một đường thẳng tách ra từ đường NKT và cũng có giá trị δ<sup>18</sup>O thay đổi trong giải rộng cho thấy nước ngầm mặn là do sự hòa trộn giữa nước ngầm nhạt với một nguồn nước rất giàu đồng vị <sup>18</sup>O.



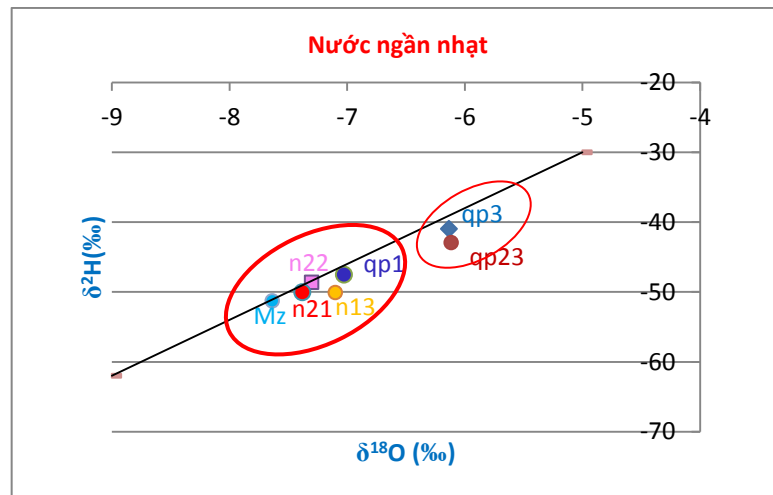
Hình 4: Quan hệ giữa δ<sup>2</sup>H và δ<sup>18</sup>O của các mẫu nước từ các tầng Pliocen ở ĐBNB

Đồ thị Hình 5 cho thấy quan hệ δ<sup>18</sup>O - [Cl] trong nước ngầm mặn là quan hệ tuyến tính (R<sup>2</sup>=94%), có nghĩa là nước ngầm mặn chủ yếu là do các muối chlor hòa tan. Mặt khác các điểm mẫu nước ngầm có xu hướng đi tới cực nước biển (điểm vuông màu xanh), là mẫu nước biển (cách bờ khoảng 150km), có δ<sup>18</sup>O = -1,5‰ và [Cl] = 450 meq/L. Điều đó chứng tỏ rằng, nước ngầm mặn các tầng Pliocen là do sự hòa trộn giữa nước ngầm nhạt và nước biển.



Hình 5: Quan hệ giữa  $\delta^{18}\text{O}$  và hàm lượng Cl trong nước ngầm mặn ở các tầng Pliocen

Hàm lượng  $^2\text{H}$  và  $^{18}\text{O}$  trung bình trong nước ngầm nhạt của các tầng nước ngầm ở khu vực nghiên cứu cùng với đường NKT được biểu diễn trên đồ thị dưới đây:



Hình 6: Quan hệ giữa  $\delta^2\text{H}$  và  $\delta^{18}\text{O}$  trung bình của nước nhạt các tầng nước ngầm

Đồ thị này cho thấy hai nhóm tầng chứa nước với nhóm thứ nhất gồm các tầng qp<sub>3</sub> và qp<sub>2-3</sub> và nhóm thứ hai gồm các tầng qp<sub>1</sub>, n<sub>2</sub><sup>2</sup>, n<sub>2</sub><sup>1</sup>, n<sub>1</sub><sup>3</sup> và nước trong đá gốc Mz. Thành phần đồng vị các tầng trong một nhóm không khác nhau nhiều nhưng lại rất khác so với nhóm kia. Điều này chứng tỏ giữa hai nhóm ít có khả năng có mối quan hệ thủy lực trực tiếp và ngược lại, các tầng nước ngầm trong từng nhóm có thể có quan hệ thủy lực với nhau. Kết quả tính toán bằng phương pháp thống kê Mann Whitney (phép thử không tham số cho phép so sánh các chuỗi độc lập có kích thước khác nhau mà không cần bất kỳ giả thiết sơ bộ nào) trên chuỗi số liệu về hàm lượng đồng vị  $^{18}\text{O}$  trung bình của nước trong các TCN cho thấy nước ngầm tầng qp<sub>2-3</sub> không quan hệ thủy lực với nước trong tầng nước ngầm qp<sub>1</sub> ngay bên dưới do giá trị trung bình  $\delta^{18}\text{O}$  trong nước hai tầng chứa này khác nhau rõ rệt (giá trị chuẩn hóa Z là 2,10 lớn hơn giá trị giới hạn 1,96 tại  $\alpha=0,05$ ) trong khi các cặp TCN liên tiếp như qp<sub>3</sub> và qp<sub>2-3</sub>, qp<sub>1</sub> và n<sub>2</sub><sup>2</sup>, n<sub>2</sub><sup>2</sup> và n<sub>2</sub><sup>1</sup>, n<sub>2</sub><sup>1</sup> và n<sub>1</sub><sup>3</sup> có giá trị chuẩn hóa nhỏ hơn giá trị giới hạn.

