

Study on the relationship between total dissolved solids (TDS) and electrical conductivity (EC) of the aquifers in Ca Mau province

Trinh Hoai Thu^{1,*}, Tran Thi Thuy Huong¹, Dang Tran Trung²

¹*Institute of Marine Geology and Geophysics, VAST, Vietnam*

²*Center for Water Resources Monitoring and Forecast, Hanoi, Vietnam*

*E-mail: hoaitu0609@hotmail.com

Received: 17 January 2018; Accepted: 10 September 2018

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

This article has established a set of empirical equations to describe the relationship between bulk resistivity and TDS of the Upper-Middle Pleistocene aquifer (qp_{2,3}) and Lower Pleistocene aquifer (qp₁) of the for field survey in 2017 in Ca Mau province. This article has determined the content of TDS based on EC (TDS_{EC}) and established correlation regression equation between TDS_{LAB} and TDS is based on the EC of the qp_{2,3} aquifer: $Y = 0.549X - 0.081$ with $R^2 = 0.975$ and Standard Error (SE) = 0.1591. The qp₁ aquifer: $Y = 0.4669X + 0.0483$ with $R^2 = 0.9869$, Standard Error (SE) = 0.0949. Based on these regression correlation equations, we found a high correlation coefficient and small deviation between TDS_{LAB} and TDS_{EC}. Therefore, the determination of TDS content through the EC has reduced the cost of groundwater samples of the aquifers of laboratory analysis in Ca Mau province.

Keywords: Total dissolved solids (TDS), Electrical Conductivity (EC), Correlation regression equation, Upper-Middle Pleistocene aquifer (qp_{2,3}), Lower Pleistocene aquifer (qp₁).

Nghiên cứu mối quan hệ giữa tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TDS) với độ dẫn điện (EC) của nước trong các tầng chứa nước thuộc tỉnh Cà Mau

Trịnh Hoài Thu^{1*}, Trần Thị Thúy Hương¹, Đặng Trần Trung²

¹Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Việt Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

²Trung tâm Cảnh báo và Dự báo Tài nguyên nước, Hà Nội, Việt Nam

*E-mail: hoaithu0609@hotmail.com

Nhận bài: 17-1-2018; Chấp nhận đăng: 10-9-2018

Tóm tắt

Trên cơ sở các phương trình thực nghiệm xây dựng được biểu diễn mối quan hệ giữa độ dẫn điện EC và TDS của tầng chứa nước Pleistocen giữa-trên (qp_{2-3}) và tầng chứa nước Pleistocen dưới (qp_1) từ kết quả điều tra thực địa năm 2017 ở tỉnh Cà Mau. Kết quả nghiên cứu đã tính toán được hàm lượng TDS của mẫu nước giếng khoan dựa trên kết quả đo độ dẫn điện EC. Phương trình tương quan hồi quy giữa hàm lượng TDS phân tích trong phòng thí nghiệm và hàm lượng TDS xác định thông qua EC của tầng qp_{2-3} là: $Y = 0,549X - 0,081$ với hệ số tương quan tương đối cao $R^2 = 0,975$ và độ lệch chuẩn là 15,8%, sai số chuẩn (Standard Error = 0,1591); Tầng qp_1 là: $Y = 0,4669X + 0,0483$ với $R^2 = 0,9869$, độ lệch chuẩn = 9,1%, sai số chuẩn (Standard Error = 0,0949). Hàm lượng TDS đã được xác định thông qua độ dẫn điện EC góp phần làm giảm chi phí phân tích hàm lượng TDS tại phòng thí nghiệm của mẫu nước trong các tầng chứa nước khu vực tỉnh Cà Mau.

Từ khóa: Tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TDS), độ dẫn điện (EC), phương trình tương quan, tầng chứa nước Pleistocen giữa-trên (qp_{2-3}), tầng chứa nước Pleistocen dưới (qp_1).

MỞ ĐẦU

Hàm lượng TDS được coi là chỉ số về độ mặn của nước và thường được xác định trong phòng thí nghiệm [1–8]. Khi muối được hòa tan trong nước, các ion của chúng sẽ tách ra và làm tăng lượng chất rắn hòa tan trong dung dịch và cả độ dẫn điện EC [9]. Độ dẫn điện của nước dưới đất phụ thuộc vào lượng muối hòa tan trong nó. Khi muối hòa tan trong nước, các ion bị tách ra và chuyển động tự do trong dung dịch nước. Khi có tác động của trường điện bên ngoài, các ion trong dung dịch sẽ chuyển động định hướng (cation chuyển động ngược hướng với trường điện và các anion chuyển động cùng chiều với trường điện) tạo nên dòng điện. Đối

với một dung dịch muối, độ dẫn điện của nó phụ thuộc vào hàm lượng loại muối trong dung dịch và nhiệt độ của dung dịch.

