ĐÁNH GIÁ XÂM NHẬP MẶN VÀO TẦNG CHỨA NƯỚC NGẦM PLEISTOCENE GIỮA-TRÊN (QP_{2-3}) TẠI VÙNG VEN BIỂN TỈNH TRÀ VINH DO KHAI THÁC NƯỚC NGẦM

Huỳnh Văn Hiệp[1], Nguyễn Thế Hùng[2], Phạm Văn Long[3]

TÓM TẮT

Một trong những vấn đề nghiêm trọng nhất hiện nay tại tỉnh Trà Vinh cũng như các tỉnh ven biển vùng đồng bằng sông Cửu Long là việc khai thác nước ngầm để sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau. Trong nhiều trường hợp, các tầng chứa nước được bơm hoặc hút với lưu lượng lớn hơn khả năng cung cấp tự nhiên của nó, do đó làm nước biển xâm nhập vào hệ thống [4]. Trong bài báo này, nhóm tác giả đánh giá mức độ xâm nhập mặn vào tầng chứa nước pleistocen giữa-trên ở khu vực tỉnh Trà Vinh do khai thác nước ngầm. Vùng tính toán với 2.176 nút, 2.079 phần tử và bước lưới $\Delta x=\Delta y=1.000$ m. Chương trình tính được thiết lập để xác định mặt phân cách (interface) giữa nước ngọt và nước mặn dịch chuyển từ biển vào đất liền của tầng chứa nước pleistocen giữa-trên. Kết quả tính toán cho thấy, khi bơm với lưu lượng Q=29.987 m^3/ngày tại thời điểm ban đầu chân mặt phân cách ở vị trí cách biển là 2.019 m, nhưng sau thời gian khai thác t=150.000 ngày thì chân mặt phân cách dịch chuyển sâu vào trong đất liền khoảng 21.000÷24.000 m. Kết quả tính toán này giúp cho các nhà quản lí và các đơn vị khai thác biết được diễn biến đường ranh mặn theo thời gian để có kế hoạch khai thác hợp lí.

Từ khoá: *Xâm nhập mặn, tầng chứa nước pleistocen giữa-trên, chiều sâu mặt phân cách, ven biển, Trà Vinh.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nước là nguồn tài nguyên thiên nhiên quý giá ở Việt Nam nói chung và ở Trà Vinh nói riêng, rất quan trọng cho sự phát triển kinh tế-xã hội và góp phần làm bền vững môi trường. Khai thác nước ngầm ở các khu vực ven biển là vấn đề nhạy cảm và cần quản lý thận trọng nếu chất lượng nước suy thoái là do sự xâm lấn của nước biển [4]. Dân số thế giới ngày càng tăng và nhu cầu nước cho dân sinh, kinh tế đã làm căng thẳng nghiêm trọng nguồn nước trên thế giới. Do vấn đề ô nhiễm và suy giảm chất lượng nguồn nước mặt cho nên người ta ngày càng tập trung vào khai thác các tầng chứa nước ngầm. Tuy nhiên, nếu khai thác nguồn nước ngầm quá mức dự trữ thì sẽ gây ra tác động bất lợi như mực nước ngầm hạ xuống mặt đất sụt lún và xâm nhập mặn sâu vào đất liền [3]. Tầng nước ngầm ven biển là các tầng chứa nước được kết nối bằng nước ngọt trong đồng và nước mặn ở biển. Đó là nguồn nước ngầm quan trọng, ở đó nước ngầm thường bị khai thác quá mức do mật độ dân số cao. Tầng nước ngầm ven biển dễ bị xâm nhập mặn do các yếu tố khác như mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu [7]. Để chống lại những tình huống này, các mô hình quản lý nước mặn xâm nhập cần phải được thực hiện để thiết kế các chiến lược khai thác nước ngầm tối ưu và bền vững [5]. Tỉnh Trà Vinh nằm ở phía Đông vùng đồng bằng sông Cửu Long. Phía Bắc Trà Vinh là tỉnh Bến Tre được ngăn cách bởi sông Cổ Chiên (một nhánh của sông Tiền), phía Tây Nam giáp với tỉnh Sóc Trăng và thành phố Cần Thơ qua ranh giới sông Hậu, phía Tây giáp tỉnh Vĩnh Long, phía Đông là biển Đông (dài 65 km) (hình 1).