Để xác định hướng và tốc độ vận động của nước trong các tầng Pliocen trên và Pliocen dưới bằng kỹ thuật đồng vị, cần thiết phải xác định tuổi và phân bố tuổi của nước ngầm.

Tuổi của nước ngầm được tính theo công thức:

$$t = \frac{\tau}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A}$$

Trong đó A là hàm lượng  $^{14}\text{C}$  trong mẫu và được xác định trực tiếp bằng cách đo hoạt độ  $^{14}\text{C}$ . Hoạt độ ban đầu  $A_0$  được tính toán dựa trên giá trị hàm lượng  $^{13}\text{C}$  của cacbon vô cơ hòa tan (TIDC) có trong mẫu và mô hình hòa trộn đồng vị trong điều kiện trao đổi đồng vị hoàn toàn với khí  $\text{CO}_2$  trong đất đối với hệ thống kín do Gonfiantini đề xuất (mô hình Gonfiantini) <sup>[6,13]</sup>. Theo mô hình này,  $A_0$  được xác định bằng công thức:

$$A_0 = \frac{(\delta - \delta_c)}{(\delta_G - \delta_c + \varepsilon)} \cdot \left(1 + \frac{2\varepsilon}{1000}\right) \cdot 100 \text{ (PMC)}$$

Với  $\delta$  là hàm lượng  $^{13}\text{C}$  của TIDC (chủ yếu ở dạng  $\text{HCO}_3^-$ );  $\delta_c (= 0)$  là giá trị  $^{13}\text{C}$  của thành phần cacbonat có trong đất đá tầng chứa;  $\delta_G (= -25\text{‰})$  là hàm lượng  $^{13}\text{C}$  của khí  $\text{CO}_2$  trong đất tại thời điểm bổ cấp; và  $\varepsilon$  là hệ số phân đoạn đồng vị giữa bicarbonate và khí  $\text{CO}_2$  trong đất.

Hệ số  $\varepsilon$  phụ thuộc nhiệt độ của nước T (độ Kelvin) và được tính bằng công thức <sup>[4, 8, 9, 10]</sup>:

$$\varepsilon = 9552/T - 24.10 \text{ (‰)} \quad (\text{Mook và nnk, 1974})$$

Để xây dựng sơ đồ đẳng tuổi nước ngầm, nghiên cứu này sử dụng phương pháp địa thống kê do G.Matheron (trường đại học Mỏ quốc gia Pari - Pháp) phát triển theo ý tưởng của Krige <sup>[15]</sup> để nội suy tuổi của nước trong tầng dựa trên số liệu tuổi và độ sâu lấy mẫu của các mẫu nước ngầm có từ nghiên cứu này và số liệu có sẵn từ các nghiên cứu trước đây.

Bộ số liệu để xây dựng sơ đồ tuổi bằng phương pháp địa thống kê (Bảng 1) gồm 34 số liệu tuổi và độ sâu lấy mẫu tầng Pliocen trên, 25 số liệu tuổi-độ sâu tầng Pliocen dưới. Phép nội suy thực hiện theo các thông số là tuổi nước ngầm và độ sâu lấy mẫu, trong đó tuổi nước ngầm là thông số chính, thông số độ sâu được dùng để hỗ trợ nâng cao độ chính xác nội suy.