Độ dẫn điện (EC) đối với nước dưới đất phụ thuộc và tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ của nước [7]. Nhiệt độ nước tăng 1°C thì độ dẫn điện của nước sẽ tăng 2–3% [7], thông thường máy đo độ dẫn điện đều hiệu chuẩn về nhiệt độ 25°C, đơn vị sử dụng để đo độ dẫn điện của nước là mS/cm (microsiemens/cm) [5–7]. Độ dẫn điện của nước là có liên quan đến nồng độ ion hóa của các chất rắn hòa tan trong nước, ion từ các chất rắn hòa tan trong nước tạo ra khả năng dẫn điện của nước, có thể được đo bằng máy đo độ dẫn [5, 6]. Khi tương quan với

các phép đo TDS trong phòng thí nghiệm, độ dẫn cung cấp một giá trị gần đúng cho nồng độ TDS, thường có độ chính xác đến 10% [10, 11]. Mối quan hệ của TDS và độ dẫn điện có mối quan hệ chặt chẽ với nhau, có thể ước lượng bằng phương trình: $TDS = ke \times EC$ trong đó hệ số ke có giá trị trong khoảng 0,5 và 0,8 (trong trường hợp nước ngầm tự nhiên) [11] (epa.gov).

Tuy nhiên, khi nồng độ muối đạt đến một mức độ nhất định, độ dẫn điện không còn liên quan trực tiếp đến nồng độ muối. Điều này là do các cặp ion được hình thành, các cặp ion này làm suy yếu điện tích của nhau, do đó ở trên mức này thì hàm lượng TDS và độ dẫn điện không tỷ lệ thuận [12].

ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT THỦY VĂN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Trên cơ sở tổng hợp các kết quả nghiên cứu về điều kiện địa chất - địa chất thủy văn (ĐC-ĐCTV) ở các giai đoạn trước [13, 14], khu vực tỉnh Cà Mau tồn tại các tầng chứa nước lỗ hổng và các thể địa chất rất nghèo nước, bao gồm:

a - Các tầng chứa nước lỗ hổng:

Tầng chứa nước lỗ hổng trong các trầm tích Pleistocen giữa - trên (qp_{2-3});

Tầng chứa nước lỗ hổng trong các trầm tích Pleistocen dưới (qp_1);

Tầng chứa nước lỗ hổng trong các trầm tích Pliocen trên (n_2^2);

Tầng chứa nước lỗ hổng trong các trầm tích Pliocen dưới (n_2^1).

b - Các thể địa chất rất nghèo nước hoặc không chứa nước:

Thể địa chất rất nghèo nước tuổi Pleistocen giữa - trên và Holocen (Q_1^{2-3} - Q_2);

Thể địa chất rất nghèo nước trong các trầm tích Pleistocen dưới (Q_1^1);

Thể địa chất rất nghèo nước trong các trầm tích Pliocen trên (N_2^2);

Thể địa chất rất nghèo nước trong các trầm tích Pliocen dưới (N_2^1);

Thể địa chất rất nghèo nước trong các trầm tích Miocen trên (N_1^3).

Ở khu vực nghiên cứu, tầng chứa nước Pleistocen giữa - trên (qp_{2-3}) và Pleistocen dưới (qp_1) có khả năng chứa nước phong phú, chất lượng nước khá tốt, điều kiện khai thác dễ dàng

nhờ có thể khai thác phục vụ cho sinh hoạt. Tuy nhiên có nguy cơ bị xâm nhập mặn nếu không quy hoạch khai thác hợp lý. Do vậy, nghiên cứu này tập trung 2 tầng chứa nước Pleistocen giữa - trên (qp_{2-3}) và Pleistocen dưới (qp_1).

Tầng chứa nước Pleistocen giữa - trên (qp_{2-3}): Tầng qp_{2-3} phân bố rộng rãi trên toàn bộ vùng nghiên cứu, không lộ ra trên mặt mà bị thể địa chất rất nghèo nước Pleistocen giữa - trên và Holocen (Q_1^{2-3} - Q_2) phủ trực tiếp lên trên. Thành phần trầm tích của tầng chứa nước bao gồm các lớp cát mịn đến trung lẫn sạn sỏi, màu xám tro, xám xanh, xám vàng, đôi chỗ xen kẹp lớp cát bột, bột, bột pha sét màu nâu, xám xanh, xám vàng, xám trắng có tính phân nhip và phân lớp khá rõ. Chiều sâu mái từ 60,0 m đến 117,5 m, trung bình 89,04 m. Chiều sâu đáy tầng từ 80,0 m đến 146,0 m, trung bình 103,67 m, Chiều dày tầng biến đổi từ 2,0 m (LK81) đến 31,0 m (LK83), trung bình khoảng 13,68 m, Bề dày từ 3,0 m (LK82) đến 17,0 m (CM3), Lưu lượng từ 2,17 l/s đến 3,41 l/s, mực nước tĩnh dao động từ 1,73 m đến 8,15 m. Chất lượng nước của tầng biến đổi cụ thể như sau: Khu vực phân bố nước nhạt chiếm khoảng 3/4 diện tích vùng nghiên cứu bao gồm khu trung tâm thành phố Cà Mau, một phần của xã An Xuyên, xã Tân Thành, xã Hoà Thành và xã Định Bình (thành phố Cà Mau), 1 phần phía tây xã Hồ Thị Kỳ (huyện Thới Bình), xã Khánh An (huyện U Minh) và xã Khánh Bình (huyện Trần Văn Thời). TDS = 0,42–0,86 g/l; khu vực nước lợ bao gồm chủ yếu xã Hồ Thị Kỳ, xã Tân Lộc (huyện Thới Bình) và xã An Xuyên (thành phố Cà Mau), xã Lương Thế Trân (huyện Cái Nước). TDS = 1,49–2,95 g/l.