Hình 1. Vị trí ranh giới địa chính tỉnh Trà Vinh

Trà Vinh là một tỉnh mà ở đó nước dùng cho sinh hoạt, các khu công nghiệp, các nhà máy sản xuất đều được khai thác từ nước ngầm. Chính vì vậy, việc đánh giá mức độ xâm nhập mặn vào tầng chứa

[1] NCS Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng
[2] Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng
[3] Công ty Cổ phần Tư vấn xây dựng Vinamekong, thành phố Hồ Chí Minh

nước ngầm pleistocene giữa-trên ($^{qp}_{2-3}$) là vấn đề cấp bách hiện nay. Nó trợ giúp các nhà quản lý trong công tác phân phối và cấp phép khai thác nước dưới đất một cách hợp lý và hiệu quả.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong trường hợp vùng nước ngầm ở trạng thái tự nhiên không chuyển động hoặc chuyển động rất bé như tỉnh Trà Vinh và có mặt bên tiếp xúc với sông hay bờ biển, sẽ hình thành mặt phân cách giữa nước mặn và nước ngọt. Chính vì vậy, nếu khai thác nguồn nước ngọt quá mức thì vùng nước ngọt hạ thấp, gây giảm áp, mặt phân cách sẽ dịch chuyển dần về vị trí bơm hút, làm cho vùng dự trữ nước ngọt giảm thiểu, mặt đất bị lún [6]. Cho nên, việc xác định vị trí mặt phân cách theo thời gian do bơm hút nước ngọt có thể được thực hiện bằng mô hình toán [1, 8, 9].

2.1. Hệ phương trình vi phân cơ bản tổng quát mô tả mặt phân cách

Hệ phương trình chủ đạo mô tả mặt phân cách giữa nước mặn và nước ngọt cho nước ngầm vùng ven biển, hai chiều ngang 2DH (x,y) có áp [1,8,9] (hình 1) như sau:

$$-\nabla.(\alpha T \nabla f) + \nabla.(\alpha T_a \nabla h) = I_f + I_s + q'_f + q'_s \quad (1)$$

$$S\partial h/\partial t - \nabla.(\alpha T_a)\nabla h + \nabla.(\alpha T_a \nabla f) = -I_s - q'_s \quad (2)$$

Với $f = \phi_f/\alpha$; $T = K(H_1 - H_2)$; $T_a = T(H_1 - h)/(H_1 - H_2)$.

Ở đây T là hệ số dẫn truyền của tầng thấm; đối với tầng thấm không đẳng hướng ta có $\vec{T}=(T_x, T_y)$; trong đó T_x, T_y là hệ số dẫn truyền theo phương x, y tương ứng.

Từ phương trình (1) và (2) ở trên đã thiết lập riêng lẻ cho dòng chảy xâm nhập mặn hai chiều ngang có áp, viết lại hệ phương trình 2DH trên ở dạng tổng quát như sau:

$$\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha T_x \frac{\partial f}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha T_y \frac{\partial f}{\partial y}\right)\right]+\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha T_{ax} \frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\alpha T_{ay} \frac{\partial h}{\partial y}\right)\right]=I_f+I_s+q'_f+q'_s \quad (3)$$

$$S_0 \frac{\partial h}{\partial t}-\left\{\frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha T_{ax} \frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\alpha T_{ay} \frac{\partial h}{\partial y}\right)\right\}+\left\{\frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha T_{ax} \frac{\partial f}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\alpha T_{ay} \frac{\partial f}{\partial y}\right)\right\}=-I_s-q'_s \quad (4)$$

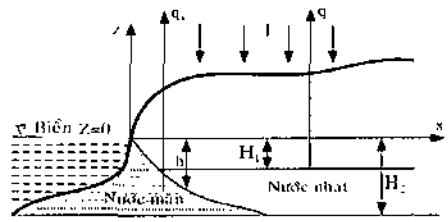
Ở đây: $f = \dfrac{(1-\beta)h_f + \beta\phi_f}{\alpha}$; $\alpha = \dfrac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f}$

$$T_x = K_x[H_1 + (1-\beta)h_f - \beta H_2]; \; T_y = K_y[H_1 + (1-\beta)h_f - \beta H_2]$$

$$T_{ax} = T_x \times \frac{(H_1 - h)}{[H_1 + (1-\beta)h_f - \beta H_2]}; \; T_{ay} = T_y \times \frac{(H_1 - h)}{[H_1 + (1-\beta)h_f - \beta H_2]}$$

và đối với trường hợp có áp thì $\beta = 1$; không áp thì $\beta = 0$.

Trong đó: ρ_f : là mật độ của nước nhạt; ρ_s : là mật độ của nước mặn; S_0: là độ trữ nước; t: là thời gian; h_f : là chiều cao mực nước ngầm so với mặt chuẩn; ϕ_f : là cột nước thủy lực của vùng nước nhạt; q'_f, q'_s: là các điểm nguồn hoặc điểm tụ trong vùng nước nhạt và nước mặn; I_f, I_s là lượng cung cấp nước nhạt, nước mặn trong tầng thấm nước; K_x, K_y: là hệ số thấm theo phương x, y (hình 2).



Hình 2. Chi tiết tầng thấm nước với nước ngầm nhạt và mặn của tầng có áp (thể hiện bởi mặt cắt A-A, nằm trong mặt phẳng oxz thẳng góc với mặt phẳng oxy cho ở hình 1)

Hệ phương trình (3), (4) là hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng phi tuyến, việc giải tìm nghiệm chính xác không thể thực hiện được bằng phương pháp giải tích; do đó cần phải giải theo phương pháp số.