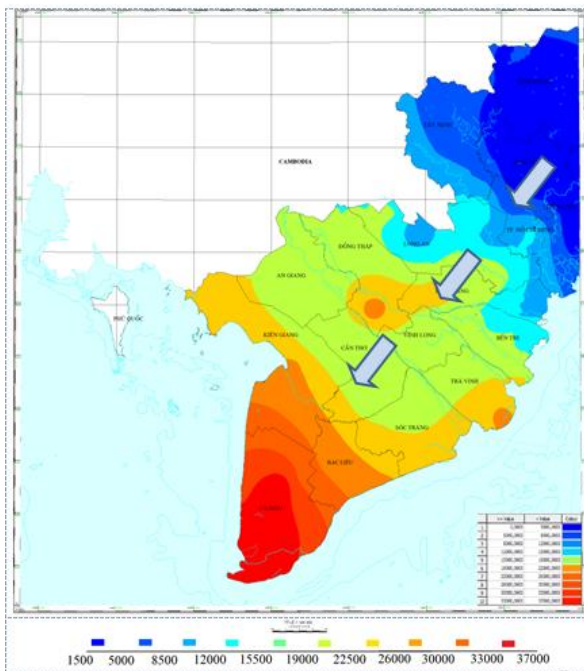
Phương pháp nội suy địa thống kê đã được số hóa thành phần mềm chuyên dụng và thực hiện trên máy tính. Các bước thực hiện như sau: i) Xử lý thống kê số liệu đầu vào (tuổi và độ sâu) để đánh giá các giá trị trung bình số học, trung bình quân phương, hàm mật độ phân phối chuẩn bộ số liệu đầu vào; ii) Phân tích variogram để định lượng tính ổn định/liên tục hoặc sự tương quan không gian của đối tượng nghiên cứu và lựa chọn loại variogram, mô hình variogram; iii) Nội suy các giá trị tuổi nước từ bộ các số liệu đầu vào (tuổi, độ sâu): chọn phương pháp nội suy Kriging (chỉ sử dụng số liệu đầu vào là tuổi của nước) hoặc Co-Kriging (sử dụng số liệu tuổi nước và thông số phụ là độ sâu lấy mẫu) dựa trên hệ số hồi quy, hệ số tương quan của số liệu với giá trị nội suy, các sai số chuẩn (SE) và sai số chuẩn dự đoán (SE Prediction); iv) Xây dựng bản đồ phân bố tuổi dựa trên các số liệu đầu vào và giá trị nội suy.

Bảng 1: Số liệu sử dụng xây dựng bản đồ tuổi các tầng Pliocen

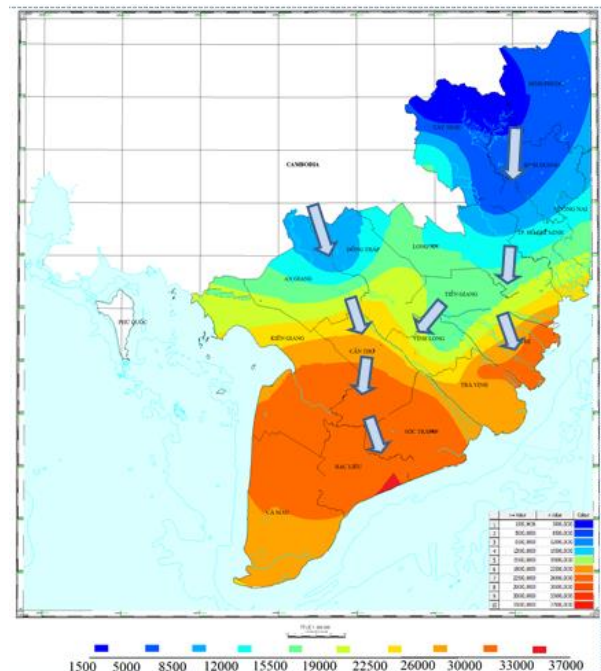
Tầng Pliocen trên ( $n_2^2$ )									
Mẫu	X	Y	Tuổi	Độ sâu	Mẫu	X	Y	Tuổi	Độ sâu
V8	659575	1180289	15900	200	Q204040	529494	1155400	15100	285
V9	652608	1168129	17900	195	Q02704Z	585566	1206379	17800	335
V10	654734	1149963	19800	215	Q02204T	630917	1179593	16100	151
V11	653959	1156226	21000	212	Q808010	664675	1193759	6500	33
V31	684568	1193693	15900	100	Q22104Z	618340	1250385	3312	150
V46	657952	1190117	2900	55	Q040040	715412	1189425	0	31
V48	657353	1199506	13500	168	Q223040	675879	1272485	0	11
V70	507649	1016758	39000	175	Q22404T	676610	1228819	350	65
V85	650286	1212088	17200	220	Q714040	720423	1193674	0	30
V132	617169	1149719	22400	250	Q011040	676572	1201297	10700	175
V137	662513	1212724	6300	118	Q02204Z	630917	1179593	16100	205
V153	532840	1052841	25600	200	Q206030	571842	1137282	29300	268
V157	534361	1121353	13400	236	Q32604T	667327	1159843	7100	206