Tóm lại, tầng chứa nước Pleistocen giữa - trên (qp_{2-3}) có diện phân bố rộng, nhưng khả năng chứa nước trung bình, chất lượng nước biến đổi khá phức tạp. Vì vậy tầng chứa nước Pleistocen giữa - trên chỉ có thể khai thác nhỏ hoặc khai thác nước tập trung cho vài chục hộ dân sử dụng.

Tầng chứa nước Pleistocen dưới (qp_1): Tầng qp_1 phân bố trên toàn bộ diện tích vùng nghiên cứu, bị thể địa chất rất nghèo nước Pleistocen dưới (Q_1^1) che phủ và nằm trên thể địa chất rất nghèo nước Pliocen trên (N_2^2). Chiều sâu bắt gặp mái từ 84,0 m đến 154,0 m, trung bình khoảng 119,81 m. Chiều sâu đáy lớp

từ 155,0 m đến 200,0m trung bình khoảng 169,43 m. Bề dày thay đổi từ 19,0 m (CM2) đến 71,0 m (LK83), trung bình khoảng 23,3 m. Thành phần trầm tích bao gồm cát hạt mịn, đến trung thô, cát mịn pha bột, màu xám nâu, xám tro, đôi chỗ chứa ít sạn sỏi, có xen kẹp các lớp bột cát, bột màu nâu, xám có tính phân nhíp và phân lớp khá rõ, dày từ 3,0 m (LK81) đến 57 m (LK81). Bề dày thực của đất đá chứa nước từ 12,8 m (CM3) đến 52,0 m (CM4), trung bình 23,3 m. Lưu lượng từ 0,54 l/s đến 1,20 l/s, mực nước tĩnh 4,1 m đến 9,3 m. Khu vực nước nhạt chiếm khoảng 2/3 diện tích toàn vùng gồm các xã phía bắc và phía đông, TDS = 0,40–0,72 g/l.

Nhìn chung, tầng chứa nước Pleistocen dưới (qp₁) có diện phân bố rộng, khả năng chứa nước trung bình đến giàu, chất lượng nước đạt yêu cầu sử dụng cho ăn uống sinh hoạt, điều kiện khai thác dễ dàng, có thể khai thác dùng cho ăn uống và sinh hoạt. Do thành phần chủ yếu là cát hạt mịn, chiều dày biến đổi lớn từ 8,0 m (CM4) đến 43,0 m (LK83) nên người ta ít bố trí các giếng khai thác lớn vào tầng này.

NGUỒN SỐ LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

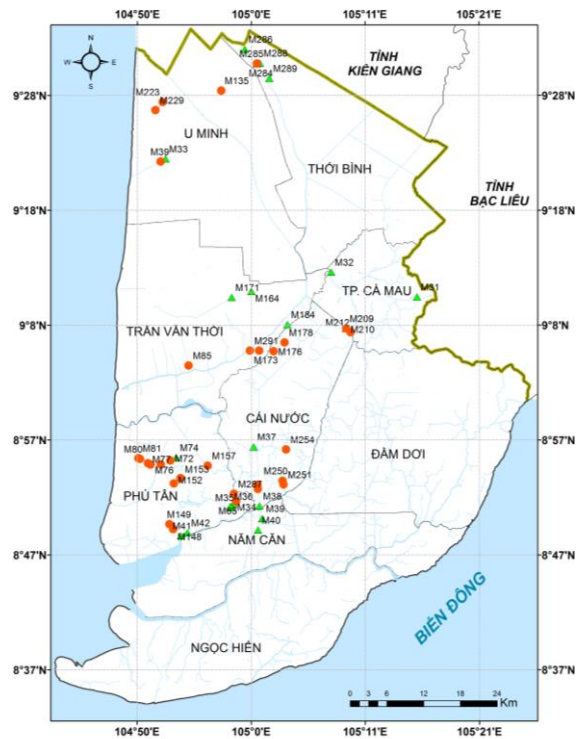
Lấy mẫu nước và đo EC trên thực địa

Các mẫu nước được tiến hành lấy tại các giếng khoan UNICEF có độ sâu tới các tầng chứa nước qp₂₋₃ và qp₁ (tầng qp₂₋₃: 30 mẫu, tầng qp₁: 22 mẫu) vào tháng 3 và 4 năm 2017 với mục đích xây dựng các phương trình hồi quy và chính xác hóa các ranh giới mặn/nhạt của các tầng trong vùng nghiên cứu.

