



Nghiên cứu đánh giá nón xâm nhập mặn từ phía dưới lên công trình khai thác nước dưới đất

Nguyễn Văn Hoàng^{1,*}, Vũ Đình Hùng², Nguyễn Thành Công³

¹*Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam*

²*Ban Quản lý Dự án Thủy lợi (CPO) - Bộ NN&PTNT*

³*Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam*

Nhận ngày 02 tháng 3 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 20 tháng 3 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 21 tháng 3 năm 2018

Tóm tắt: Phương pháp xác định nón xâm nhập mặn từ dưới lên trong các lỗ khoan khai thác nước dưới đất được xây dựng dựa trên phương pháp của Dagan và Bear đối với điểm khai thác. Các kết quả phân tích đánh giá với nhiều trường hợp thiết kế các công trình khai thác nước khác nhau đối với tầng chứa nước phân bố trong dải cồn cát ven biển huyện Thạch Hà, tỉnh Hà Tĩnh cho thấy chiều cao nón xâm nhập mặn tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ đáy lỗ khoan đến ranh giới mặn-nhạt bên dưới. Đồng thời đối với lỗ khoan khai thác nước có chiều sâu đáy lỗ khoan như nhau, thì chiều cao nón xâm nhập mặn cũng như thời gian đỉnh nón xâm nhập mặn đạt tới lỗ khoan khai thác nước tỷ lệ nghịch với chiều dài ống lọc (tức là ống lọc càng dài mức độ xâm nhập mặn càng giảm). Việc sử dụng nhiều lỗ khoan để lưu lượng khai thác nước của từng lỗ khoan giảm (nhưng tổng lưu lượng khai thác được giữ nguyên để đáp ứng yêu cầu khai thác của công trình) làm hạn chế đáng kể quá trình xâm nhập mặn lên các công trình khai thác. Phương pháp phân tích đánh giá xâm nhập mặn được trình bày có vai trò lớn trong việc hỗ trợ công tác thiết kế các công trình khai thác nước dưới đất có nguy cơ bị nhiễm mặn từ các tầng chứa nước phía dưới nhằm khai thác bền vững tài nguyên nước dưới đất trên quan điểm đảm bảo chất lượng nước khai thác sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất qua việc hạn chế và thậm chí không để xảy ra hiện tượng xâm nhập mặn.

Từ khóa: Nước dưới đất; xâm nhập mặn; lỗ khoan khai thác nước dưới đất; phương pháp Dagan và Bear.

1. Mở đầu

Khai thác nước dưới đất khu vực ven biển, trong các tầng chứa nước có phần dưới là nước

mặn hoặc bên dưới là tầng chứa nước mặn... luôn có nguy cơ bị xâm nhập mặn. Dagan và Bear (1968) [1] đã phát triển phương pháp xác định nón xâm nhập mặn từ bên dưới lên lỗ khoan khai thác không có quá trình phân tán bằng phương pháp nhiễu tuyến tính (linearized perturbations) cho quan hệ giữa chiều cao (h) nón xâm nhập mặn tỷ lệ với lưu lượng khai thác

*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-912150785.

Email: N_V_Hoang_VDC@yahoo.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4228>

nước từ lỗ khoan (Q). Mặc dù phương pháp này chỉ cho thấy hình dáng nón xâm nhập mặn và nồng độ muối không thay đổi trong toàn bộ hình nón, mà không cho thấy bức tranh thực tế toàn cảnh của nón xâm nhập mặn với nồng độ muối thay đổi, tuy nhiên phương pháp này có vai trò lớn trong việc thiết kế công trình khai thác nước nhằm xác định được thời gian khai thác mà đỉnh nón xâm nhập mặn đạt tới vị trí nào để đưa ra quyết định thiết kế có phân tích bổ sung hiệu quả xâm nhập mặn theo cơ chế phân tán.

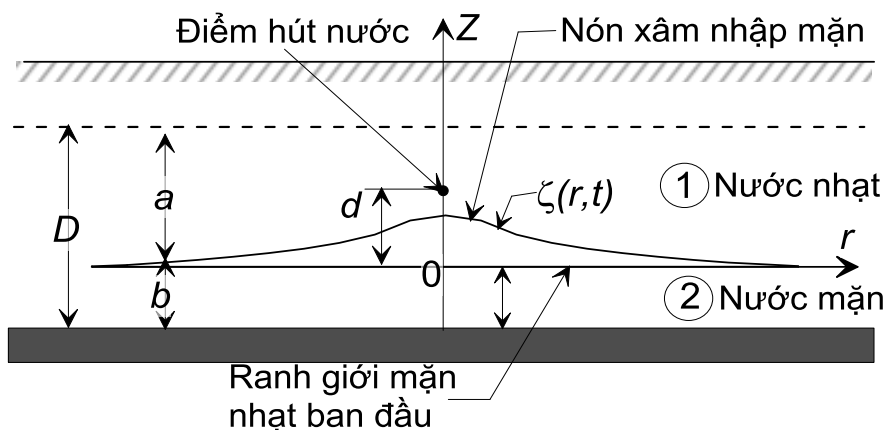
Phân tích đánh giá xâm nhập mặn nước dưới đất có vai trò lớn trong việc hỗ trợ thiết kế các công trình khai thác nước dưới đất có nguy cơ bị nhiễm mặn từ các tầng chứa nước phía dưới hoặc phần dưới của tầng chứa nước bị mặn là rất cần thiết nhằm lựa chọn công trình khai thác phù hợp (số lượng các lỗ khoan trong bãi giếng khai thác, lưu lượng khai thác, chiều sâu và mái của ống lọc lỗ khoan...).

Bài báo này sẽ trình bày cơ sở lý thuyết của phương pháp mô hình giải tích được Dagan và Bear (1968) phát triển (tạm gọi là phương pháp Dagan-Bear), thực hiện mô hình đối với một số công trình khai thác nước có cấu trúc khác nhau, so sánh đánh giá mức độ xâm nhập mặn để xác định công trình phù hợp nhất. Vị trí công trình khai thác nước được lựa chọn tại khu vực dải cồn cát ven biển huyện Thạch Hà, tỉnh Hà Tĩnh.

2. Mô hình giải tích của Dagan-Bear trong xác lập nón xâm nhập mặn

Dagan và Bear (1968) [1] đã phát triển mô hình giải tích nhằm xác định nón xâm nhập mặn từ nước mặn ở phía dưới các công trình khai thác nước dưới đất. Xâm nhập mặn từ nước mặn bên dưới lên nước nhạt khi có điểm khai thác nước theo phương pháp Dagan-Bear được mô tả như sau:

Tầng chứa nước có 2 phần: phần trên là nước nhạt và một phần bên dưới là nước mặn. Ranh giới giữa nước mặn và nước nhạt được cho là mặt phẳng nằm ngang (hình 1) và là ranh giới “đột ngột” giữa nước mặn và nước nhạt, không có sự pha trộn chuyển tiếp. Tuy nhiên, trên thực tế luôn tồn tại một đới chuyển tiếp giữa nước nhạt và nước mặn do sự pha trộn hai loại nước này bởi cơ chế phân tán thủy động lực. Đới chuyển tiếp này còn được phát triển tiếp do khi khai thác nước nhạt dưới đất phía trên mặt cắt tạo nên nón xâm nhập mặn. Bởi vậy, giả thiết rằng ranh giới giữa nước mặn và nước nhạt là ranh giới “đột ngột” được cho là phép làm gần đúng tốt cho điều kiện thực tế và được sử dụng trong hầu hết các bài toán kỹ thuật và ranh giới này thể hiện vị trí trung bình của đới chuyển tiếp có 50% nước nhạt xáo trộn với 50% nước mặn.



Hình 1. Sơ đồ dòng chảy trong không gian hai chiều trong mặt cắt rz qua điểm hút nước.

Các ký hiệu trong hình 1: $\varphi_n(r,t)$ - áp lực nước nhạt; $\varphi_m(r,t)$ - áp lực nước mặn tại ranh giới phân cách mặn/nhạt.

$$n \left(\alpha_n \frac{\partial \Phi_n}{\partial t} - \alpha_m \frac{\partial \Phi_m}{\partial t} \right) - \alpha_n (\nabla \Phi_n)^2 + \alpha_n (\nabla \Phi_n \bullet \nabla \Phi_m)^2 - \frac{\partial \Phi_n}{\partial z} = 0$$

$$n \left(\alpha_n \frac{\partial \Phi_n}{\partial t} - \alpha_m \frac{\partial \Phi_m}{\partial t} \right) + \alpha_m (\nabla \Phi_n)^2 - \alpha_n (\nabla \Phi_n \bullet \nabla \Phi_m)^2 - \frac{\partial \Phi_m}{\partial z} = 0$$

trên ranh giới $\zeta=z$ (1)

Trong đó: $\alpha_n = \gamma_n / (K \Delta \gamma)$; $\alpha_m = \gamma_m / (K \Delta \gamma)$; $\Delta \gamma = \gamma_m - \gamma_n$; $\Phi_n = K \varphi_n(x, z, t)$; $\Phi_m = K \varphi_m(x, z, t)$; γ_n, γ_m tương ứng là tỷ trọng của nước nhạt và nước mặn; K là hệ số thấm.

Khi đã xác định được $\varphi_n(r,t)$ và $\varphi_m(r,t)$ sẽ xác định được tọa độ $\zeta(r,t)$ (hình 1) của mặt ranh giới giữa nước mặn và nước nhạt:

$$\zeta(r,t) = \alpha_m \varphi_m(r,t) - \alpha_n \varphi_n(r,t) \quad (2)$$

Để giải phương trình (1) các tác giả đã sử dụng phương pháp nhiễu động nhỏ (small perturbations):

$$\zeta(r,t) = \frac{\gamma_n Q}{2\pi(\gamma_m - \gamma_n) \sqrt{K_r K_z}} \int_0^\infty \frac{\cosh[\lambda(a-d)]}{\sinh(\lambda a)} \left\{ 1 - \exp \frac{-\lambda K_z (\gamma_m - \gamma_n) t}{n[\gamma_n \coth(\lambda D) + \gamma_m \coth(\lambda S)]} \right\} J_0(\lambda r) d\lambda \quad (4)$$

Trong đó: K_r và K_z - hệ số thấm theo phương ngang và theo phương đứng; t - thời gian tính từ khi bắt đầu hút nước; D - chiều dày tầng chứa nước; a - chiều dày lớp nước nhạt; b - chiều dày lớp nước mặn; d - khoảng cách ban đầu từ điểm hút nước tới mặt ranh giới nước mặn nhạt (hình 1).

Để thực hiện đối với hệ thống các điểm hút nước, nguyên lý cộng dòng có thể được sử dụng khi đó nón xâm nhập mặn tổng cộng được xác định bằng cách lấy tổng các nón xâm nhập mặn thành phần gây nên bởi từng điểm hút nước (hình 2):

$$\zeta(r,t) = \sum_{i=1}^n \zeta_i(r,t) \quad (5)$$

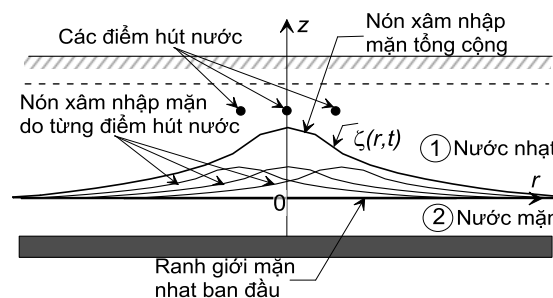
Từ đó các tác giả Dagan và Bear đã xác lập ra hệ phương trình sau:

$$\Phi_n(r,t) = \Phi_n^0(r,t) + \varepsilon \Phi_n^1(r,t) + \varepsilon^2 \Phi_n^2(r,t) + \dots = 0$$

$$\Phi_m(r,t) = \Phi_m^0(r,t) + \varepsilon \Phi_m^1(r,t) + \varepsilon^2 \Phi_m^2(r,t) + \dots = 0 \quad (3)$$

Trong đó: Φ_n^0 và Φ_m^0 là mực áp lực nước ổn định của φ_n và φ_m , còn các thành phần còn lại trong (3) là thành phần lệch khỏi giá trị ổn định (hoặc giá trị trung bình) với ε là đại lượng đặc trưng của nhiễu động mà trong toán học được cho giá trị nhỏ hơn 1 rất nhiều. Mặc dù phương pháp có khả năng thực hiện tuyến tính bậc 2 và cao hơn (các thành phần thứ 3 trở đi trong vế phải của phương trình (3)), nhưng các tác giả chỉ giới hạn tuyến tính hóa bậc 1 (tức là chỉ có 2 thành phần đầu trong vế phải của (3)). Kết quả thu được là:

Trong đó: i - điểm hút nước ($i=1, n$); n - số lượng điểm hút nước; $\zeta_i(r,t)$ - đại lượng chiều cao xâm nhập mặn do điểm hút nước (i) gây nên.



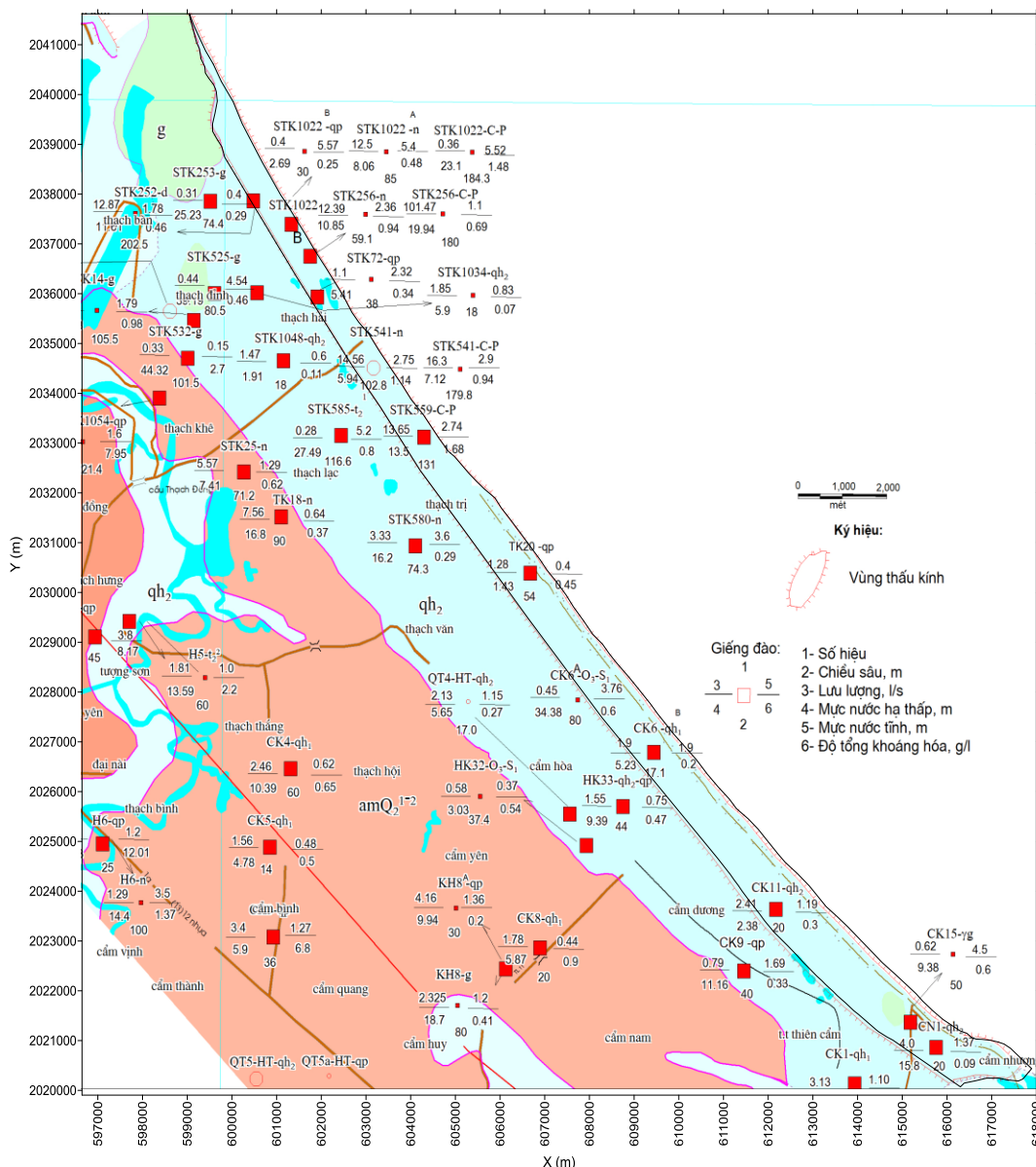
Hình 2. Minh họa nguyên lý cộng dòng xâm nhập mặn do nhiều điểm hút nước

3. Phân tích, đánh giá xâm nhập mặn đối với các công trình khai thác nước

3.1. Đối với công trình khai thác nước trong dải cồn cát ven biển

Vị trí công trình nghiên cứu là dải cồn cát ven biển phân bố tại xã Thạch Trị, huyện Thạch Hà, tỉnh Hà Tĩnh (hình 3), theo đó bề mặt dải cồn cát ven biển có cao độ trong

khoảng 5-15m, chiều rộng 300m- 2.300m (nơi rộng nhất ở vùng Cẩm Hoà là 2.300m), diện xuất lộ tầng chứa nước khoảng 34 km² với thành phần thạch học gồm cát thạch anh hạt mịn đến trung màu xám vàng, nhiều nơi lẫn mảnh vỏ sò ốc vụn nát, chiều dày tầng chứa nước thay đổi từ 3m đến 15m, trung bình khoảng 11,5m.



Hình 3. Dải cồn cát ven biển huyện Thạch Hà và huyện Cẩm Xuyên.

Tại vị trí công trình đã bố trí 02 chum hút nước thí nghiệm [2], khảo sát 38 điểm lộ và đo 04 mặt cắt địa vật lý (đo sâu điện và đo mặt cắt điện). Kết quả cho thấy phần dưới của tầng chứa nước bị mặn với chiều dày phần nước mặn lớn dần về phía biển (xem sơ đồ mặt cắt ĐCTV ở hình 4).

2 chum hút nước thí nghiệm xác định các thông số địa chất thủy văn: một chum bố trí tại thôn Quang Lạc, xã Thạch Lạc, huyện Thạch Hà và chum kia bố trí tại xã Cẩm Hòa, huyện Cẩm Xuyên. Kết quả thí nghiệm cho thấy tầng chứa nước có chiều dày trung bình 12,5m, hệ số thấm $K=15,3\text{m/ngày}$ và hệ số nhả nước trọng lực $\mu=0,105$. Một số quy ước trong mô hình tính toán như sau: chiều dày lớp nước mặn nằm dưới thay đổi theo khoảng cách tới bờ biển (càng xa bờ biển chiều dày lớp nước mặn càng mỏng), vì vậy, khi tính toán lấy chiều dày lớp nước mặn là 1,5m và chiều dày lớp nước nhạt phía trên là 11m); giá trị hệ số thấm theo phương pháp của Morris và Johnson (1967) [3] theo phương đứng có giá trị bằng từ 1/2 đến 1/10 giá trị hệ số thấm theo phương ngang, trong bài viết này sử dụng tỷ số 1/10 là tỷ số thông dụng nhất.

Với mục đích tính toán cho trường hợp bất lợi nhất về mặt trữ lượng và khả năng xây ra

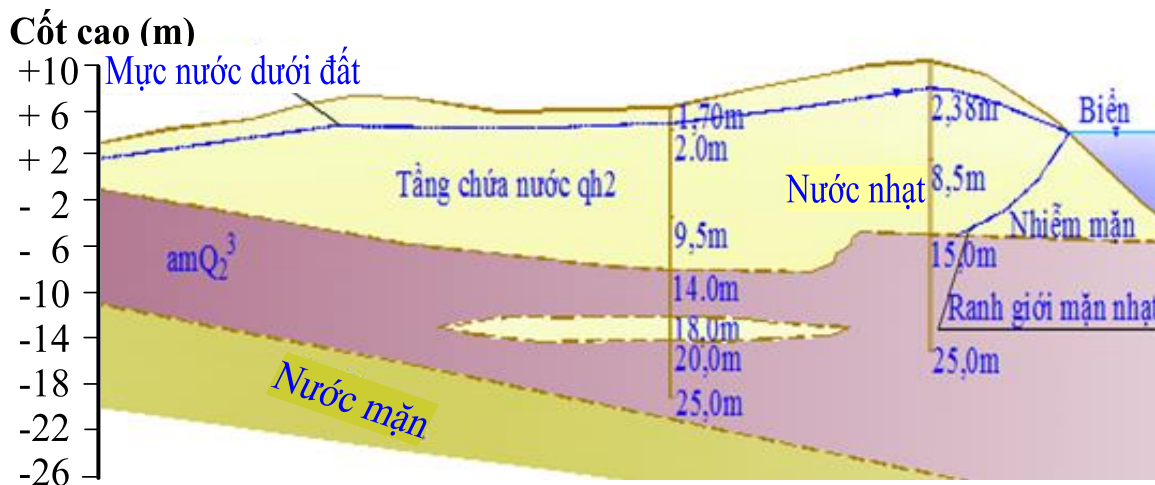
xâm nhập mặn lớn nhất, mô hình tính toán được thực hiện với điều kiện:

- Không có nguồn nước mưa cung cấp từ phía trên cho tầng chứa nước;
- Lượng bốc hơi ngầm bằng 0 do từ độ sâu 2,5m xuống lượng bốc hơi từ cát là hằng số và bằng 0,4 lượng bốc hơi tiềm năng từ mặt đất (Soylu và nmk, 2011) [4];
- Tầng chứa nước không có áp lực;
- Không có thấm xuyên từ phía dưới qua lớp sét, bột, cát, cát bột, bột sét (amQ_2^3);
- Lưu lượng khai thác thiết kế của công trình là $100\text{m}^3/\text{ngày}$.

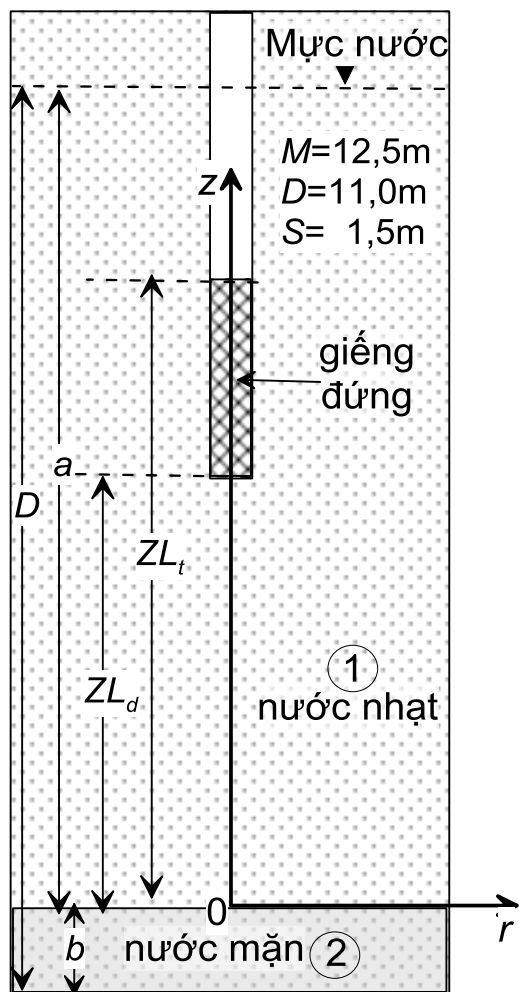
3.2. Các trường hợp mô hình khai thác khác nhau:

Hình 5 thể hiện sơ đồ khai thác chỉ bằng 01 giếng đứng với các thông số liên quan của 5 trường hợp mô hình như sau:

- Tổng chiều dày của tầng chứa nước là D ($=12,5\text{m}$), trong đó chiều dày lớp nước nhạt bên trên là a ($=11,0\text{m}$), chiều dày lớp nước mặn nằm dưới cùng là b ($=1,5\text{m}$);
- Đáy và đỉnh của ống lọc có tọa độ theo phương đứng lần lượt là ZL_d và ZL_t và chiều dài ống lọc thu nước là $L_L = ZL_t - ZL_d$.



Hình 4. Sơ đồ mặt cắt địa chất thủy văn vuông góc bờ biển khu vực nghiên cứu.



Hình 5. Sơ đồ mặt cắt qua giếng khai thác đối với các trường hợp từ 1-5

Trước khi đưa ra phương án về chiều sâu và chiều dài ống lọc của giếng khai thác nước cần xác định độ hạ thấp mực nước đối với các trường hợp, theo đó độ hạ thấp mực nước tại vị trí nào đó được xác định theo công thức Theis (xem Fletcher, 1987) [5]:

$$s = \frac{Q}{4\pi K_r b_{tb}} \ln \frac{2,25 K_r b_{tb} t}{S_y r^2} \quad (6)$$

Trong đó: \ln - loga cơ số tự nhiên; s - độ hạ thấp mực nước (m) tại bất kỳ điểm nào nằm cách tâm giếng khoan hút nước ở khoảng cách

r ; Q - lưu lượng khai thác nước ($m^3/ngày$); K_r - hệ số thấm theo phương ngang ($m/ngày$); b_{tb} - chiều dày trung bình của tầng chứa nước; t - thời gian (ngày) tính từ khi bắt đầu bơm; r - khoảng cách (m) tính từ lỗ khoan hút nước tới điểm tính toán; (đối với lỗ khoan hút nước, $r=r_{LK}$ là bán kính của ống lọc hoặc lỗ khoan trên (với độ hoàn thiện của lỗ khoan là 100%); S_y = hệ số nhả nước trọng lực (không thứ nguyên).

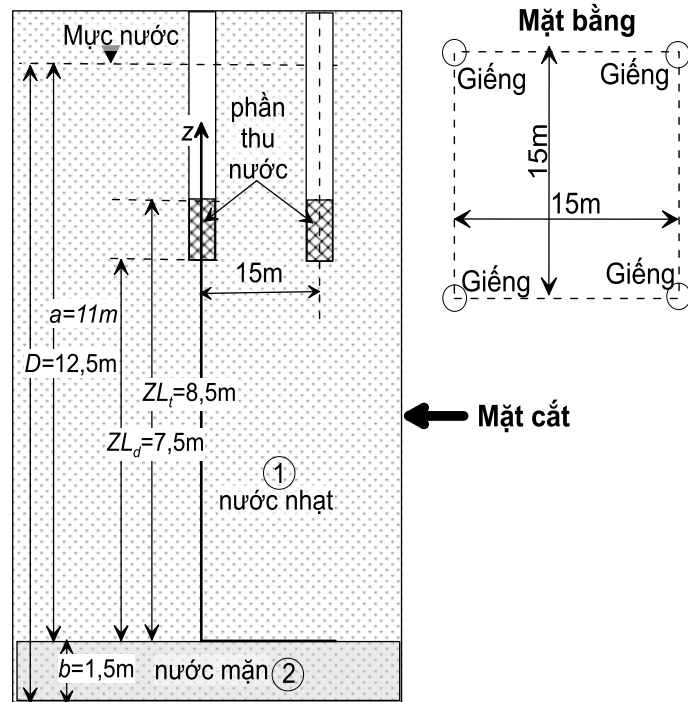
Nếu công trình khai thác chỉ là 01 giếng độ hạ thấp mực nước sẽ tương đối lớn nên xâm nhập mặn có thể xảy ra rất nhanh. Vì vậy tiến hành đánh giá cho trường hợp thứ 6 là công trình khai thác gồm 04 giếng. Theo nguyên lý cộng dòng, độ hạ thấp mực nước tổng cộng tại một vị trí nào đó bằng tổng độ hạ thấp mực nước gây ra bởi từng giếng khai thác:

$$s = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{4\pi K_r b_{tb}} \ln \frac{2,25 K_r b_{tb} t}{S_y r_i^2} \quad (7)$$

Trong đó: n là số lượng giếng; Q_i là lưu lượng hút nước của giếng; i, r_i là khoảng cách từ điểm tính toán đến giếng thứ (i).

Kết quả tính toán cho thấy với giếng khai thác có bán kính 1m sau 365 ngày khai thác: nếu chỉ khai thác nước bằng 01 giếng thì độ hạ thấp mực nước tại giếng là $s=2,3m$ và nếu khai thác bằng bãi giếng gồm 04 giếng phân bố trên hình vuông có cạnh là 15m (hình 6) thì độ hạ thấp mực nước tại giếng là $s=1,5m$ và tại tâm của bãi giếng là $s=1,1m$.

Như vậy, trong trường hợp công trình chỉ có 01 giếng khai thác nước thì ống lọc cần đặt từ độ sâu 2,3m trở xuống và trường hợp bãi giếng gồm 04 giếng khai thác nước bố trí trên đỉnh hình vuông có cạnh bằng 15m, thì ống lọc cần đặt từ độ sâu 1,6m trở xuống. Sẽ sử dụng độ sâu dưới 2,3m đối với công trình có 01 giếng và 1,5m đối với bãi giếng có 04 giếng khai thác nước để đặt ống lọc thu nước cho tất cả các trường hợp.



Hình 6. Sơ đồ mặt cắt và mặt bằng 4 giếng khai thác nước (trường hợp 6).

Bảng 1. Các trường hợp đánh giá so sánh

TT	Trường hợp	Tọa độ Z đầu dưới ống lọc ZL_d (m)	Tọa độ Z đầu trên ống lọc ZL_r (m)	Chiều dài ống lọc L_L (m)
1	1a		6,5	1,0
2	1b	5,5	7,5	2,0
3	1c		8,5	3,0
4	1d		9,2	3,2
5	2a		7,0	1,0
6	2b	6,0	8,0	2,0
7	2c		9,0	3,0
8	2d		9,2	3,2
9	3a		7,5	1,0
10	3b	6,5	8,5	2,0
11	3c		9,2	2,7
12	4a		8,0	1,0
13	4b	7,0	9,0	2,0
14	4c		9,2	2,2
15	5a		8,5	1,0
16	5b	7,5	9,2	1,7
17	6	7,5	8,5	1,0

Các trường hợp tính toán nhằm đánh giá so sánh là giếng có chiều sâu và chiều dài ống lọc khác nhau, và 01 trường hợp công trình khai thác có 04 giếng đặt trên đỉnh của hình vuông có cạnh là 15m, cụ thể là 17 trường hợp nêu trong bảng 1.

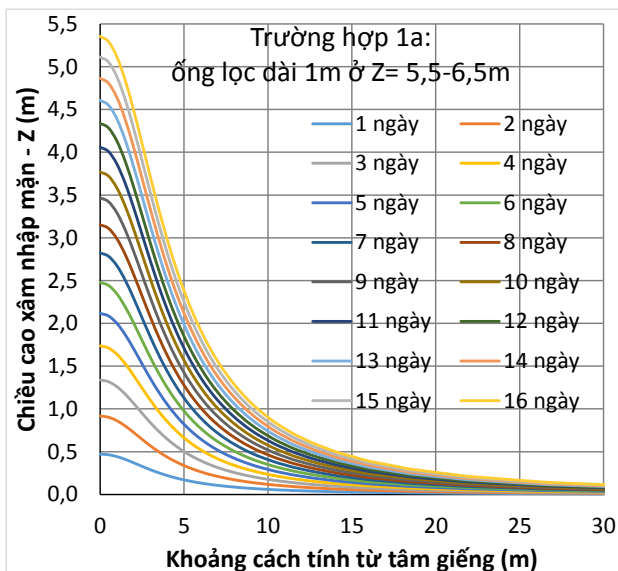
Tỷ lưu lượng khai thác trong từng trường hợp là tổng lưu lượng ($Q=100\text{m}^3/\text{ngày}$) chia cho chiều dài ống lọc. Chương trình máy tính viết bằng ngôn ngữ Fortran được thiết lập để thực hiện các mô hình tính toán này.

3.3. Kết quả mô hình và thảo luận

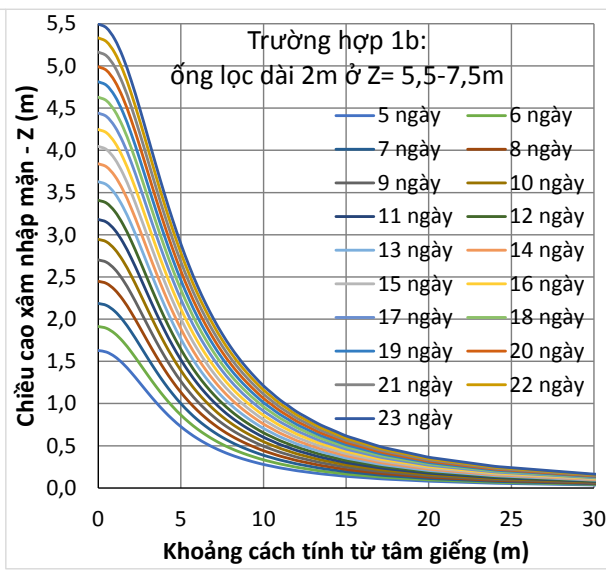
Các kết quả tính toán được tổng hợp dưới dạng các đồ thị quan hệ giữa chiều cao xâm nhập mặn theo khoảng cách từ tâm công trình khai thác theo thời gian khai thác (các hình từ 7 đến 10); quan hệ giữa chiều cao xâm nhập mặn tại tâm công trình khai thác, nơi có chiều cao xâm nhập mặn lớn nhất và thời gian (hình 11); quan hệ giữa thời gian nón xâm nhập mặn đạt tới đáy công trình khai thác và chiều dài ống lọc (hình 12).

- **Trường hợp 1a-1d:** Trên các hình từ 7 đến 12 thể hiện chiều cao nón xâm nhập mặn theo khoảng cách và thời gian cho thấy mức độ xâm nhập mặn giảm dần. Ở trường hợp 1a: nón xâm nhập mặn đạt tới đáy giếng khai thác sau khoảng 15,5 ngày tính từ khi khai thác và ở

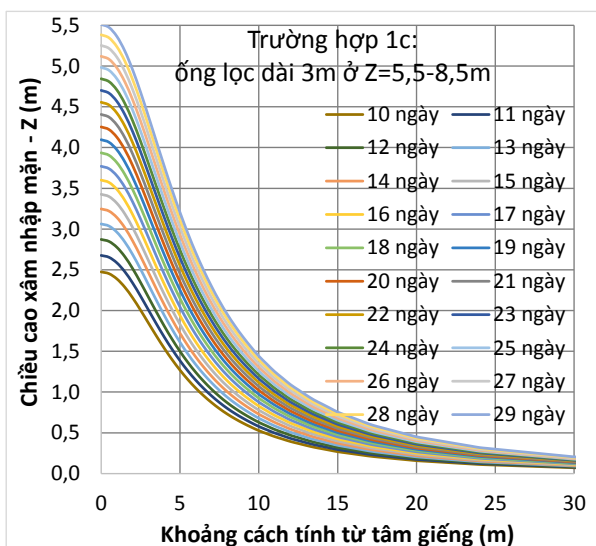
trường hợp 1d thì thời gian xâm nhập mặn là khoảng 32 ngày. Kết quả cho thấy trong các trường hợp 1a-1d này có cùng độ sâu đáy ống lọc, nhưng chiều dài ống lọc khác nhau, thì thời gian đỉnh nón xâm nhập mặn đạt tới đáy công trình tỷ lệ thuận với chiều dài ống lọc (hình 12



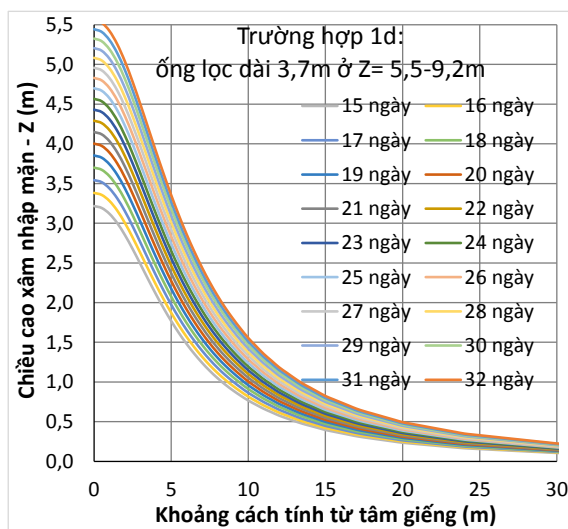
Hình 7. Xâm nhập mặn theo khoảng cách (trường hợp 1a).



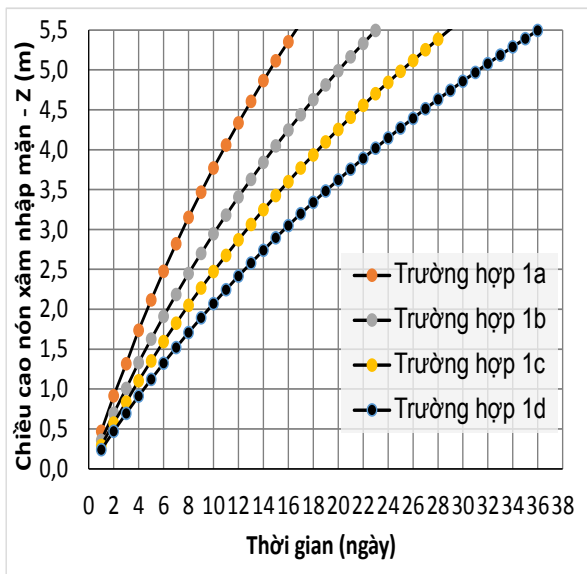
Hình 8. Xâm nhập mặn theo khoảng cách (trường hợp 1b).



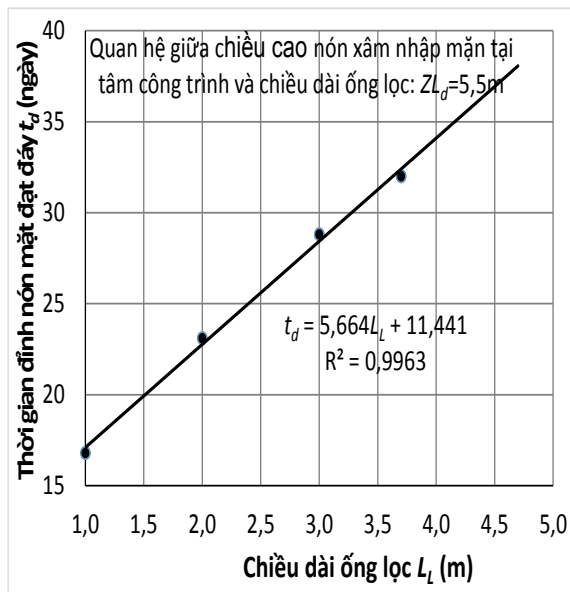
Hình 9. Xâm nhập mặn theo khoảng cách trường hợp 1c).



Hình 10. Xâm nhập mặn theo khoảng cách (trường hợp 1d).



Hình 11. Xâm nhập mặn tại tâm công trình theo thời gian (trường hợp 1c- và 1d)

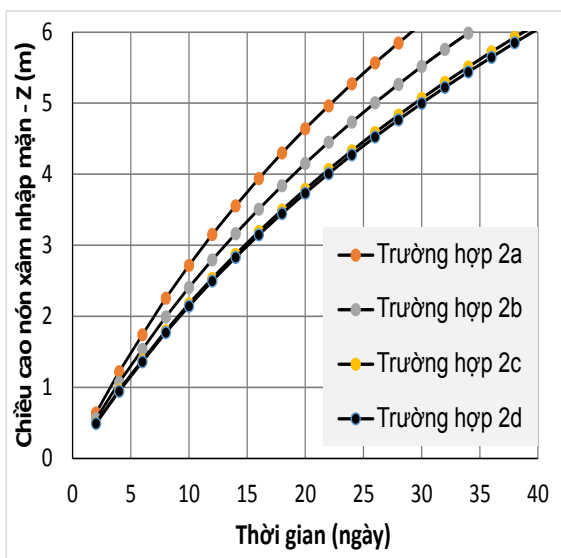


Hình 12. Xâm nhập mặn tới đáy công trình theo chiều dài ống lọc (trường hợp 1a và 1d)

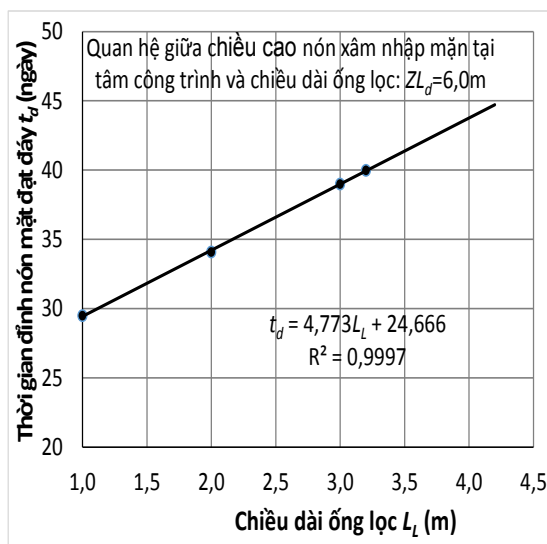
Đối với các trường hợp còn lại (từ trường hợp 2a-2c đến trường hợp 5a-5b) chỉ trình bày

các kết quả về xâm nhập mặn tại tâm công trình trên các hình từ hình 13 đến hình 18.

- Trường hợp 2a-2d:

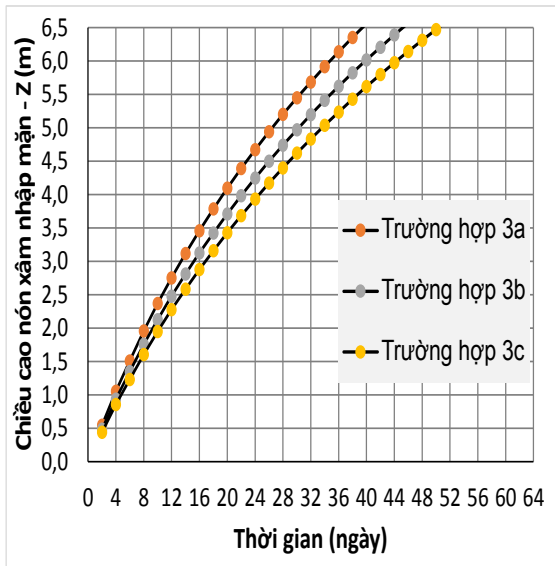


Hình 13. Xâm nhập mặn tại tâm công trình theo thời gian (trường hợp 2c-2d)

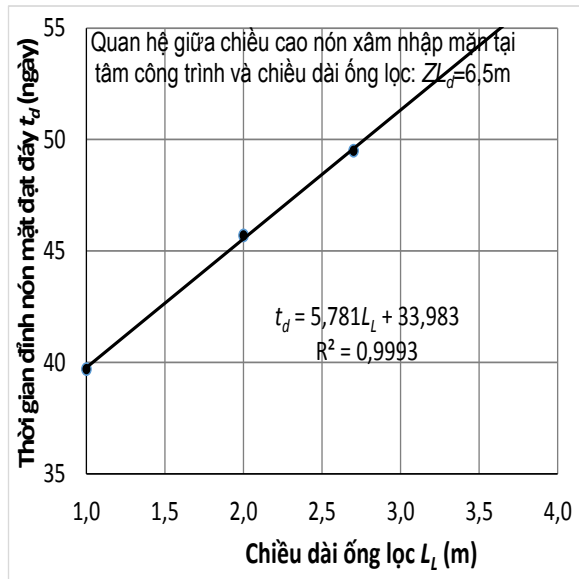


Hình 14. Xâm nhập mặn tới đáy công trình theo chiều dài ống lọc (trường hợp 2a-2d)

- Trường hợp 3a-3c:

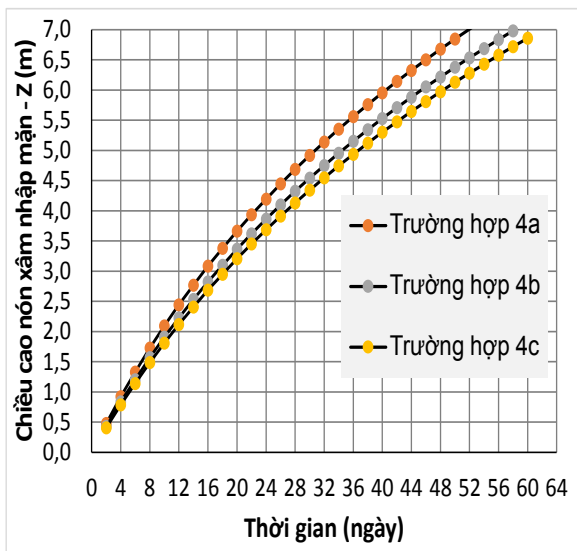


Hình 15. Xâm nhập mặn tại tâm công trình theo thời gian (trường hợp 3a-3c)

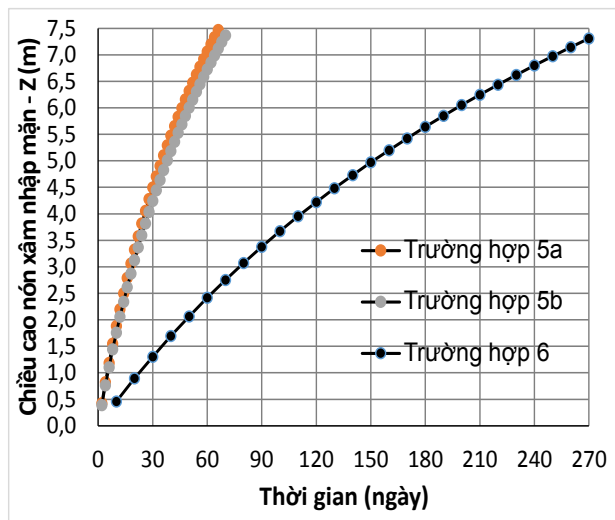


Hình 16. Xâm nhập mặn tới đáy công trình theo chiều dài ống lọc (trường hợp 3a-3c)

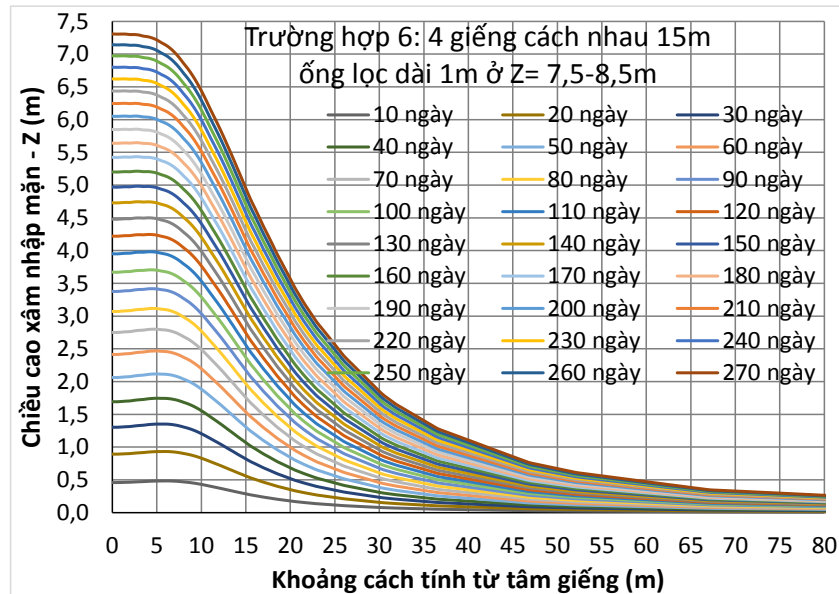
- Trường hợp 4a-4c, 5a-5b:



Hình 17. Xâm nhập mặn tại tâm công trình theo thời gian (trường hợp 4a-4c)



Hình 18. Xâm nhập mặn tại tâm công trình theo thời gian (trường hợp 5a-5b và trường hợp 6)



Hình 19. Xâm nhập mặn theo khoảng cách (trường hợp 1c)

- Trường hợp 6:

Với công trình khai thác nước gồm 4 lỗ khoan phân bố trên đỉnh hình vuông mỗi cạnh bằng 15m và có ống lọc đặt ở độ sâu từ 2,5m đến 3,5m dưới mực nước dưới đất thì sau 9 tháng khai thác đỉnh xâm nhập mặn đạt gần tới đáy lỗ khoan (hình 18 và hình 19). Kết quả này cho thấy hiệu quả hạn chế xâm nhập mặn là rất đáng kể do bãi giếng có các giếng nằm cách xa nhau và lưu lượng khai thác của từng giếng nhỏ đi.

Với điều kiện tầng chứa nước có thành phần chính là cát lộ trên mặt đất, nên lượng nước mưa ngấm cung cấp cho tầng chứa nước rất hiệu quả trong gần 4 tháng mùa mưa có thể đẩy nón xâm nhập mặn xuống sâu hơn. Vì vậy, thời gian khai thác nước không bị mặn có thể dài hơn đáng kể.

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

Phương pháp Dagan-Bear (1968) xác định nón xâm nhập mặn từ dưới cho phép đánh giá hiệu quả của việc phân bố các giếng khai thác theo diện, chiều sâu đáy lỗ khoan và chiều dài

ống lọc. Phương pháp chỉ áp dụng đối với trường hợp điểm khai thác và ở dạng tích phân của hàm số có biến số thay đổi từ 0 đến vô cùng. Phương pháp duy nhất để tính toán tích phân này là phương pháp số. Phương pháp cộng dòng có thể được áp dụng đối với công trình khai thác là giếng thu nước trên chiều dài ống lọc. Tính toán chỉ có thể có hiệu quả nhất khi được lập trình thành chương trình máy tính điện tử và đã được tác giả đầu của bài viết tiến hành xây dựng.

Các kết quả phân tích đánh giá nêu trên cho thấy chiều cao nón xâm nhập mặn tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ đáy lỗ khoan đến ranh giới mặn nhạt bên dưới. Đối với các lỗ khoan khai thác có cùng chiều sâu, thì chiều cao xâm nhập mặn cũng như thời gian đỉnh nón xâm nhập mặn đạt tới lỗ khoan khai thác tỷ lệ nghịch với chiều dài ống lọc (tức là ống lọc càng dài mức độ xâm nhập mặn càng giảm). Việc bố trí nhiều lỗ khoan khai thác để giảm lưu lượng của từng lỗ khoan (nhưng tổng lưu lượng khai thác nước của công trình vẫn giữ nguyên) có tác dụng làm hạn chế đáng kể quá trình xâm nhập mặn. Tuy nhiên, khoảng cách giữa các lỗ khoan trong bãi giếng cần phải đủ lớn (lớn hơn 10m) thì hiệu quả mới rõ rệt...

Phương pháp phân tích đánh giá xâm nhập mặn được trình bày ở trên có vai trò lớn trong việc hỗ trợ thiết kế các công trình khai thác nước dưới đất có nguy cơ bị nhiễm mặn từ phía dưới hoặc từ các tầng chứa nước nằm sâu hơn nhằm khai thác bền vững tài nguyên nước dưới đất trên quan điểm đảm bảo chất lượng nước được khai thác và hạn chế quá trình xâm nhập mặn, thậm chí không để chúng xảy ra.

4.2. Kiến nghị

Trong nghiên cứu này đã sử dụng giá trị tham khảo là hệ số thấm theo phương thẳng đứng bằng 1/10 giá trị hệ số thấm theo phương ngang. Tuy nhiên, trên thực tế tỷ số này có thể sẽ rất khác. Vì vậy, các nghiên cứu về hệ số thấm theo phương thẳng đứng cần được tiến hành để chính xác hóa giá trị của nó và để có kết quả tính toán nón xâm nhập mặn được chính xác hơn.

Các mô hình số lan truyền mặn trong nước dưới đất theo cả hai cơ chế đối lưu và phân tán thủy động lực cần được tiến hành đối với các trường hợp đã tính toán bằng giải tích nêu trên nhằm đánh giá so sánh xác định phương pháp cho kết quả sát với thực tế. Trong trường hợp này, cần đầu tư nhiều vào công tác thực địa để xác định hệ số phân tán thủy động lực (thông qua xác định độ phân tán dọc và ngang, độ lỗ

rỗng hữu hiệu), công tác quan trắc xâm nhập mặn của các công trình thực tế.

Tài liệu tham khảo

- [1] Dagan G. and Bear J., 1968. Solving the problem of local interface upconing in a coastal aquifer by the method of small perturbations. *J. Hydr. Res.* 6 (1968) 15.
- [2] Nguyễn Thành Công (chủ nhiệm đề tài), 2017. Nghiên cứu đề xuất mô hình khai thác bền vững thấu kính nước nhạt trong các cồn cát ven biển phục vụ cấp nước sinh hoạt cho vùng khan hiếm nước khu vực Bắc Trung bộ (đề tài thuộc chương trình điều tra, tìm kiếm nguồn nước dưới đất để cung cấp nước sinh hoạt ở các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước). Đề tài đang thực hiện.
- [3] Morris D.A. and Johnson A. L., Summary of Hydrologic and Physical Properties of Rock and Soil Material, as Analyzed by the Hydrologic Laboratory of the U.S. Geological Survey 1948-60. Geological Survey and Water-Supply Paper 1839-D, 42 pp. (1967).
- [4] Soylu M. E., Istanbuloglu E., Lenters J. D. and Wang T., Quantifying the impact of groundwater depth on evapotranspiration in a semi-arid grassland region. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15 (2011) 787. www.hydrol-earth-syst-sci.net/15/787/2011/doi:10.5194/hess-15-787-2011.
- [5] Fletcher G. Driscoll, Groundwater and Wells. Published by Johnson Division, St. Paul, Minnesota 55112, USA. 1982.

Assessment of Salt Water Upconing to above Groundwater Abstraction Facilities

Nguyen Van Hoang¹, Vu Dinh Hung², Nguyen Thanh Cong³

¹*Institute of Geological Sciences - Vietnam Academy of Science and Technology*

²*Central Project Office-Ministry of Agricultural and Rural Development*

³*Hydraulic Construction Institute - Vietnam Academy of Water Resources*

Abstract: A methodology for identifying salt water upconing to groundwater abstraction wells has been based on Dagan and Bear method for an abstraction point. The results of the analysis for

different design cases of well field and screen length and positions for coastal sand dune aquifer in Thach Ha district, Ha Tinh province has showed that the height of salt water upconing is inversely proportional to the distance from the well screen bottom to the salt and fresh water interface. At the same time, for abstraction wells with the same depth, the height of salt water upconing as well as the time of salt water upconing to the abstraction wells are inversely proportional to the length of the well screen (i.e. the longer the well screen the less salt water upconing). The use of several abstraction wells to reduce the abstraction rate of each well (the total abstraction rate remains unchanged) has the effect of significantly reducing the salt water upconing process. The proposed methodology for salt water upconing assessment has been shown an effective role in supporting the design of groundwater abstraction facilities that are at risk of salinization from the lower part or lower aquifers for sustainable groundwater exploitation on the viewpoint of ensuring the quality of abstracted water and of protecting groundwater resources by limiting (even preventing) salt water intrusion.

Keywords: Groundwater; salt water upconing; groundwater abstraction wells; Dagan-Bear method.