V159	566441	1116878	12400	220	Q19904Z	499584	968467	36600	321
Q17704T	523019	1020718	24400	231	Q597N22	578632	1027670	18500	250
Q59804T	603786	1058497	18100	239	Q217030	663811	1065470	24000	230
Q40104T	516435	1100097	25400	211	Q604050	655661	1172842	12900	194
<b>Tầng Pliocen dưới (<math>n_2^1</math>)</b>									
V51	641982	1098099	36500	390	Q02304Z	648156	1219676	0	115
V87	648221	1143983	17900	290	Q220050	607681	1282516	5400	158
V127	550667	1022298	29900	287	Q222040	604747	1245793	22300	205
V133	603622	1188382	15500	247	Q606060	576846	1157154	24000	320
V139	685154	1126213	34400	330	Q02704Z	585617	1204227	18600	260
V140	672455	1152021	17900	338	Q022050	630917	1179593	19600	268
V142	556261	1145009	26000	305	Q20904T	588123	1112811	44900	310
V160	565374	1114948	27400	295	Q21104Z	562633	1070141	34400	346
Q17704Z	523019	1020718	30800	274	Q32604Z	667327	1159843	7900	303
Q59704T	580241	1027368	24600	280	Q214040	617291	1118127	13200	366
Q59804Z	603786	1058497	39000	367	Q217040	663811	1065470	26100	352
Q40104Z	516435	1100097	27700	275	Q604060	655661	1172842	13200	296
Q206030	571842	1137282	22400	268					

Với bộ số liệu thực nghiệm như trên, dùng phương pháp địa thống kê, chọn phương pháp Co-Kriging nội suy tuổi của nước ngầm sử dụng thông số hỗ trợ là độ sâu lấy mẫu đã xây dựng được bản đồ đẳng tuổi nước ngầm tầng Pliocen trên (Hình 7) và Pliocen dưới (Hình 8) khu vực ĐBNB dựa trên số liệu tuổi nội suy có độ tin cậy cao (hệ số tương quan  $r^2 \sim 1$ ).



Hình 7: Sơ đồ đẳng tuổi  $^{14}\text{C}$  tầng  $n_2^2$  và hướng vận động của nước



Hình 8: Sơ đồ đẳng tuổi  $^{14}\text{C}$  tầng  $n_2^1$  và hướng vận động của nước

Bản đồ Hình 7 và kết quả tính toán cho thấy, nước trong tầng Pliocen trên vận động theo hướng đông bắc-tây nam với tốc độ khoảng 8,0 cm/năm và thoát ra biển ở khu vực bán đảo Cà Mau. TCN này có miền bổ cấp là khu vực thuộc các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Tây Ninh. Số liệu phân tích triti và  $^{14}\text{C}$  thu được (Bảng 2) cho thấy tại khu vực này nước ngầm có tuổi hiện đại, hàm lượng triti cao, gần bằng hàm lượng triti trong nước mưa (1,8 TU).

Bảng 2: Hàm lượng triti và tuổi nước ngầm tầng Pliocen trên ở khu vực Đông Nam bộ

TT	Giếng khoan	Tầng	<sup>3</sup> H (T.U)	Sai số <sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C (pmC)	Tuổi (năm)
1	Q223040	n <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1,56	0,21	108,1	Hiện đại
2	Q22404T	n <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0,38	0,21	96,0	Hiện đại
3	Q714040	n <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0,63	0,37	107,0	Hiện đại
4	Q040040	n <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0,74	0,32	107,0	Hiện đại

Tương tự, nước ngầm tầng Pliocen dưới vận động chủ yếu theo hướng bắc-nam (Hình 8) với tốc độ vận động khoảng 4,6 cm/năm và thoát ra biển ở khu vực từ Bến Tre tới Bạc Liêu, Sóc Trăng. Ngược với hướng vận động, tuổi của nước trẻ dần và tuổi nước ngầm khu vực các tỉnh Bình Dương, Tây Ninh và Bình Phước chỉ khoảng 1000 năm (Bảng 1) cho thấy miền bờ cấp chính của tầng này nằm ngoài lãnh thổ Việt Nam và có thể bên đất Campuchia.