2.2. Phương pháp giải số

Các hệ phương trình trên được giải gần đúng bằng cách sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) Galerkin với phần tử tam giác và giả sử rằng tại mỗi phần tử các giá trị của hệ số thấm qua hoặc hệ số thấm theo các phương x, z hoặc x, y là không thay đổi, ta có phương trình thiết lập cho một phần tử bất kì như sau:

$$\int_{A^{(e)}} N_i^{(e)} L(M)_m \, dA = 0 \quad (5)$$

Trong đó: $N_i^{(e)}$ với i=1,2,3 là hàm dạng của phần tử tam giác (ở đây chọn bậc nhất); $L(M)_m$, với m=1,2 là các phương trình vi phân (3) hoặc (4) thiết lập cho phần tử bất kì. $A^{(e)}$ là diện tích phần tử.

Giá trị h được xấp xỉ theo công thức:

$$h^{(e)} = \sum_{i=1}^{n} N_i^{(e)} \times h_i \quad (6)$$

Trong đó: $h^{(e)}$ là giá trị gần đúng của chiều sâu mặt phân cách tại một điểm trong phần tử; n là số nút

của phần tử; h_i là chiều sâu mặt phân cách tại các nút của phần tử.

Sau khi thực hiện các phép biến đổi toán học, ta nhận được hệ phương trình tuyến tính sau:

$$[K_a]\begin{Bmatrix} f_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ f_n \end{Bmatrix} - [K_b]\begin{Bmatrix} h_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ h_n \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \left(I_{f1}^{(e)} + I_{s1}^{(e)}\right)\frac{A_1}{3} \\ \cdot \\ \cdot \\ \left(I_{fn}^{(e)} + I_{sn}^{(e)}\right)\frac{A_n}{3} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} q_{f1} + q_{s1} \\ \cdot \\ \cdot \\ q_{fn} + q_{sn} \end{Bmatrix} + \frac{\left[(1-\beta)h_f - \beta H_2 + h\right]}{\left[H_1 + (1-\beta)h_f - \beta H_2\right]}\begin{Bmatrix} R_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ R_n \end{Bmatrix} \quad (7)$$

$$-[K_b]\begin{Bmatrix} f_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ f_n \end{Bmatrix} + \left[[K_a] + \frac{[C]}{\Delta t}\right]\begin{Bmatrix} h_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ h_n \end{Bmatrix}_{t+\Delta t} = -\begin{Bmatrix} \frac{I_{s1}^{(e)} \times A_1}{3} \\ \cdot \\ \cdot \\ \frac{I_{sn}^{(e)} \times A_n}{3} \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} q_{s1} \\ \cdot \\ \cdot \\ q_{sn} \end{Bmatrix} + \frac{[C]}{\Delta t}\begin{Bmatrix} h_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ h_n \end{Bmatrix} \quad (8)$$

Với: $[K_a] = \sum_{e=1}^{m}\left[K_a^{(e)}\right]; [K_b] = \sum_{e=1}^{m}\left[K_b^{(e)}\right]; [C] = \sum_{e=1}^{m}\left[C^{(e)}\right]$

$$[q_{fi} + q_{si}] = \sum_{e=1}^{m}\left[q_{fi}^{(e)} + q_{si}^{(e)}\right]; [q_{si}] = \sum_{e=1}^{m}\left[q_{si}^{(e)}\right]; [R_i] = \sum_{e=1}^{m}\left[R_i^{(e)}\right] (i = 1, n)$$

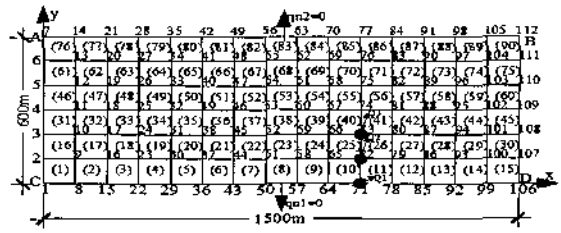
$$\left[K_a^{(e)}\right] = \frac{\alpha T_x^{(e)}}{4A}\begin{bmatrix} b_i^2 & b_i b_j & b_i b_k \\ b_j b_i & b_j^2 & b_j b_k \\ b_k b_i & b_k b_j & b_k^2 \end{bmatrix} + \frac{\alpha T_y^{(e)}}{4A}\begin{bmatrix} c_i^2 & c_i c_j & c_i c_k \\ c_j c_i & c_j^2 & c_j c_k \\ c_k c_i & c_k c_j & c_k^2 \end{bmatrix}$$

$$\left[K_b^{(e)}\right] = \frac{\alpha T_{ax}^{(e)}}{4A}\begin{bmatrix} b_i^2 & b_i b_j & b_i b_k \\ b_j b_i & b_j^2 & b_j b_k \\ b_k b_i & b_k b_j & b_k^2 \end{bmatrix} + \frac{\alpha T_{ay}^{(e)}}{4A}\begin{bmatrix} c_i^2 & c_i c_j & c_i c_k \\ c_j c_i & c_j^2 & c_j c_k \\ c_k c_i & c_k c_j & c_k^2 \end{bmatrix}$$

$$\left[C^{(e)}\right] = S_0^{(e)} \times \frac{A}{3}\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$ Trong đó: $S_0^{(e)}$ là độ trữ nước của phần tử tam giác; a_i, b_i, c_i là các hệ số của hàm dạng N_i [1, 8, 9].

2.3. Sơ đồ tính để kiểm tra chương trình

Chọn vùng tính toán hình chữ nhật (1500 m x 600 m) nằm ngang đối xứng qua trục ox (1500 m); có cạnh oy trùng với bờ biển rộng 600 m [8, 9].



Hình 3. Miền tính toán với các phần tử tứ giác khoảng cách các nút 100 m

Miền tính toán được chia thành 90 phần tử tứ giác (áp dụng theo cách tính trong [1] mỗi phần tử tứ giác bao gồm 4 phần tử tam giác), có 112 nút, bước lưới $(\Delta x = \Delta y) = (100\text{m} = 100\text{m})$ với các biên như hình 3 và chọn gốc tọa độ z=0 trùng với mực nước biển. Hệ số thấm trung bình K_{tb}=8,5 m/ngày, chiều dày tầng thấm nước B=30 m, độ trữ nước S=0,6.

2.4. Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

Tại thời điểm ban đầu t=0, chiều cao mực nước ngầm (ϕ_f) và chiều sâu (h) của mặt phân cách tại các điểm nút nằm dọc theo phương ox được xác định sơ bộ theo công thức giải tích gần đúng Ghyben-Herzberg (sau đó tính lại theo phương pháp PTHH với điều kiện ổn định), ta có:

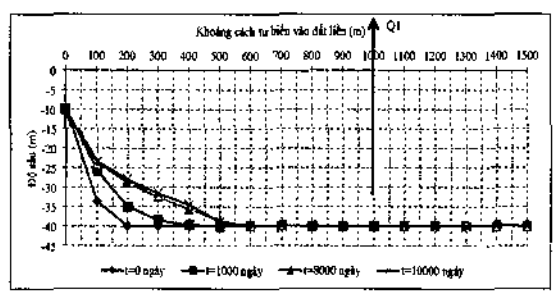
Bảng 1. Giá trị cột nước nhạt và độ sâu mặt phân cách ban đầu (m)

x	0	100	200	300	400	500	600	700	800
(ϕ_f)	0	0,59	0,84	1,03	1,19	1,32	1,45	1,57	1,68
$h_{ban\ đầu}$	0	-33,76	-40,0	-40,0	-40,0	-40,0	-40,0	-40,0	-40,0
x	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500		
(ϕ_f)	1,78	1,88	1,97	2,06	2,14	2,22	2,3		
$h_{ban\ đầu}$	-40,0	-40,0	-40,0	-40,0	-40,0	-40,0	-40,0		

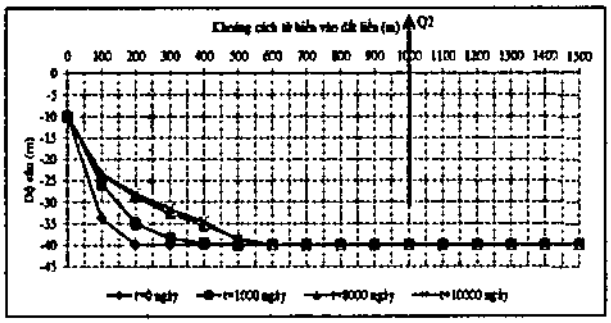
Điều kiện biên: lưu lượng qua các biên AB: q_{n1}=0 và biên CD đối xứng: q_{n2}=0; biên cho cột nước biển AC: h=-10 m; với biên BD hàm f không thay đổi theo phương trục oy, có nghĩa BD: $\frac{\partial f}{\partial y} = 0$.

2.5. Kết quả tính toán

Chương trình tính xác định được giá trị của chiều sâu mặt phân cách tại các điểm nút theo thời gian. Tại các mặt phẳng thẳng đứng thẳng góc với bờ biển đi ngang qua các giếng khai thác Q_1, Q_2 có các giá trị được thể hiện ở hình 4 và 5.



Hình 4. Vị trí và chiều sau mặt phân cách theo thời gian tại mặt cắt qua giếng Q1



Hình 5. Vị trí và chiều sau mặt phân cách theo thời gian tại mặt cắt qua giếng Q2

Qua số liệu trên cho thấy tại thời điểm ban đầu (t=0) mũi chân nêm mặn tại vị trí cách bờ biển 160 m, cách giếng khai thác 840 m, sau một thời gian khai thác t=10.000 ngày ≈ 27,39 năm thì chân nêm mặn sẽ dịch chuyển đến vị trí cách bờ biển 525 m, cách giếng khai thác một đoạn 475 m.

2.6. Kiểm tra kết quả tính toán và nhận xét

Qua kết quả tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) ở đây được so với các công thức thường dùng hiện nay như công thức Thesis, công thức chồng chất ta có kết quả của vị trí nêm mặn theo từng phương pháp được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính toán vị trí chân nêm mặn theo các phương pháp

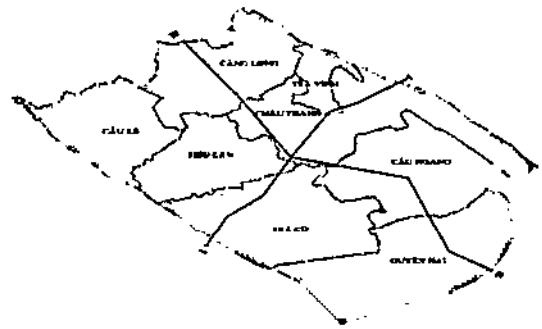
X	Công thức Thesis	Phương pháp PTHH	Công thức chồng chất
Khoảng cách từ bờ biển đến vị trí chân nêm mặn xa nhất (m)	516,3	525,0	534,4

Các kết quả trên cho thấy sự chênh lệch giữa các phương pháp tính là không đáng kể. Tính theo phương pháp PTHH chênh lệch so với tính theo công thức Theis là 0,087% và so với công thức chồng chất là 0,094%. Đặc biệt là kết quả tính toán của phương pháp PTHH cho giá trị trung bình, cao hơn công thức Thesis và thấp hơn công thức chồng chất, như vậy là tương đối hợp lý. Mặt khác, lời giải theo phương pháp PTHH thể hiện được hình dạng, vị trí của mặt phân cách theo từng thời điểm tính toán với cấu tạo địa chất bất kì ứng với lưu lượng khai thác nước ngọt khác nhau, hình dạng biên phức tạp, có nhiều vị trí bơm hút và thấm không đẳng hướng, bài toán có thể phức tạp bất kỳ, nên rất tiện sử dụng. Từ những kết quả tính toán và nhận xét trên, chúng ta thấy rằng mô hình rất phù hợp với thực tế, từ đó làm cơ sở vững chắc để cho mô hình này có thể đánh giá xâm nhập mặn vào tầng chứa nước ngầm ở vùng ven biển.

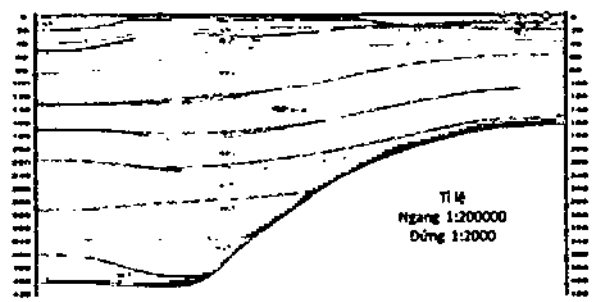
3. TÍNH TOÁN XÂM NHẬP MẶN VÀO TẦNG CHỨA NƯỚC NGẦM PLEISTOCENE GIỮA-TRÊN (qp_{2-3}) Ở TỈNH TRÀ VINH

3.1. Đặc điểm địa chất thuỷ văn

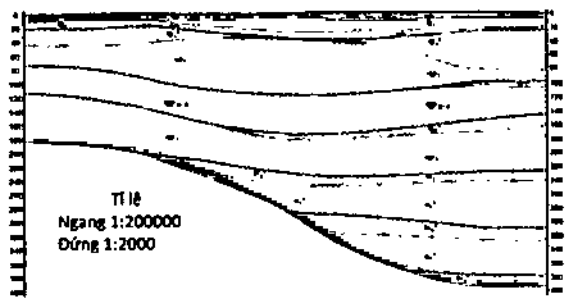
Ở tỉnh Trà Vinh có 7 tầng chứa nước holocen, pleistocene trên, pleistocene giữa-trên, pleistocen dưới, pliocene giữa, pliocene dưới và miocene trên. Xen kẽ giữa các tầng chứa nước lỗ hổng nói trên là các thành tạo chứa nước kém có tuổi địa chất tương ứng: holocen, pleistocen trên, pleistocen giữa-trên, pleistocen dưới, pliocen giữa, pliocen dưới, miocen trên. Hình 6, 7 và 8 minh họa các tầng chứa nước nói trên theo chiều thẳng đứng. Mô tả ngắn gọn tầng chứa nước được nêu trong các hình 6, 7, 8 dưới đây.



Hình 6. Bản đồ địa chất thủy văn tỉnh Trà Vinh [2]



Hình 7. Mặt cắt địa chất thủy văn tuyến I-I [2]

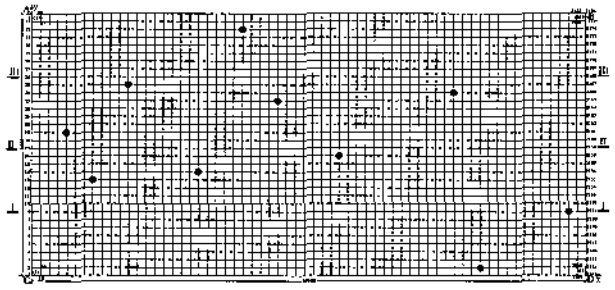


Hình 8. Mặt cắt địa chất thủy văn tuyến II-II [2]

Tầng chứa nước pleistocene giữa-trên (qp_{2-3}) có chiều sâu tới mái thay đổi từ 69,0 m đến 140,0 m, trung bình 106,60 m; chiều sâu tới đáy thay đổi từ 118,0 đến 201,5 m, trung bình 154,9 m; chiều dày nhỏ nhất là 10,30 m, lớn nhất là 73,50 m, trung bình 44,41 m. Hệ số thấm trung bình 35,85 m/ngày. Hệ số nhả nước trọng lực trung bình (μ) là 0,19 và hệ số nhả nước đàn hồi trung bình (μ*) là 0,0032. Thành phần đất đá trong tầng này chủ yếu là cát nhiều cỡ hạt, cát bột lẫn sạn sỏi.

3.2. Sơ đồ tính toán

Miền tính toán được mô hình hóa là một hình tứ giác nằm ngang có cạnh trùng với bờ biển (OY) rộng 33.000 m, chiều dài thẳng góc với bờ biển (OX) dài 63.000 m dọc theo sông Hậu. Dựa vào chiều dài bờ biển và vị trí các giếng bơm miền tính toán được chia thành các phần tử tứ giác và chọn gốc tọa độ z=0 trùng với mực nước biển trung bình. Sơ đồ tính được chia thành 2.176 nút, 2.079 phần tử tứ giác và bước lưới Δx=Δy=1.000 m (hình 9). Khu vực nghiên cứu được bố trí 89 giếng với tổng lưu lượng khai thác là 29.987 m^3/ngày và tầng khai thác chủ yếu tập trung ở tầng chứa nước pleistocen giữa - trên (qp_{2-3}).



Hình 9. Sơ đồ tính, bố trí giếng khai thác khu vực nghiên cứu

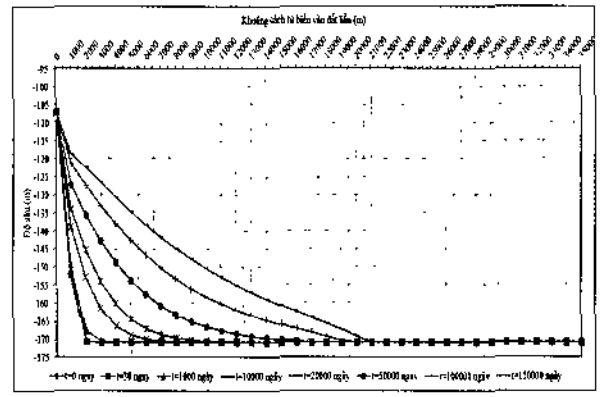
3.3. Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

- Điều kiện biên: biên AB: q_{n1}=0; biên CD q_{n2}=0; biên AC: h=-107 m; biên BD: $\frac{\partial f}{\partial y} = 0$.

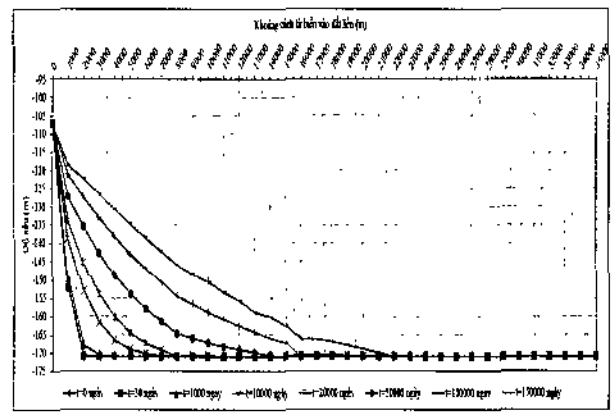
- Điều kiện ban đầu: điều kiện ban đầu cho mặt phân cách giữa nước mặn và ngọt được giả định là khi ấy chưa có khai thác nước ngọt; cho trước chiều cao cột áp (ϕ_f) và chiều sâu (h) của mặt phân cách đối với tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích pleistocen giữa-trên (qp_{2-3}) tại các điểm nút nằm trên mặt cắt theo phương thẳng đứng (hình 9, theo các mặt cắt I-I, II-II và III-III).

3.4. Kết quả và thảo luận

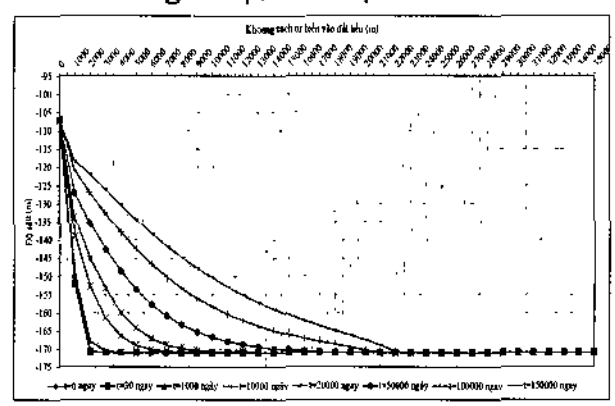
Thuật toán và chương trình tính mô hình được thiết lập theo phương pháp PTHH ở dạng yếu Galerkin để dự báo vị trí, hình dạng mặt phân cách giữa nước nhạt và nước mặn theo thời gian của tầng chứa nước pleistocen giữa-trên. Sự thay đổi vị trí mặt phân cách theo thời gian tại vị trí các giếng khai thác của tầng chứa nước được thể hiện trong các hình 10, 11, 12, 13, 14 dưới đây.



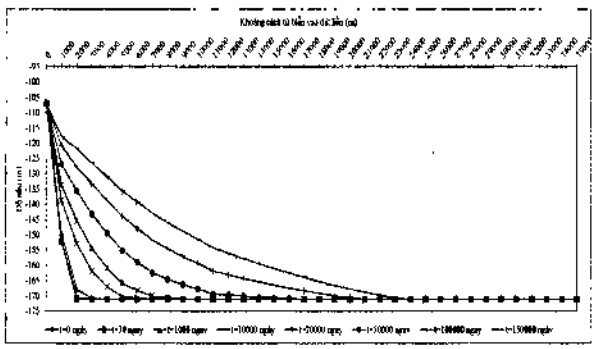
Hình 10. Vị trí và chiều sâu mặt phân cách theo thời gian dọc theo sông Hậu



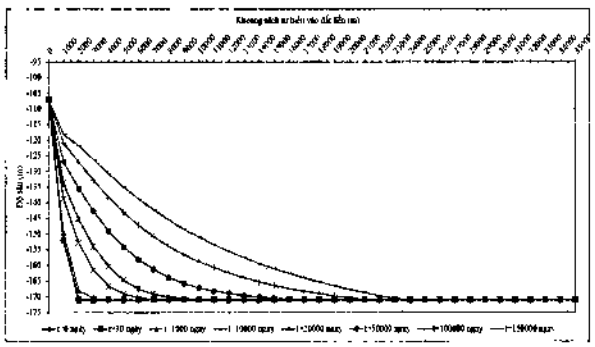
Hình 11. Vị trí và chiều sâu mặt phân cách theo thời gian dọc theo mặt cắt I-I



Hình 12. Vị trí và chiều sâu mặt phân cách theo thời gian dọc theo mặt cắt II-II



Hình 13. Vị trí và chiều sâu mặt phân cách theo thời gian dọc theo mặt cắt III-III



Hình 14. Vị trí và chiều sâu mặt phân cách theo thời gian dọc theo sông Cổ Chiên

Bảng 3. Giá trị dịch chuyển ranh mặn so với vị trí của chân nêm mặn theo thời gian

Mặt cắt	Khoảng cách từ bờ biển đến vị trí nêm mặn xa nhất (m)			
	t=0 ngày	t=10000 ngày	t=50000 ngày	t=150000 ngày
Dọc theo sông Hậu	2.019	14.000	18.000	21.000
I-I	2.019	8.000	15.000	22.000
II-II	2.019	10.000	18.000	24.000
III-III	2.019	7.000	18.000	24.000
Dọc theo sông Cổ Chiên	2.019	12.000	18.000	23.000

Nhận xét kết quả tính toán: Từ kết quả tính toán trên thấy rằng tùy vào vị trí, thời gian mà giá trị chân nêm mặn dịch chuyển khác nhau mà cùng một lưu lượng khai thác (hình 10, 11, 12, 13, 14). Chẳng hạn, vào thời điểm ban đầu thì chân nêm mặn ở vị trí cách biển là 2.019 m nhưng sau thời gian khai thác t=10.000 ngày thì chân nêm mặn dịch chuyển vào đất liền một đoạn là 14.000 m tại mặt cắt dọc theo sông Hậu, 8.000 m tại mặt cắt I-I, 10.000 m tại mặt cắt II-II, 7.000 m tại mặt cắt III-III và 12.000 m tại mặt cắt dọc theo sông Cổ Chiên. Ngược lại thì ở thời điểm t=50.000 ngày thì sự dịch chuyển ranh mặn từ biển vào đất liền là 18.000 m cho các mặt cắt. Nhưng ở mặt cắt I-I thì chỉ dịch chuyển 15.000 m. Đặc biệt là vào thời điểm t=150.000 ngày (≈ 136,9 năm) ứng với lưu lượng khai thác nhất định thì tại mặt cắt II-II và III-III là sự dịch chuyển ranh mặn lớn nhất so với các vị trí khác trong khu vực nghiên cứu là 24.000 m nó lớn hơn tại vị trí mặt cắt I-I là 2.000 m, lớn hơn tại mặt cắt dọc theo sông Hậu là 3.000 m và lớn hơn tại mặt cắt dọc theo sông Cổ Chiên là 1.000 m. Kết quả tính toán này cũng cho thấy ở thời điểm ban đầu thì sự di chuyển ranh mặn đi rất nhanh, dịch chuyển khoảng 7.000÷14.000 m ở thời điểm t=10.000 ngày, nhưng sau đó chỉ dịch chuyển thêm khoảng 4.000÷11.000 m ở thời điểm t=50.000 ngày và dịch chuyển khoảng 3.000÷7.000 m ứng với t=150.000 ngày (bảng 3). Điều này cũng phù hợp với thực tế càng vào sâu trong đất liền thì sự di chuyển ranh mặn càng ít hơn so với sự di chuyển ranh mặn ở gần biển.

4. KẾT LUẬN

Mô hình toán xâm nhập mặn vào tầng nước ngầm được thiết lập để tính toán cho vùng ven biển, thuật toán và chương trình tính đã tính toán cho tầng chứa nước có áp khu vực tỉnh Trà Vinh, kết quả tính toán cụ thể là:

- Xác định được chiều sâu và hình dạng ranh giới mặn dịch chuyển vào trong đất liền từ biển theo thời gian, tùy vào vị trí mặt cắt xem xét khác nhau trong khu vực tính toán.

- Đánh giá được mức độ xâm nhập mặn vào tầng chứa nước pleistocen giữa-trên (qp_{2-3}) theo thời gian ứng với lưu lượng khai thác nhất định. Trên cơ sở này, mô hình có thể dự báo được khả năng xâm nhập mặn vào tầng chứa nước theo thời gian ứng với lưu lượng khai thác khác nhau.

- Thuật toán và chương trình tính có thể tính toán cho tất cả các tầng chứa nước có áp cũng như không áp, ứng với nhiều khu vực khác nhau ở vùng ven biển.

- Kết quả tính toán này có ý nghĩa đối với việc qui hoạch, bố trí các giếng bơm, dự báo sự xâm nhập mặn để các nhà quản lí có kế hoạch khai thác nước ngầm cho nhu cầu phát triển kinh tế-xã hội trong tương lai nhằm đảm bảo phát triển bền vững cho tỉnh

Trà Vinh cũng như các vùng ven biển khác trong nước cũng như trên thế giới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bear et al. (1999). *Seawater Intrusion in Coastal Aquifers - Concepts, Methods, and Practices.* Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

2. Bùi Trần Vượng và các cộng sự (2013). *Báo cáo số 22 đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước dưới đất vùng đồng bằng sông Cửu Long, đề xuất các giải pháp ứng phó.* Liên đoàn Qui hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam.

3. J. M. Ndambuki (2011). *A novel approach to solving multi-objective groundwater problems wuth uncertain parameters.* The Open Hydrology Journal, 5, page 1925.

4. Khalid Qahman et al. (2005). *Evaluation and numerical modeling of seawater intrusion in the Gaza aquifer (Palestine).* Hydrogeo Journal (in press).

5. Khalid Qahman et al. (2009). *Optimal extraction of groundwater in Gaza coastal aquifer.* J. water resource and protection, 4, page 249259.

6. Nguyễn Thế Hùng, Trần Văn Minh (2008). *On the finite element technique for the shallow-water equations.* Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ 8, tr. 271279.

7. Sreekanth Janardhanan (2012). *Intergrated Multi-objective management of saltwater intrusion in coastal aquifers using couple simulation-optimisation and monitoring feedback information.* Thesis of Doctor of Philosophy. James Cook University, Australia.

8. Trần Văn Minh, Nguyễn Thế Hùng (2005). *Xâm nhập mặn ở vùng nước ngầm ven biển Hoà Khánh khi khai thác nước ngọt bằng giếng bơm.* Tuyển tập công trình hội nghị Khoa học Cơ học Thủy khí toàn quốc, tr. 398415.

9. Tran Van Minh, Nguyen The Hung (2006). *A General mathematical model of two dimensional horizontal flow of Seawater instrusion.* Kỷ yếu Hội thảo ứng dụng công nghệ hiện đại trong xây dựng cơ sở hạ tầng giao thông, tr. 271280.

EVALUATING THE SALTWATER INTRUSION TO AQUIFER UPPER-MIDDLE PLEISTOCENE (QP2-3) IN COASTAL AREA OF TRA VINH PROVINCE DUE TO GROUNDWATER EXPLOITATION

Huynh Van Hiep, Nguyen The Hung, Pham Van Long

Summary

Today, one of the most serious problems in Tra Vinh as other coastal provinces in Mekong delta is the exploitation of groundwater for different purposes. In many cases, the aquifers are pumped or withdraw with greater discharge to its natural ability, thus causing seawater is drawn into the system [4]. In this paper, the authors evaluate the saltwater intrusion into aquifer upper-middle pleistocene in Tra Vinh province area due to groundwater extraction. Calculating area with 2,176 nodes, 2,079 elements and step grid $\Delta x=\Delta y$ =1,000 m. The program is set up to determine the interface between freshwater and saltwater which move from the sea into the mainland of upper-middle pleistocene aquifer. Calculation result show that when pumping with outflow Q=29,987 m^3/day with initial point toe interface in position is 2,019 m from the sea, but after a time exploitation t = 150.000 days the interface deep shift in the mainland about 21,000÷24,000 m. This calculation result help managers and mining units know the salty line development over time for plan reasonable exploitation.

Keywords: *Saltwater intrusion, upper-middle pleistocene aquifer, interface depth, coastal, Tra Vinh.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Thống
Ngày nhận bài: 6/02/2017
Ngày thông qua phản biện: 7/3/2017
Ngày duyệt đăng: 14/3/2017