Các mẫu nước được miêu tả tại chỗ về các đặc điểm như nhiệt độ, màu sắc, mùi, độ sâu thu mẫu và đo độ dẫn điện trực tiếp tại chỗ lấy mẫu bằng thiết bị cầm tay Hanna Hi 9835 và Adwa AD32 của Rumani. Các kết quả phân tích tại ngoài thực địa được lưu trữ trên máy tính (kinh độ, vĩ độ, địa chỉ, chiều sâu, độ dẫn điện và trạng thái nước...). Sau đó mẫu được được bảo quản và mang về phòng thí nghiệm để xử lý và phân tích các chỉ tiêu khác: TDS, Cl, pH,... [15, 16].

Phân tích hàm lượng TDS

Xác định hàm lượng TDS bằng việc sử dụng phương pháp trực tiếp - phương pháp phân tích thành phần hóa học và phương pháp gián tiếp thông qua đo độ dẫn điện của nước.



Chú giải
 ● Vị trí các giếng khoan tầng qp₂₋₃
 ▲ Vị trí các giếng khoan tầng qp₁
 — Địa giới tỉnh
 Sông, kênh rạch
 Biển

Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu và các điểm lấy mẫu nước

Phương pháp phân tích tại phòng thí nghiệm

Nguyên tắc: Để xác định hàm lượng TDS, chúng ta sử dụng phương pháp sấy khô. Nguyên tắc chung của phương pháp là lọc mẫu nước qua một bộ lọc chuẩn, nước lọc được làm bay hơi trong một cốc thủy tinh đã biết trước khối lượng và sấy tới khối lượng không đổi ở nhiệt độ 180 ± 2°C. Khối lượng tăng lên của cốc chính là tổng lượng chất rắn hòa tan (TDS).

Chuẩn bị thiết bị lọc: Lắp phễu lọc vào bình Bucne. Hút chân không, đồng thời rửa dụng cụ bằng nước cất (khoảng 20 ml một lần). Sau ba lần rửa, hút hết nước trong thiết bị.

Chuẩn bị cốc khô: Sấy cốc sạch ở 180 ± 2°C khoảng 1 giờ trong tủ sấy. Làm nguội cốc trong bình hút ẩm sau đó cân cốc. Ghi khối lượng cốc (B).

Chọn lượng mẫu phân tích: Chọn khối lượng mẫu sao cho chất rắn còn lại sau khi cô cạn nằm trong khoảng 2,5–200 mg.

Phân tích mẫu: Mẫu nước được khuấy và rót vào thiết bị lọc chân không. Khi mẫu nước được lọc hết, rửa phễu lọc (3 lần) bằng nước cất. Chuyển toàn bộ nước lọc (bao gồm cả nước rửa) vào cốc đã sấy khô ở trên, sau đó làm bay hơi nước trên bếp cách cát hoặc trong tủ sấy. Chuyển mẫu đã được làm khô vào tủ sấy ở nhiệt độ $180 \pm 2^\circ\text{C}$. Sau 2 giờ, lấy mẫu ra, làm nguội tới nhiệt độ trong phòng rồi cân. Tiếp tục lặp lại quá trình sấy mẫu, làm nguội mẫu trong bình làm khô và cân cho tới khi khối lượng mẫu không đổi hoặc khối lượng thay đổi $< 4\%$ hoặc $0,5 \text{ mg}$ so với lần cân trước.

Công thức tính: $TDS \text{ (mg/l)} = (A - B) \times 1.000/V \text{ (ml)}$. Trong đó: A là khối lượng cốc cân + mẫu (mg); B là khối lượng cốc cân (mg); V là thể tích mẫu đem phân tích (ml).

Sai số: Sai số của phương pháp biến đổi trong một khoảng rộng, phụ thuộc nhiều kỹ năng, kinh nghiệm của người phân tích và thành phần hoá học của mẫu nước. Người phân tích có kỹ năng tốt sai số phân tích có thể đạt đến $0,4\%$.

Phương pháp đo độ dẫn điện

Một trong những phương pháp được sử dụng khá phổ biến để đo hàm lượng TDS trong nước là phương pháp đo độ dẫn điện của nước. Việc đo độ dẫn điện của nước được thực hiện qua một hệ vi điện cực Wenner. Hệ vi điện cực này bao gồm hai điện cực phát AB bố trí ở ngoài và hai điện cực đo thế MN bố trí ở bên trong sao cho $AM=MN=NB$ và thường $AM = 1-2 \text{ cm}$. Toàn bộ hệ cực này được nhúng vào trong nước cần đo, khi đó độ dẫn điện của nước xác định theo công thức: $\sigma_w = 1/(K\Delta U/I)$. Trong đó: K là hệ số điện cực Wenner; ΔU là hiệu điện thế giữa M và N; I là cường độ dòng điện phát qua AB.

Giá trị tổng chất rắn hòa tan trong nước xác định được bằng công thức: $TDS = A\sigma_w$. Trong đó: A là hằng số thực nghiệm; σ_w là độ dẫn điện của nước.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Phương trình tương quan hồi quy giữa TDS và EC của nước trong các tầng chứa nước

Phương trình tương quan hồi quy giữa TDS và độ dẫn điện của nước trong tầng qp₂₋₃

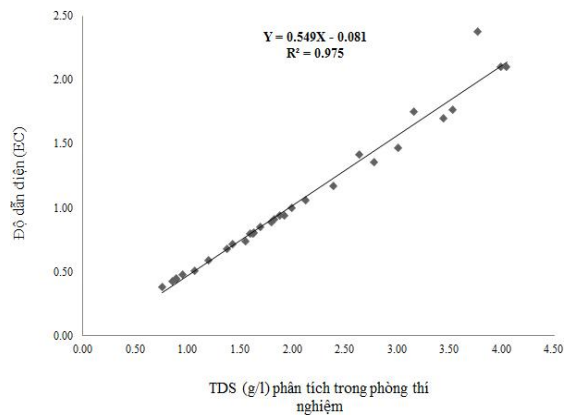
Kết quả đo độ dẫn điện ngoài thực địa và phân tích TDS của 30 mẫu nước tại các giếng

khoan có độ sâu tới tầng chứa nước qp₂₋₃, cho phép thiết lập mối tương quan hồi quy giữa độ dẫn điện của nước như hình 2 với mối tương quan tuyến tính cao ($R^2 = 0,975$) và độ lệch chuẩn là $15,8\%$, sai số chuẩn (Standard Error = $0,1591$). Phương trình tương quan hồi quy giữa TDS và độ dẫn điện của nước tầng qp₂₋₃ được xác định là:

$$Y = 0,549X - 0,081 \quad (1)$$

Trong đó: Y là tổng chất rắn hòa tan (TDS) (g/l); X là độ dẫn điện của nước dưới đất (S/m).

Độ dẫn điện EC và tổng hàm lượng chất rắn hòa tan có mối tương quan tuyến tính, hệ số tương quan $R^2 = 0,975$ (hình 2), giá trị EC cao thì tổng chất rắn hòa tan cũng có giá trị cao. Điều đó cho thấy mối quan hệ giữa độ dẫn điện (EC) và TDS khá chặt chẽ, độ chính xác cao.



Hình 2. Phương trình tương quan hồi quy giữa độ dẫn điện (EC) và TDS tầng qp₂₋₃

Phương trình tương quan hồi quy giữa TDS và độ dẫn điện của tầng chứa nước qp₁

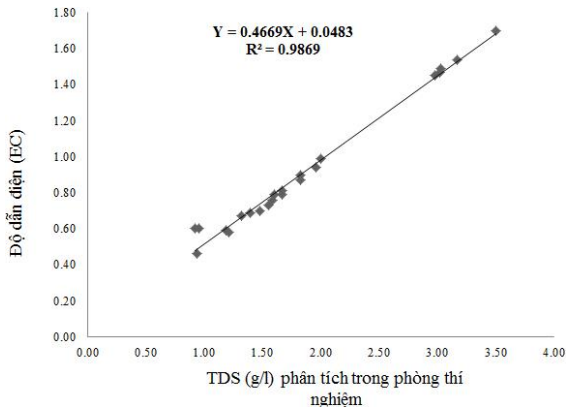
Từ kết quả phân tích TDS trong phòng thí nghiệm và độ dẫn điện của nước trong tầng chứa nước qp₁ được đo ngoài thực địa tại 22 giếng khoan tại khu vực tỉnh Cà Mau cho phép thiết lập mối tương quan hồi quy giữa độ dẫn điện của nước. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa TDS và độ dẫn điện của nước trong tầng qp₁ được xác định như hình 3.

Độ dẫn điện EC và tổng hàm lượng chất rắn hòa tan có mối tương quan tuyến tính, hệ số tương quan $R^2 = 0,9869$, độ lệch chuẩn = $9,1\%$, Sai số chuẩn (Standard Error = $0,0949$) (xem hình 3), giá trị EC cao thì tổng hàm lượng TDS

cũng có giá trị cao. Điều đó cho thấy, mối quan hệ giữa độ dẫn điện (EC) và TDS khá chặt chẽ. Phương trình tương quan hồi quy được thiết lập bằng mô hình toán học:

$$Y = 0,4669X + 0,0483 \quad (2)$$

Trong đó: Y là tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TDS) (g/l); X là độ dẫn điện của nước (S/m).



Hình 3. Phương trình tương quan hồi quy giữa độ dẫn điện (EC) và TDS tầng qp₁

Kết quả xác định TDS theo phương trình tương quan hồi quy

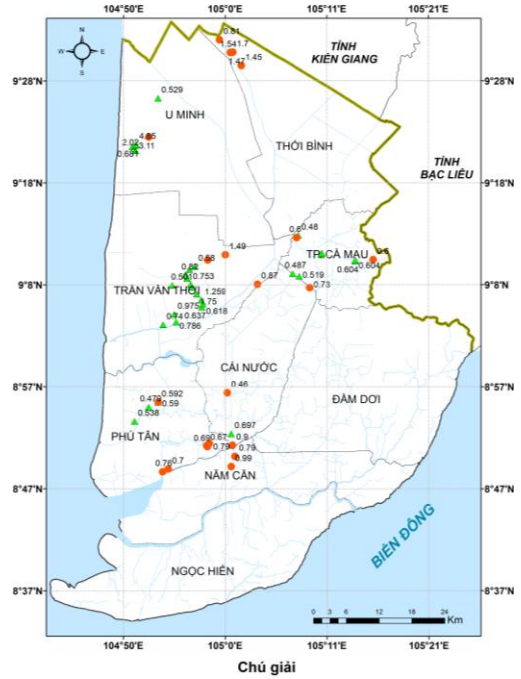
Kết quả tính TDS cho tầng qp₂₋₃

Từ phương trình tương quan hồi quy (1), các tác giả đã tính được hàm lượng TDS từ độ dẫn điện của các mẫu nước tầng chứa nước qp₂₋₃ được đo ngoài thực địa như bảng 1 và được thể hiện trên sơ đồ phân bố hàm lượng TDS như hình 4.

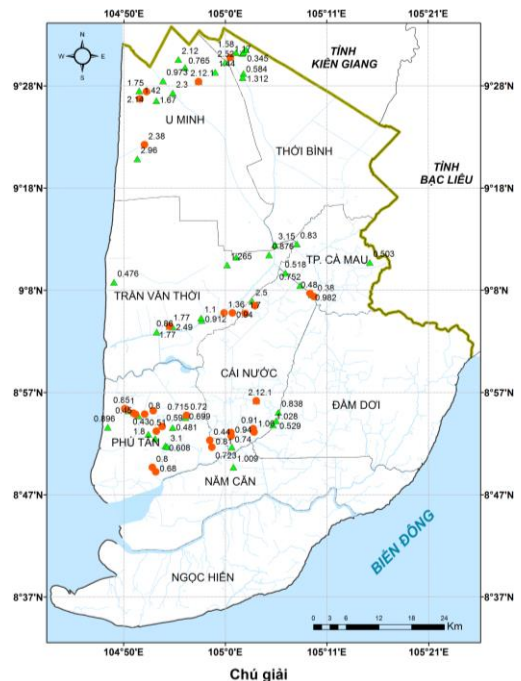
Kết quả tính TDS cho tầng qp₂₋₃

Từ phương trình tương quan hồi quy (2), các tác giả đã tính được hàm lượng TDS từ độ dẫn điện của các mẫu nước tầng chứa nước qp₁ được đo ngoài thực địa như bảng 2 và được thể hiện trên sơ đồ phân bố hàm lượng TDS như hình 5.

Từ các phương trình tương quan hồi quy (1), (2) các tác giả đã tính được hàm lượng TDS từ độ dẫn điện của 83 mẫu nước ngoài thực địa, trong đó tầng chứa nước qp₂₋₃ là 50 mẫu, tầng chứa nước qp₁ là 33 mẫu. Phương pháp xác định hàm lượng TDS thông qua độ dẫn điện của nước trong tầng chứa nước có độ chính xác cao, sai số nhỏ và giảm chi phí phân tích hàm lượng TDS trong phòng thí nghiệm.



Hình 4. Sơ đồ phân bố hàm lượng TDS tầng qp₂₋₃



Hình 5. Sơ đồ phân bố hàm lượng TDS tầng qp₁

Bảng 1. Kết quả tính toán TDS được xác định từ phương trình (1) của mẫu nước tầng qp₂₋₃

STT	Số hiệu mẫu	Tọa độ X VN 2000	Tọa độ Y VN 2000	Độ sâu GK (m)	Độ dẫn điện (S/m)	Tổng độ khoáng hóa (g/l)
1	M4	496297	1003199	90	1,40	0,69
2	M85	490395	1002106	120	3,54	1,86
3	M113	509744	1017031	85	0,77	0,34
4	M157	493514	985776	75	1,44	0,71
5	M158	508657	1015185	98	1,77	0,89
6	M163	502659	1014786	110	1,45	0,72
7	M165	500978	1013337	110	2,70	1,40
8	M185	490973	1001988	110	1,68	0,84
9	M190	488037	1001051	90	1,80	0,91
10	M191	496187	1003623	115	1,38	0,68
11	M29	484495	1032799	120	4,14	2,19
12	M119	490999	1044837	90	1,84	0,93
13	M122	489210	1047059	92	2,03	1,03
14	M123	492021	1050984	71	2,03	1,03
15	M125	493239	1049513	80	3,04	1,59
16	M218	487982	1043441	115	1,48	0,73
17	M227	484840	1045239	95	2,98	1,56
18	M131	500626	1050452	100	2,16	1,11
19	M133	498771	1048661	116	1,83	0,92
20	M135	495741	1046937	85	4,28	2,27
21	M47	502590	1052232	100	2,30	1,18
22	M130	501602	1051337	90	2,64	1,37
23	M234	503761	1052113	90	0,86	0,39
24	M235	503997	1052354	120	0,75	0,33
25	M236	504425	1052770	115	0,71	0,31
26	M237	503975	1048421	120	3,01	1,57
27	M48	503809	1047655	115	0,90	0,41
28	M56	510352	986344	126	0,94	0,44
29	M59	509959	984799	125	1,10	0,52
30	M60	509402	984034	116	1,37	0,67
31	M75	484681	985710	110	1,00	0,47
32	M154	490974	983532	75	1,03	0,49
33	M156	493349	985378	75	1,48	0,73
34	M79	482871	986625	80	1,19	0,57
35	M268	486516	982332	90	3,65	1,92
36	M271	487774	981508	95	1,40	0,69
37	M274	489665	980226	75	1,27	0,62
38	M275	489981	980030	90	6,28	3,37
39	M80	482454	986875	96	2,00	1,02
40	M108	527136	1013800	100	1,07	0,51
41	M13	480212	1010180	120	1,02	0,48
42	M22	513786	1017176	100	1,24	0,60
43	M109	511679	1011847	88	1,39	0,68
44	M140	501825	979982	120	1,50	0,74
45	M143	502133	976279	125	2,06	1,05
46	M205	514337	1009568	90	2,34	1,20
47	M180	505582	1006715	95	5,10	2,72
48	M211	516486	1007877	95	0,79	0,35
49	M254	506334	988416	110	4,05	2,14
50	M256	479069	983589	80	1,88	0,95

Bảng 2. Kết quả tính toán TDS được xác định từ phương trình (2) của mẫu nước tầng qp₁

STT	Số hiệu mẫu	Tọa độ X VN 2000	Tọa độ Y VN 2000	Độ sâu GK (m)	Độ dẫn điện (S/m)	Tổng độ khoáng hóa (g/l)
1	M89	491286	1003278	145	1,50	0,75
2	M96	496242	1005897	160	1,63	0,81
3	M97	493408	1010486	160	1,19	0,60
4	M189	489258	1001350	130	1,55	0,77
5	M192	496357	1004588	135	1,34	0,68
6	M193	496520	1005199	135	1,31	0,66
7	M194	495422	1006979	150	1,40	0,70
8	M195	494668	1008210	140	1,28	0,65
9	M196	494302	1008795	140	1,36	0,68
10	M197	493649	1009871	140	1,18	0,60
11	M198	493326	1010468	160	1,14	0,58
12	M199	490948	1008603	150	1,07	0,55
13	M200	494096	1011482	130	1,78	0,88
14	M202	495100	1012080	130	1,23	0,62
15	M2	491642	1001837	135	1,65	0,82
16	M101	514173	1010289	120	1,10	0,56
17	M102	512987	1010730	120	1,04	0,53
18	M104	518215	1014204	120	1,09	0,56
19	M105	524412	1013058	160	1,30	0,65
20	M213	518313	1014536	150	0,77	0,41
21	M106	524445	1013223	140	1,28	0,64
22	M25	513984	1017784	170	1,03	0,53
23	M27	484210	1033319	150	2,88	1,39
24	M28	484210	1033319	150	4,61	2,20
25	M33	483672	1034071	180	0,89	0,46
26	M34	483683	1034082	180	0,88	0,46
27	M216	488351	1042987	185	1,11	0,57
28	M35	484232	1034303	130	0,98	0,51
29	M37	484298	1034457	140	7,14	3,38
30	M70	486605	986225	120	0,97	0,50
31	M263	484023	983596	130	1,13	0,58
32	M74	488370	987112	132	1,19	0,60
33	M138	501715	981320	125	1,50	0,75

Nước dưới đất khu vực tỉnh Cà Mau đang bị xâm nhập mặn của nước mặn vào các tầng chứa nước và thấu kính nước nhạt [13, 14]. Tầng chứa nước Pleistocen giữa-trên (qp₂₋₃) và tầng chứa nước Pleistocen dưới (qp₁) là những tầng chứa nước có diện phân bố rộng, chất lượng nước đạt yêu cầu sử dụng cho sinh hoạt [13]. Do vậy việc xác định hàm lượng TDS thông qua độ dẫn điện EC ở 2 tầng chứa nước này góp phần làm giảm chi phí phân tích hàm lượng TDS tại phòng thí nghiệm.

KẾT LUẬN

Trên cơ sở các phương trình thực nghiệm xây dựng được biểu diễn mối quan hệ giữa độ dẫn điện EC và TDS của tầng qp₂₋₃ và tầng qp₁. Tầng qp₂₋₃ có hệ số tương quan tương đối cao ($R^2 = 0,975$), độ lệch chuẩn là 15,8% và sai số chuẩn (Standard Error = 0,1591). Tầng qp₁ có hệ số tương quan $R^2 = 0,9869$, độ lệch chuẩn = 9,1%; sai số chuẩn (Standard Error = 0,0949). Kết quả tính toán đã chỉ ra hàm lượng TDS được xác định qua độ dẫn điện EC có sai số nhỏ, hệ số tương quan cao. Hàm lượng TDS

xác định được từ các kết quả đo độ dẫn điện mẫu nước giếng khoan có độ tin cậy cao.

Kết quả nghiên cứu đã xác định được sự biến đổi hàm lượng TDS của 2 tầng chứa nước qp_{2-3} và qp_1 trên khu vực tỉnh Cà Mau. Việc xác định hàm lượng TDS thông qua độ dẫn điện EC ở 2 tầng chứa nước này góp phần làm giảm chi phí phân tích hàm lượng TDS tại phòng thí nghiệm.

Lời cảm ơn: Các tác giả xin cảm ơn đề tài “Điều tra, đánh giá hiện trạng mặn - nhạt nước dưới đất các tầng chứa nước tỉnh Cà Mau phục vụ công tác quản lý tài nguyên nước dưới đất”. Mã số VAST.ĐTCB.03/17–18 đã hỗ trợ các điều kiện cần thiết để hoàn thành công trình nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Siosemarde, M., Kave, F., Pazira, E., Sedghi, H., and Ghaderi, S. J., 2010. Determine of constant coefficients to relate total dissolved solids to electrical conductivity. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 46, 258–260.
- [2] McCleskey, R. B., Nordstrom, D. K., and Ryan, J. N., 2012. Comparison of electrical conductivity calculation methods for natural waters. *Limnology and Oceanography: Methods*, 10(11), 952–967.
- [3] Anderko, A., and Lencka, M. M., 1997. Computation of electrical conductivity of multicomponent aqueous systems in wide concentration and temperature ranges. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 36(5), 1932–1943.
- [4] Day, B. A., and Nightingale, H. I., 1984. Relationships Between Ground- Water Silica, Total Dissolved Solids, and Specific Electrical Conductivity. *Groundwater*, 22(1), 80–85. doi:10.1111/j.1745-6584.1984.tb01479.x.
- [5] Carlson, G., 2005. Total Dissolved Solids from Conductivity. Technical note 14, www.In-situ.com.
- [6] Thirumalini, S., and Joseph, K., 2009. Correlation between electrical conductivity and total dissolved solids in natural waters. *Malaysian Journal of Science*, 28(1), 55–61.
- [7] United States Geological Survey, 2016. Sources of Dissolved Solids in Brackish Groundwater.
- [8] Safe Drinking Water Foundation, 2016. TDS and pH.
- [9] Iyasele, J. U., and Idiata, D. J., 2015. Investigation of the relationship between electrical conductivity and total dissolved solids for mono-valent, di-valent and tri-valent metal compounds. *Journal of Engineering Research and Reviews*, 3(1), 40–48.
- [10] Nhu Trung, N., and Hoai Thu, T., 2013. Investigation of the saltwater intrusion in the coastal zone of Red River Delta. In *Proceedings of the 11th SEGJ International Symposium, Yokohama, Japan, 18–21 November 2013* (pp. 244–247). Society of Exploration Geophysicists of Japan.
- [11] Trịnh Hoài Thu, Nguyễn Như Trung, Đỗ Văn Thăng, Vũ Văn Mạnh, Nguyễn Thu Hằng, 2016. Nghiên cứu hiện trạng phân bố tổng độ khoáng hóa tầng chứa nước Pleistocen khu vực ven biển tỉnh Nam Định. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 16(2), 151–157.
- [12] Al Dahaan, S., Al-Ansari, N., and Knutsson, S., 2016. Influence of groundwater hypothetical salts on electrical conductivity total dissolved solids. *Engineering*, 8(11), 823–830.
- [13] Tổng Đức Liêm, 2004. Báo cáo đánh giá nguồn nước dưới đất vùng thị xã Cà Mau, Liên đoàn ĐCTV - ĐCCT miền Nam.
- [14] Nguyễn Ngọc Hoa, 1996. Báo cáo đặc điểm Địa chất - khoáng sản đô thị Cà Mau, Liên đoàn bản đồ Địa chất miền Nam.
- [15] Bộ Y tế, 2009. Quyết định số QCVN 01:2009/BYT về việc ban hành Tiêu chuẩn chất lượng nước ăn uống của Bộ Y tế.
- [16] Janardhana Raju, N., 2007. A season-wise estimation of total dissolved solids from electrical conductance and silica in ground waters of upper Gunjanaeru river basin, Kadapa district, Andhra Pradesh. *Current Science*, 92(3), 371–376.