### 3. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy nước ngầm các tầng Pliocen ở ĐBNB có nguồn gốc từ nước khí quyển được hình thành trong những giai đoạn khác nhau; nước ngầm mặn trong các tầng chứa này là do hòa trộn giữa nước ngầm nhạt và nước mặn có nguồn gốc biển. Tầng Pliocen trên có miền bờ cấp thuộc các tỉnh miền Đông Nam bộ; tầng Pliocen dưới có miền bờ cấp bên ngoài lãnh thổ Việt Nam và, do có quan hệ thủy lực với tầng Pliocen trên, tầng chứa nước này nhiều khả năng còn được bổ cấp từ nước mưa thông qua tầng Pliocen trên ở khu vực Đông Nam bộ.

Do tính không biên giới của nguồn nước, để hiểu biết tốt hơn về hệ thống nước ngầm ĐBNB cần thiết phải mở rộng khu vực nghiên cứu sang cả một số khu vực thuộc lãnh thổ Campuchia thông qua các dự án hợp tác nghiên cứu phù hợp<sup>[15]</sup>.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Craig H. “Isotopic variation in meteoric water”, *Sciences* 133, 1702-1703, 1961.
2. W. Dansgard “Stable isotope in precipitation”, *Tellus* 16, 438-468, 1964.
3. IAEA and UNESCO (2000), *Environmental isotope in Hydrological cycle*, IAEA.
4. IAEA (2013) *Isotope method for dating old groundwater*, IAEA.
5. J. Crawford et al. “Alternative least squares methods for determining the meteoric water line, demonstrated using GNIP data”, *Journal of Hydrology*, 519, 2331–2340, 2014.
6. P. K. Aggarwal, J.E. Gat, K.F.O. Froehlich (2005) *Isotopes in the Water Cycle: Past, Present and Future of a Developing Science*, Springer.
7. IAEA (1987) *Sampling procedures for Isotope hydrology*, IAEA.
8. IAEA (1983) *Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology*, IAEA.
9. E. Mazor (1997) *Chemical and isotopic groundwater hydrology. The applied approach*, Marcel Dekker Inc., New York.
10. IAEA (1992) *Isotope of Noble Gases as Tracers in Environmental Studies*, STI 859, IAEA.
11. E. Roth et B. Poty (1985) *Methodes de Datation par les Phenomenes Nucleaires Naturels Application*, Masson, Paris.
12. Vũ Văn Nghi và nnk (1998) *Nước dưới đất Đồng bằng Nam Bộ*, Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
13. D. Louvat, H. H. Dung (2001) *Enviromental Isotope Study of MeKong Delta Groundwater (VietNam)*, IAEA - RU - 2813, IAEA.
14. H.R. Anderson (1978) *Hydrogeologic Reconnaissance of the Mekong Delta in South Vietnam and Cambodia*, Survey Water-Supply Paper 1608-R, US Geological Printing Office, Washington.
15. G. Matheron (1962-63) *Traité de Géostatistique appliquée*, Editions Technip, France.



# STUDY GROUNDWATER DYNAMICS BY THE ISOTOPE HYDROLOGICAL TECHNIQUES FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE NAMBO PLAIN

NGUYEN KIEN CHINH\*, LAM HOANG QUOC VIET, HUYNH LONG  
TRAN THI BICH LIEN, NGUYEN VAN PHUC

*Center for Nuclear Techniques (CNT)*

*\*Email: nkienchinh@gmail.com*

**Abstract.** The movement direction and the velocity of water in aquifer are important parameters in groundwater research. Along with the groundwater's origin, these parameters help to assess the aquifer's recharged ability.

In the existing aquifers in the Nambo Plain, due to the good quality and relatively large groundwater reserves, the Pliocene aquifers are being exploited increasingly while the knowledge on them is still limited such as the aquifer dynamics. In this study, isotope hydrological techniques were used to determine the movement velocity and movement direction of water in Pliocene aquifers as well as the groundwater origin and their recharged ability. The water stable isotopes ( $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) were used to define the origin of groundwater and natural radioactive isotopes (tritium and radiocarbon) were used to determine the age of water for assessing velocity and movement direction of water in aquifers.

The obtained results show that the water in the Upper Pliocene aquifer ( $n_2^2$ ) move in the northeast - southwest direction with the velocity of about 8.0 cm/year while the Lower Pliocene ( $n_2^1$ ) water moves in the north-south direction with the speed 4.6 cm/year. In terms of recharged ability, the isotopic data show that the Upper Pliocene aquifer is recharged directly by recent rainwater and recharge zone is identified in the Dong Nambo region while the Lower Pliocene aquifer is also recharged by recent water through the above Upper Pliocene aquifer at the Dong Nambo region and by rainwater at region outside of Vietnam.

**Keywords:** *Groundwater Aquifer, Isotope Hydrological Techniques,  $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ , Tritium,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ .*