



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Hiện trạng xâm nhập mặn nước dưới đất vùng thành phố Đà Nẵng và giải pháp khai thác hợp lý

Nguyễn Bách Thảo^{1,2*}, Cao Việt Anh¹, Nguyễn Diệu Trinh³, Hoàng Thanh Sơn³, Nguyễn Văn Duyên⁴

¹ Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Trung tâm Phân tích Thí nghiệm chất lượng cao, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

³ Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học Việt Nam

⁴ Phòng Tài nguyên nước, Sở Tài nguyên và Môi trường Thành phố Đà Nẵng, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 24/11/2017

Chấp nhận 20/4/2018

Đăng online 30/6/2018

Từ khóa:

Xâm nhập mặn

Nước dưới đất

Mô hình số

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn nước dưới đất tầng chứa nước lỗ hổng vùng thành phố Đà Nẵng, dự báo khả năng xâm nhập mặn giai đoạn 2020-2050 và đề xuất giải pháp khai thác hợp lý tài nguyên nước dưới đất sử dụng mô hình số SEAWAT. Kết quả từ mô hình cho thấy, nước dưới đất trong các tầng chứa nước lỗ hổng đều có hiện tượng nhiễm mặn và chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của chế độ thủy triều trên sông Hàn, sông Cu Đê và quá trình xâm nhập mặn từ biển Đông. Kết quả dự báo cho các kịch bản khai thác đã chỉ ra rằng thành phố Đà Nẵng có thể khai thác nước dưới đất kết hợp với khai thác nước mặt đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của một số khu vực tập trung đông dân cư. Kịch bản khai thác hợp lý nước dưới đất với tổng lưu lượng 12.000m³/ngày tại 3 bãi giếng Hòa Khánh, Liên Chiểu và Non Nước đã được kiểm chứng bằng mô hình số.

© 2018 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Nước dưới đất là một loại tài nguyên đặc biệt, có vai trò quan trọng trong đời sống của con người. Tại các khu vực ven biển, nguồn tài nguyên này đang có nguy cơ bị đe dọa do hiện tượng xâm nhập mặn vào các tầng chứa nước. Theo Ghassemi (1995), thế giới mất đi 10 hecta đất trồng trọt mỗi phút, trong đó 3 hecta do xâm nhập mặn. Nhiều công trình nghiên cứu chỉ ra rằng, hiện tượng tăng

chứa nước bị nhiễm mặn là do sự ảnh hưởng của quá trình thủy triều, nước biển dâng, quá trình khai thác nước dưới đất quá mức.

Theo thống kê, các vùng ven biển luôn có mật độ dân cư lớn, trung bình toàn thế giới là 100 người/km², chiếm khoảng 40% dân số trên 7,6% tổng diện lục địa. Việt Nam là một trong số các nước đứng đầu có mật độ dân cư vùng ven biển cao, với khoảng 320 người/km², trong đó, các thành phố lớn như Đà Nẵng, Nha Trang, Vũng Tàu... có mật độ đông hơn cả, trung bình trên 800 người/km². Đây là những thành phố đóng vai trò quan trọng trong du lịch, sản xuất công nghiệp

*Tác giả liên hệ

E-mail: nguyenbachthao@humg.edu.vn

và nông nghiệp. Chính vì vậy, các thành phố lớn ven biển luôn đối mặt với các vấn đề như nguồn nước không đủ đáp ứng nhu cầu do khai thác quá mức gây cạn kiệt, ô nhiễm nguồn nước và đặc biệt là vấn đề xâm nhập mặn. Việt Nam là một trong số các quốc gia có đường bờ biển dài chịu ảnh hưởng của quá trình xâm nhập mặn rất rõ rệt, chính vì vậy, nhiều công trình nghiên cứu xâm nhập mặn tại các vùng ven biển đã được thực hiện. Thành phố Đà Nẵng với đường bờ biển dài trên 74km (Nguyễn Đình An, 2010) do đó tầng chứa nước khu vực này chịu ảnh hưởng lớn bởi quá trình xâm nhập mặn, tuy nhiên chưa có công trình nào đánh giá xâm nhập mặn sử dụng mô hình số. Dựa trên kết quả khảo sát thành lập bản đồ địa chất thủy văn thành phố Đà Nẵng (Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra TNN miền Trung, 2012), có khoảng 30% diện tích tầng chứa nước bị nhiễm mặn trên tổng số diện tích các tầng chứa nước lỗ hổng. Chính vì vậy, việc đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn nước dưới đất và đề ra giải pháp khai thác hợp lý là rất cấp bách. Bài báo sử dụng phương pháp mô hình số để đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn nước dưới đất khu vực Đà Nẵng, công tác chính lý mô hình dựa trên kết quả đo mực nước, độ tổng khoáng hóa tại các lỗ khoan và tài liệu đo địa vật lý từ đó đưa ra giải pháp khai thác hợp lý.

2. Khái quát vùng nghiên cứu

2.1. Đặc điểm địa chất thủy văn

Vùng nghiên cứu gồm ba dạng địa hình bao gồm núi, đồng bằng và cồn cát ven biển. Phía Bắc là dãy núi Bạch Mã có độ cao trung bình trên 700m, là biên giới tự nhiên giữa thành phố Đà Nẵng và Thừa Thiên Huế; phía Tây Bắc có núi Mang cao 1712m tiếp giáp với ba tỉnh Thừa Thiên Huế, Quảng Nam và Đà Nẵng; phía Tây Nam có núi Bà cao 1487m; phía Đông có dãy núi Sơn Trà án ngữ. Đồng bằng ven biển và đồng bằng phía Nam của thành phố bị chia cắt bởi sông Hàn. Địa hình do gió tái tích tụ cát biển gặp ở các đụn cát khu vực Ngũ Hành Sơn và Nam Ô.

Vùng nghiên cứu tồn tại năm tầng chứa nước, đó là tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Đệ tứ không phân chia (q), tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Holocen (qh), tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Pleistocen (qp) được chia ra thành lớp trên (qp_2) và lớp dưới (qp_1), tầng chứa nước khe nứt vỉa trầm tích Neogen (n), tầng chứa nước khe nứt

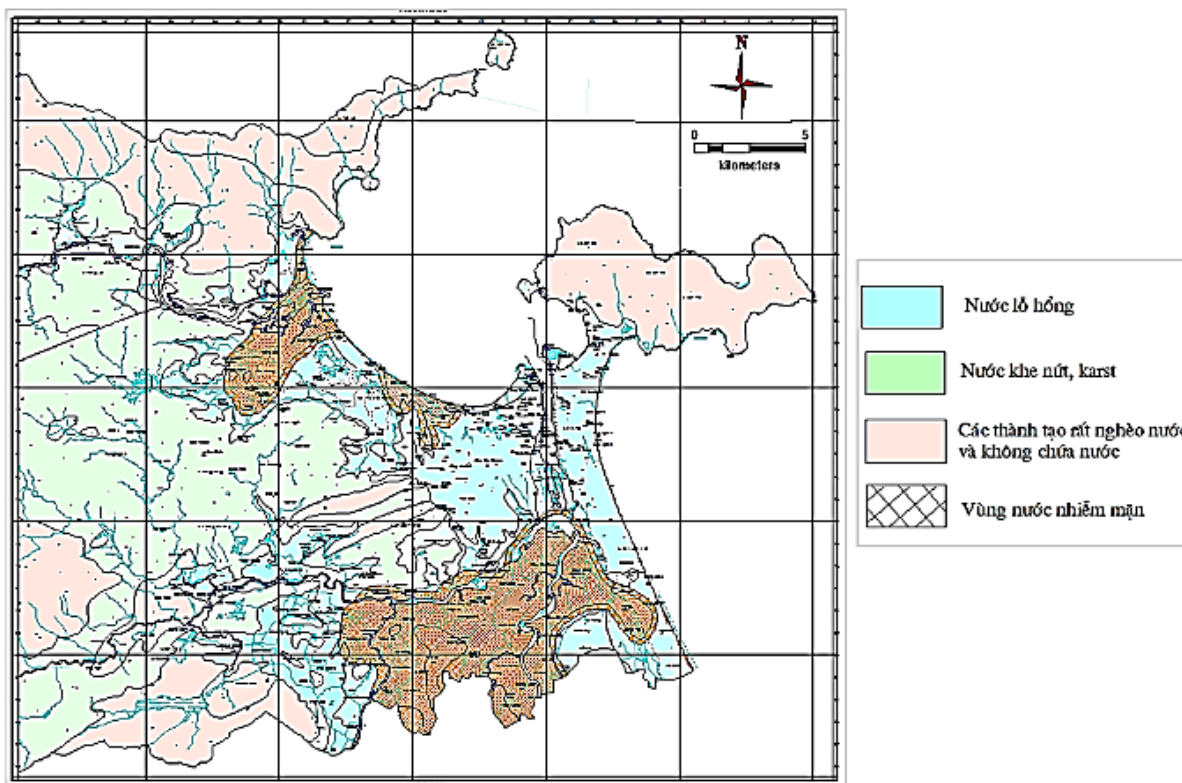
karst, khe nứt vỉa trầm tích lục nguyên và trầm tích biến chất ($E-C$). Bản đồ địa chất thủy văn được thể hiện trong Hình 1.

Tầng chứa nước q phân bố rải rác trên bề mặt với diện tích nhỏ khoảng 3-5 km². Thành phần thạch học hỗn tạp gồm sét, sét pha, cát pha, cuội sỏi lẫn dăm đá gốc. Theo kết quả bơm hút nước thí nghiệm tại lỗ khoan LK710 thì tầng chứa nước được xếp vào loại nghèo nước với lưu lượng $Q=0.84$ l/s, tỷ lưu lượng $q = 0.05$ l/sm. Động thái biến đổi mạnh theo mùa, về mùa khô nhiều giếng đào bị cạn kiệt.

Tầng chứa nước qh bao gồm trầm tích hỗn hợp sông biển đầm lầy gió. Chúng phân bố không đều với tổng diện tích khoảng 160 km², đặc điểm địa chất thủy văn khác nhau theo từng khu vực. Thành phần thạch học chủ yếu là cát thạch anh hạt từ mịn tới trung, cát pha, sét pha, kết cấu rời rạc có khả năng chứa nước tốt. Động thái nước dưới đất biến đổi mạnh theo mùa với biên độ thay đổi từ 0.45 - 3.0m tại Liên Chiểu Hải Châu đến 1.8 - 11.2m tại khu vực Sơn Trà Ngũ Hành Sơn. Theo kết quả bơm hút nước thí nghiệm tại 10 công trình cho thấy, mức độ chứa nước của tầng từ trung bình tới giàu, tỷ lưu lượng thay đổi từ 0.04 đến 3.65l/sm. Tuy mức độ chứa nước lớn nhưng là tầng chứa nước trên mặt nên chịu ảnh hưởng rõ rệt bởi quá trình nhiễm mặn do hoạt động thủy triều; đặc biệt tại khu vực sông Cầu Đỏ, Cẩm Lệ, hơn 50% diện tích tầng chứa nước qh bị nhiễm mặn. Loại hình hóa học của nước dưới đất tầng chứa nước này chủ yếu là Clorua- Natri.

Tầng chứa nước qp phân bố với diện tích khoảng 360 km², thành phần thạch học gồm cát thạch anh từ mịn tới thô, cát chứa sạn sỏi, cuội sỏi. Lớp chứa nước qp_2 có tỷ lưu lượng $q=0.32$ l/sm, mức độ chứa nước trung bình. Trong khi đó lớp chứa nước qp_1 có mức độ chứa nước phong phú hơn từ trung bình tới giàu, tỷ lưu lượng thay đổi từ 0.03 đến 3.32 l/s.m.

Các tầng chứa nước khe nứt trong vùng nghiên cứu có diện tích phân bố khoảng 40km² phần lớn chúng bị phủ bởi các trầm tích trẻ hơn. Thành phần thạch học chủ yếu gồm đá vôi hoa hóa, đá phiến xerixit, đá phiến sét và đá phiến thạch anh. Căn cứ kết quả nghiên cứu của Nguyễn Trường Giang và nnk, tầng chứa nước được xếp mức độ chứa nước từ nghèo tới trung bình. Với các đặc điểm địa chất thủy văn đã trình bày trên, tầng chứa nước có ý nghĩa trong khai thác là tầng chứa



Hình 1. Bản đồ địa chất thủy văn và hiện trạng nhiễm mặn nước dưới đất vùng nghiên cứu (Nguyễn Văn Đình, 2011).

nước lỗ hổng trầm tích Holocen và Pleistocen. Tuy nhiên cả hai tầng chứa nước đều có hiện tượng nhiễm mặn, do đó cần có phương án khai thác hợp lý.

2.2. Hiện trạng khai thác, sử dụng nước

Theo kết quả điều tra của Trung tâm Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Trung năm 2012 và của Viện Hàn lâm Khoa học Việt Nam năm 2017 trên địa bàn thành phố chủ yếu sử dụng nước mặt phục vụ ăn uống sinh hoạt và sản xuất. Một vài lỗ khoan tại các công ty, nhà xưởng, xí nghiệp khai thác nước dưới đất với tổng lưu lượng chỉ đạt vào khoảng 1700 m³/ngày đến 2000m³/ngày. Tính đến cuối năm 2016, trên địa bàn đã cấp phép khai thác sử dụng cho 52 công trình với tổng lưu lượng khai thác là 14.091m³/ngày (Sở Tài nguyên và Môi trường TP. Đà Nẵng, 2016). Bên cạnh đó, vẫn còn nhiều hộ dân đã được đấu nối với hệ thống nước sạch của Thành phố nhưng vẫn sử dụng lỗ khoan phục vụ tưới và rửa xe với lưu lượng trung bình dưới 1m³/ngày mà không được kiểm soát. Ngoài nguồn nước dưới đất, nhu cầu nước cho các hoạt

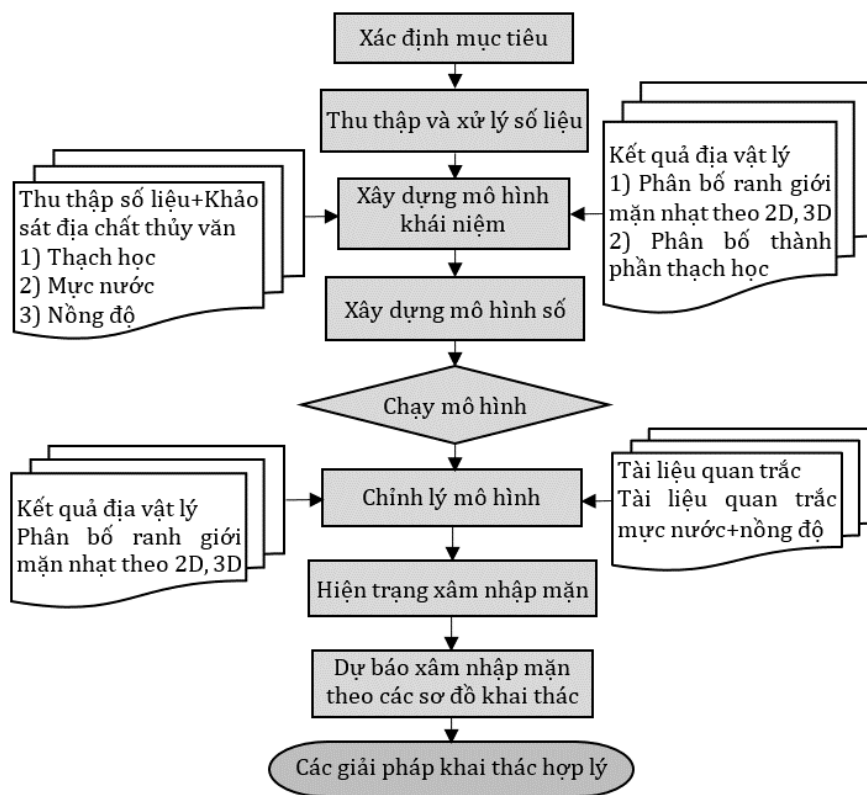
động sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp chủ yếu được cung cấp từ nguồn nước mặt như Nhà máy nước Cầu Đỏ, Cẩm Lệ, đáp ứng khoảng 95% nhu cầu nước sạch của Thành phố.

2.3. Hiện trạng xâm nhập mặn

Theo tài liệu đo vẽ phục vụ thành lập bản đồ ĐCTV tỉ lệ 1:25000 thực hiện năm 2012 tại 86 lỗ khoan, nước dưới đất có hiện tượng nhiễm mặn theo diện và chiều sâu. Dọc các con sông lớn như sông Cu Đê, sông Hàn, sông Cẩm Lệ, sông Đà Toàn, tầng chứa nước bị nhiễm mặn với diện tích khoảng 100km² (theo Hình 1).

2.3.1. Hiện trạng xâm nhập mặn tầng chứa nước qh

Nước dưới đất vừa chịu ảnh hưởng của quá trình nhiễm mặn do sông vừa chịu tác động của quá trình mặn trầm tích tầng chứa nước bên dưới. Dọc theo sông Cu Đê, từ biển tiến sâu vào 6km nước dưới đất bị nhiễm mặn với độ tổng khoáng hoá (TDS) thay đổi trong khoảng 1.0 10.75 g/l. Khu vực bờ hữu sông Cầu Đỏ, sông Cẩm Lệ tầng chứa nước qh bị mặn với diện tích khoảng 40 km², độ tổng khoáng hóa thay đổi trong khoảng 1.0



Hình 2. Sơ đồ phương pháp nghiên cứu xâm nhập mặn.

5.03 g/l. Dọc sông Hàn, nước dưới đất chỉ bị nhiễm mặn theo khoảng cục bộ với diện tích nhỏ khoảng 5km². Khu vực ven biển, nước dưới đất có độ tổng khoáng hóa thay đổi từ 1-35g/l. 2.3.2. Hiện trạng xâm nhập mặn tầng chứa nước qp

Ngoài tác động của nước biển vùng cửa sông và vùng giáp biển, nước dưới đất còn chịu ảnh hưởng của quá trình phân tán mặn từ tầng sâu. Tuy nhiên, do tồn tại lớp sét cách nước cục bộ phủ lên trên nên sự tác động của quá trình thủy triều tới tầng chứa nước này không nhiều, độ tổng khoáng hoá trong khoảng 1 - 4,66 g/l, vùng giáp biển có độ tổng khoáng hoá là 1-35g/l.

Có thể thấy rằng, tầng chứa nước qh và qp khu vực thành phố Đà Nẵng có diện tích nhiễm mặn tương đối lớn, phân bố rải rác quanh hệ thống các sông lớn và một số khu vực gần biển, chịu tác động lớn của dòng mặt và thủy triều.

3. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo sử dụng các phương pháp khảo sát thực địa, lấy mẫu kiểm định độ tổng khoáng hoá của nước tại các giếng khoan, kế thừa kết quả từ các công trình nghiên cứu... (Đỗ Cảnh Dương,

2002; Nguyễn Trường Giang và nnk.,1998). Để đánh giá quá trình xâm nhập mặn đối với nước dưới đất trong vùng, phương pháp mô hình số được sử dụng với sự kết hợp giữa mô hình dòng chảy Modflow và mô hình xâm nhập mặn Seawat (Gou, 2002). Quy trình thực hiện được mô tả trên Hình 2 (Nguyễn Bách Thảo, 2016).

3.1. Mô hình dòng chảy

Mô hình dòng chảy mô phỏng quá trình thấm của nước dưới đất, nhằm giải bài toán liên quan tới động lực học nước dưới đất. Phương trình cơ bản mô tả chuyển động của nước dưới đất được rút ra từ nghiên cứu cân bằng nước trong một phân tử dòng ngầm có kích thước dx, dy, dz (Guo, 2002), có dạng:

$$\frac{\partial}{\partial x}(T_{xx} \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(T_{yy} \frac{\partial h}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(T_{zz} \frac{\partial h}{\partial z}) W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

Trong đó: T_{xx}, T_{yy}, T_{zz} : hệ số dẫn nước theo phương x, y, z; h: cốt cao mực nước tại vị trí (x,y,z) ở thời điểm t; W: giá trị bổ cập hay thoát của nước dưới đất tại vị trí (x,y,z) ở thời điểm t; S_s : hệ số nhả nước đàn hồi của tầng chứa nước có áp, S_s được thay thế bằng S_y nếu là tầng chứa nước không áp.

3.2. Mô hình xâm nhập mặn

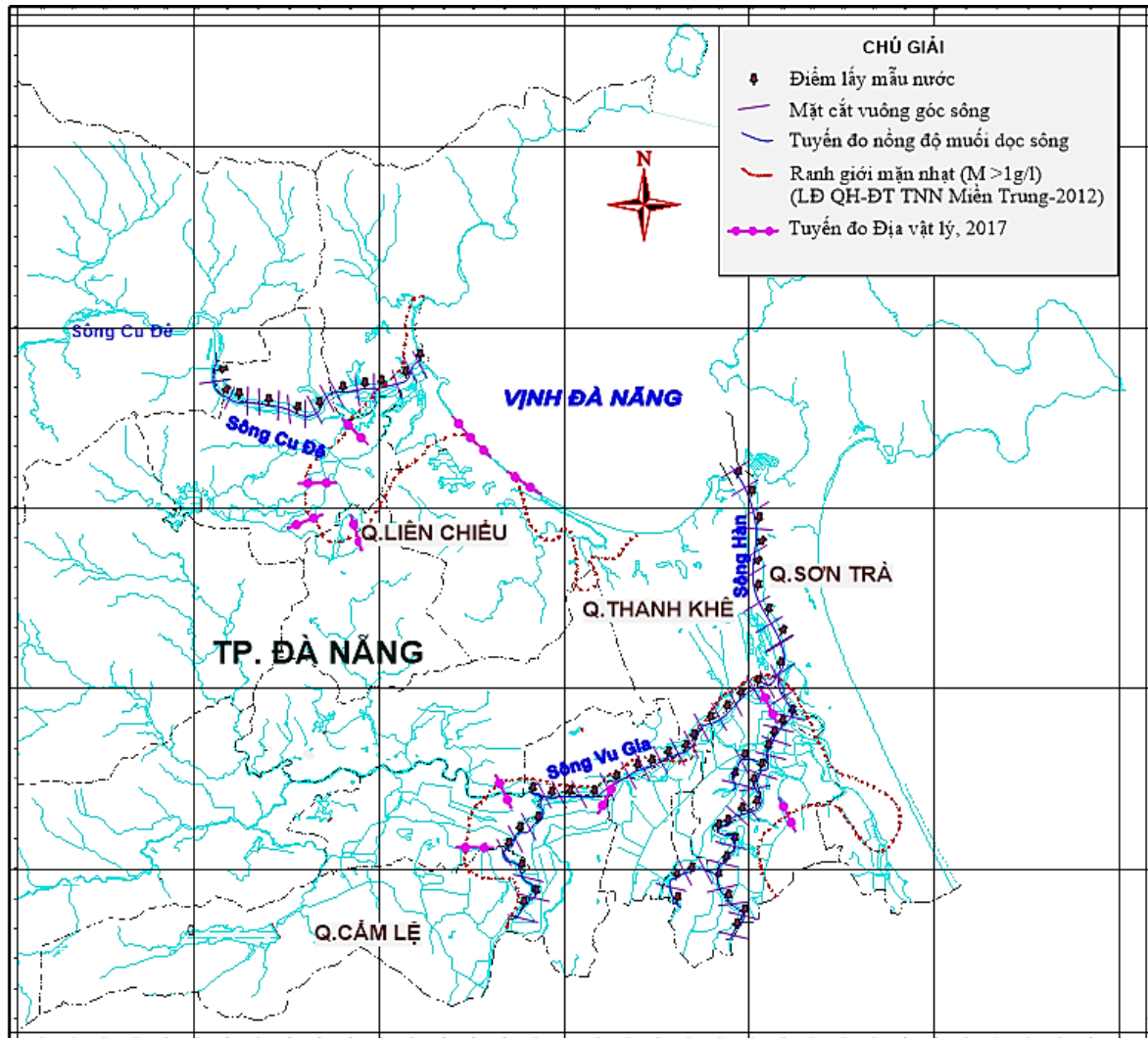
Đối với mô hình xâm nhập mặn được thể hiện dưới dạng phương trình đạo hàm riêng mô tả quá trình lan truyền vật chất trong môi trường nước dưới đất (Guo, 2002) như sau:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} \left[\rho K_{fx} \left(\frac{\partial h_f}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\rho K_{fy} \left(\frac{\partial h_f}{\partial y} \right) \right] \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left[\rho K_{fz} \left(\frac{\partial h_f}{\partial z} + \left(\frac{\rho - \rho_f}{\rho_f} \right) \frac{\partial Z}{\partial z} \right) \right] \\ & = \rho S_f \frac{\partial h_f}{\partial t} + \theta \frac{\partial \rho}{\partial t} \frac{\partial C}{\partial t} - \rho_s q_s \end{aligned}$$

Trong đó: h_f - độ cao mực áp lực của nước nhạt; K_{fx} , K_{fy} , K_{fz} - lần lượt là hệ số thấm thủy lực theo phương x, y và z ; ρ - mật độ của nước tự

nhien trong tầng chứa nước; ρ_f - mật độ của nước nhạt; S_f - hệ số nhả nước tương đương với cột áp lực của nước nhạt; C - nồng độ chất hòa tan; θ - độ lỗ rỗng hữu hiệu; t - thời gian; ρ_s - mật độ của nước từ nguồn vào hoặc đi ra; q_s - thể tích lưu lượng dòng từ nguồn cấp đi vào hoặc đi ra trên một đơn vị thể tích của tầng chứa nước.

Yếu tố quan trọng nhất của mô hình lan truyền vật chất là tốc độ và hướng vận động của nước dưới đất. Chúng được xác định trên cơ sở giải bài toán dòng chảy bởi mô hình Modflow, bài toán mô hình xâm nhập mặn được giải đồng thời với bài toán dòng chảy hoặc thực hiện sau khi bài toán dòng chảy kết thúc. Tiêu chí đánh giá xâm nhập mặn các tầng chứa nước là dựa vào giá trị TDS của nước dưới đất. Nước có TDS $\geq 1,0\text{g/l}$ được coi là nước bị nhiễm mặn.



Hình 3. Sơ đồ vị trí các tuyến đo TDS nước mặt và các tuyến đo địa vật lý (tháng 3, 7/2017).

3.3. Phương pháp đo mặn dòng mặt

Để mô phỏng độ mặn tại các biên nghiên cứu, độ mặn dòng mặt được thực hiện theo diện và theo chiều sâu đối với:

- a) Dòng chảy bị ảnh hưởng triều rõ rệt;
- b) Không có hiện tượng nước tù, chảy quẩn;
- c) Không có dòng nhập lưu;
- d) Ít bị ảnh hưởng bởi tác động của con người

Chế độ 1: Đo từng giờ, bắt đầu khi mực nước thấp nhất, đo liên tục trong 24 giờ.

Chế độ 2: Đo 3 ngày liên tục (72 giờ) được thực hiện như chế độ đo từng giờ hoặc giờ lẻ (thời gian bắt đầu đo vào 0 giờ hoặc 1 giờ).

Các tuyến đo được bố trí như sau:

-Theo mặt cắt dọc sông: Chạy dọc sông tại giữa dòng (chủ lưu), theo hướng từ cửa sông ngược về thượng lưu, cứ 1km thực hiện đo một điểm, tại vị trí giữa dòng. Độ mặn được đo ở tầng giữa (0,5 bề dày dòng chảy) và đo đến khi độ mặn bằng 0,1‰ thì kết thúc.

- Theo mặt cắt ngang sông: số lượng thủy trực từ 3-9 tùy thuộc độ rộng của từng mặt cắt.

3.4. Phương pháp đo địa vật lý

Sử dụng phương pháp đo sâu điện và ảnh điện đa cực nhằm phân loại thành phần thạch học của các tầng chứa nước theo chiều sâu dựa trên định luật Archive (Archive,1942) và xác định ranh giới mặn nhạt của nước dưới đất (Guerin, 2005). Khối lượng đo địa vật lý gồm 50 điểm đo sâu điện đối xứng trên toàn bộ khu vực khảo sát và 11 tuyến đi ảnh điện đa cực (mỗi tuyến có chiều dài 1km) được bố trí vuông góc với ranh giới mặn nhạt đã xác định năm 2012 (Hình 3).

4. Xây dựng mô hình số cho vùng nghiên cứu

4.1. Thiết lập mô hình

Miền thềm vùng nghiên cứu được chia thành các bước lưới đều với 200 hàng và 200 cột, kích thước ô lưới là 170x170m và 3 lớp như sau:

Lớp 1: Mô phỏng cho tầng chứa nước Holocen, thành phần thạch học chủ yếu là cát thạch anh từ mịn tới trung, cát chứa sạn sỏi;

Lớp 2: Mô phỏng lớp cách nước khu vực, thành phần thạch học là sét mịn giàu vật chất hữu cơ



Hình 4. Sơ đồ vị trí các tuyến đo địa vật lý và kết quả giải đoán hiện trạng xâm nhập dựa theo kết quả đo địa vật lý (tháng 7/2017).

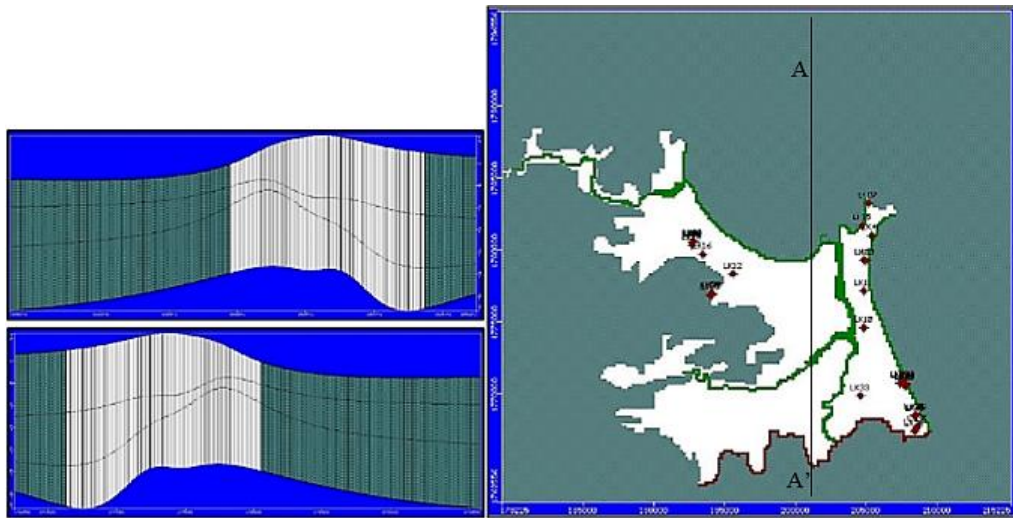
Lớp 3: mô phỏng cho tầng chứa nước Pleistocen, thành phần thạch học là cát thạch anh từ mịn tới thô, cát chứa sạn sỏi, cuội sỏi.

Điều kiện biên của mô hình dòng chảy bao gồm: biên mực nước tổng hợp GHB (điều kiện biên loại III) được gán cho hệ thống sông chính trong vùng nghiên cứu là sông Hàn, sông Cu Đê, sông Cẩm Lệ, sông Đà Toàn, sông Cầu Đỏ và biển ở phía Đông, Đông Bắc vùng; biên mực nước không đổi CHD (điều kiện biên loại I) thiết lập cho ranh giới phía Nam vùng. Biên bổ cập và biên bốc hơi được xác định theo tài liệu lượng mưa và lượng bốc hơi vùng nghiên cứu (trích dẫn từ

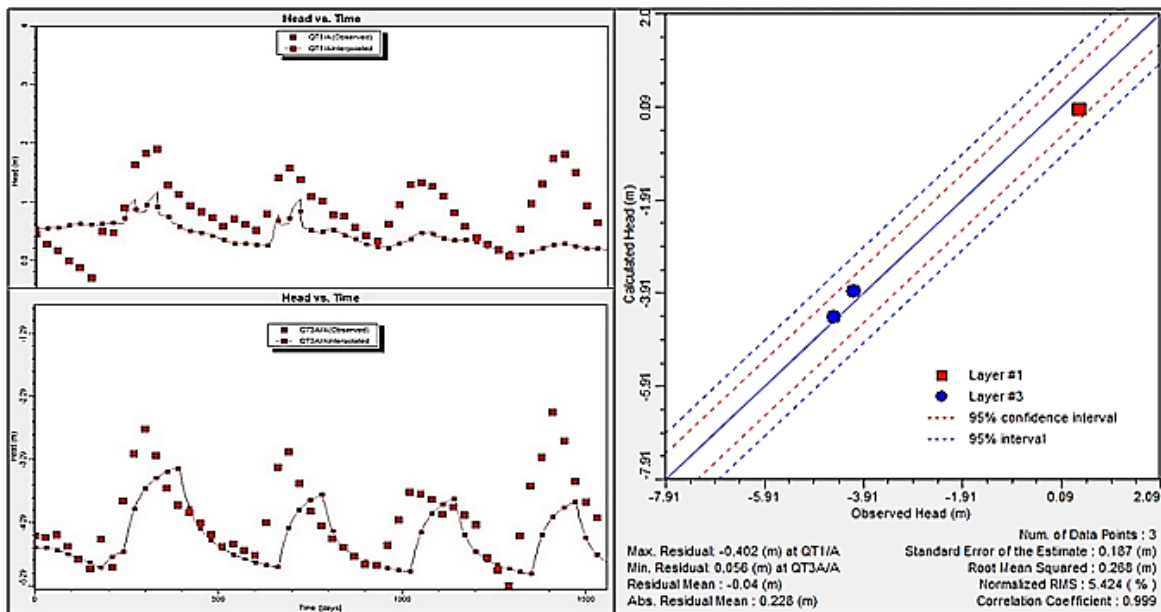
nguồn nào: lượng mưa, bốc hơi). Đối với mô hình xâm nhập mặn, biên nồng độ ban đầu được xác định dựa vào tài liệu thành lập bản đồ ĐCTV thành phố Đà Nẵng tỉ lệ 1:25000; nồng độ trên biên sông và biên biển được mô phỏng dưới dạng biên nồng độ không đổi (cụ thể). Các biên cung cấp thấm, biên bốc hơi và biên dạng điểm trong vùng lấy giá trị bằng 0.

4.2. Chính lý mô hình

Mô hình dòng chảy được chính lý bằng việc giải bài toán ngược nhằm chính lý các thông số địa



Hình 5. Phân chia lớp theo tuyến A-A' (a) và sơ đồ hóa điều kiện biên vùng nghiên cứu (b).



Hình 6. Tương quan mực nước tính toán bằng mô hình và mực nước tại các lỗ khoan quan trắc QT1, QT3A từ 1/2013 đến 4/2017.

chất thủy văn (hệ số thấm K , hệ số nhỏ nước S) và sơ bộ chỉnh lý điều kiện biên của mô hình. Bài toán giải bằng phương pháp lặp, các giá trị được hiệu chỉnh qua từng bước lặp. Dữ liệu dùng để chỉnh lý mô hình là tài liệu mực nước của 3 lỗ khoan quan trắc trong khoảng thời gian 01/2013-04/2017. Kết quả chỉnh lý mô hình phản ánh qua sai số tuyệt đối trung bình MAE đạt 0.415, sai số bình phương trung bình (RMS) đạt 5.4% (Hình 6).

4. Kết quả và thảo luận

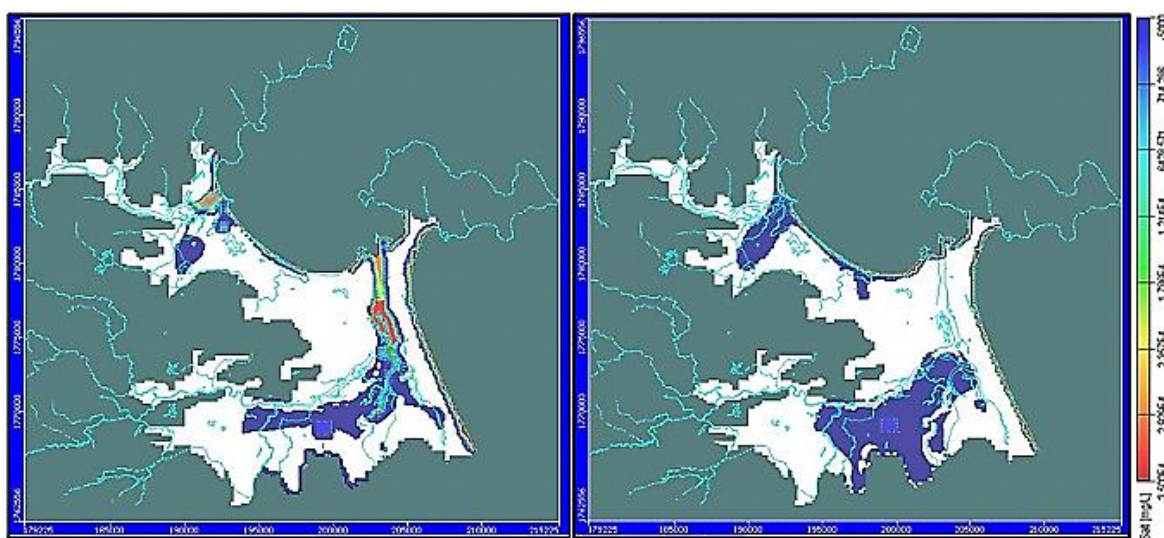
4.1. Hiện trạng nhiễm mặn nước dưới đất

Kết quả từ mô hình tính toán xâm nhập mặn tầng chứa nước qh và qp tại thời điểm 04/2017 chỉ ra rằng, diện tích mặn ban đầu của tầng chứa nước qh giảm nhanh hơn so với tầng chứa nước qp vì ngoài mất đi do quá trình khai thác, chảy sang vùng khác thì tầng chứa nước trên mặt còn chịu ảnh hưởng của quá trình bổ cập do mưa gây nhạt hóa tầng chứa nước. Tuy nhiên, tầng chứa nước trên mặt chịu sự ảnh hưởng lớn của sông và biển, do đó tại các khu vực dọc sông Hàn, sông Cu Đê, sông Đồ Toàn và ven biển, diện tích mặn tăng lên theo chuỗi thời gian tính toán của mô hình. Trên Hình 6 thể hiện những vùng có TDS lớn hơn 1g/l của hai tầng chứa nước qh và qp tại thời điểm hiện tại. Theo đó, tổng diện tích nhiễm mặn tầng chứa nước qh là 41,8km² và tầng qp là 53,4km².

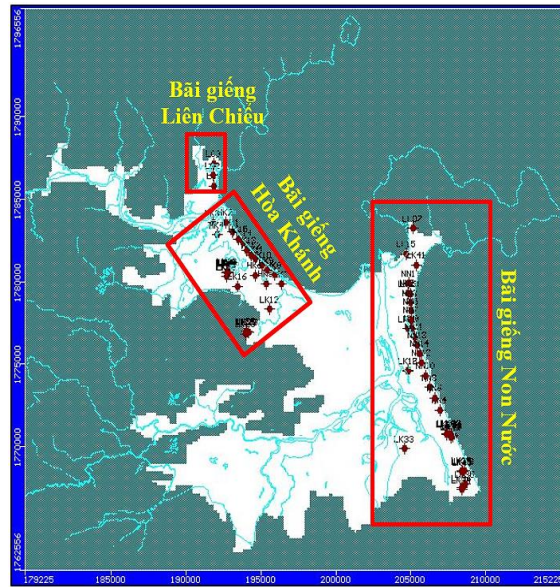
4.2. Định hướng khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất

Theo báo cáo của Sở Tài nguyên và Môi trường Đà Nẵng (2017), tổng trữ lượng có thể khai thác vùng nghiên cứu là 231.000 m³/ngày. Trong đó, trữ lượng có thể khai thác của các tầng chứa nước lỗ hổng vào khoảng 150.000m³/ngày (Đỗ Cảnh Dương, 2002), tuy nhiên lượng nước này phân bố rộng trên địa bàn toàn thành phố nên không thể khai thác với quy mô tập trung để cấp nước. Bên cạnh đó, nhu cầu dùng nước của Thành phố Đà Nẵng tới năm 2020, lượng nước yêu cầu cho sản xuất nông nghiệp là 246.000 m³/năm, cho sinh hoạt là 300.000 triệu m³/năm, hiện tại nguồn nước mặt không thể đáp ứng được. Nhằm khai thác sử dụng bền vững tài nguyên nước đáp ứng nhu cầu sử dụng nước sạch hiện nay, việc nâng công suất khai thác nước mặt và khai thác bổ sung từ nguồn nước dưới đất là rất cần thiết. Kịch bản tối ưu dựa trên kết quả sử dụng mô hình số là kịch bản cho công suất khai thác lớn nhất và thỏa mãn điều kiện sau thời gian khai thác (10.000 ngày tương đương 27 năm) thì độ tổng khoáng hóa TDS>1g/l chưa xâm nhập vào công trình khai thác.

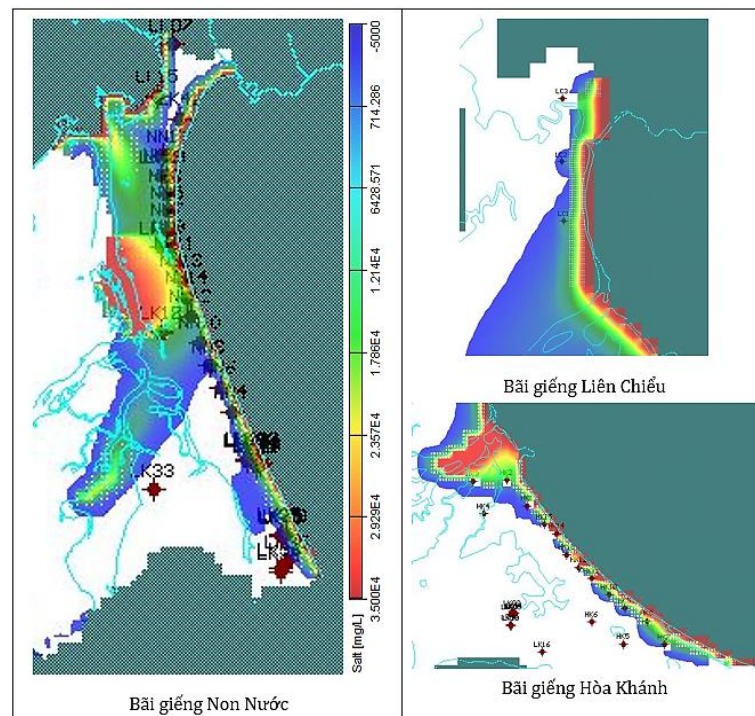
Theo kết quả tính toán bằng mô hình số SEAWAT, kịch bản với tổng công suất khoảng 12.000m³/ngày với sơ đồ các công trình khai thác nước dưới đất gồm 3 lỗ khoan tại khu vực Liên Chiểu, tổng công suất khai thác là 3000 m³/ngày; 15 lỗ khoan tại khu vực Hòa Khánh với tổng công suất là 3750 m³/ngày và 14 lỗ khoan dọc bờ biển tại khu vực Non Nước thiết kế với tổng công suất khai thác là 4900 m³/ngày (Hình 8).



Hình 7. Hiện trạng xâm nhập mặn tầng chứa nước qh (phải) và tầng chứa nước qp (trái) tại thời điểm 4/2017. Tầng chứa nước qh .



Hình 8. Sơ đồ bố trí các bãi giếng khai thác nước dưới đất đã được tính toán và dự báo trên mô hình SEAWAT.



Hình 9. Kết quả dự báo nhiễm mặn tại các bãi giếng thời điểm năm 2045 (sau 27 năm khai thác).

Kết quả tính toán hiện trạng và dự báo xâm nhập mặn theo kịch bản trên cho thấy rằng:

+ Khu vực cấm cấp phép mới các công trình khai thác: bao gồm các khu vực đã bị nhiễm mặn, bao gồm quận Sơn Trà, phía Bắc quận Ngũ Hành Sơn, các khu vực dọc sông Hàn, sông Cu Đê và sông Đà Toàn. Các lỗ khoan khai thác lưu lượng lớn tại

những khu vực này cần ổn định và tiến tới giảm dần lưu lượng khi đã có các hệ thống cấp nước thay thế.

+ Khu vực hạn chế khai thác (khai thác với lưu lượng và vị trí hợp lý): Hòa Khánh, phía Nam quận Ngũ Hành Sơn và phía Bắc quận Liên Chiêu, lưu lượng có thể khai thác của các giếng khoan tại bãi

giếng Hòa Khánh, Non Nước và Liên Chiểu lần lượt là 250, 350 và 1000m³/ngày, vị trí cách biển tối thiểu thay đổi trong khoảng 500-1400m tùy khu vực.

Đối với khu vực nêu trên, công tác quản lý, cấp phép thăm dò và khai thác nước dưới đất cần tiến hành nghiêm ngặt. Khi xây dựng các công trình mới cần thực hiện điều tra, đánh giá chi tiết, tiến hành các thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của việc khai thác đến quá trình xâm nhập mặn. Ưu tiên nước dưới đất phục vụ mục đích sinh hoạt của những khu vực đông dân cư và các hoạt động du lịch.

5. Kết luận

Tóm lại, với đặc điểm địa chất thủy văn khá phức tạp, diện tích mặn nhạt ban đầu xem kẽ, địa hình tiếp giáp biển và hệ thống các sông chính trong khu vực bị ảnh hưởng lớn bởi quá trình thủy triều, do đó nước dưới đất vùng thành phố Đà Nẵng có những đặc điểm sau:

- Vùng nghiên cứu có hai tầng chứa nước triển vọng có khả năng khai thác là tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Holocen và trầm tích Pleistocen. Tuy nhiên, cả hai tầng chứa nước đều có hiện tượng bị nhiễm mặn, do đó việc khai thác phải được xem xét cẩn thận;

- Kết quả tính toán từ mô hình dịch chuyển chỉ ra rằng: diện tích mặn của cả hai tầng chứa nước đều giảm theo thời gian, trong đó diện tích mặn tầng chứa nước Holocen giảm nhanh hơn do có sự bổ cập của lượng mưa. Diện tích tầng chứa nước bị mặn một số khu vực ven biển và dọc các hệ thống sông lớn ngày càng tăng do ảnh hưởng của biển và thủy triều;

- Đề xuất giải pháp bảo vệ tài nguyên nước dưới đất bằng việc khoanh định các vùng phù hợp với điều kiện khai thác khác nhau, kết hợp với các công tác quản lý, thi công công trình, tuyên truyền nâng cao nhận thức người dân.

- Vùng cấm bố trí các khai thác mới: quận Sơn Trà, phía Bắc quận Ngũ Hành Sơn, không bố trí lỗ khoan khai thác công suất lớn vào những vị trí này, ảnh hưởng lớn tới chất lượng tầng chứa nước;

- Vùng hạn chế các công trình khai thác mới (khai thác với lưu lượng và vị trí hợp lý): vùng Hòa Khánh, phía Nam quận Ngũ Hành Sơn và phía Bắc quận Liên Chiểu, có thể bố trí lỗ khoan khai thác với lưu lượng 250 đến 1000 m³/ngày vào những khu vực này, vị trí cách biển tối thiểu thay đổi

trong khoảng 500 đến 1400m tùy khu vực.

Tài liệu tham khảo

Archie, G. E. (1942, December 1). The Electrical Resistivity Log as an Aid in Determining Some Reservoir Characteristics. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/942054-G

Đỗ Cảnh Dương, Phạm Quý Nhân, 2002. Báo cáo Đề tài Dự báo quy hoạch khai thác bền vững nguồn nước ngầm thành phố Đà Nẵng trên cơ sở điều tra chất lượng, trữ lượng, hiện trạng ô nhiễm và khả năng tự bảo vệ nước dưới đất, *Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường Đà Nẵng*.

Ghassemi, E., Jakeman, A. & Ha, N. 1995. Salinization of land and Water resources. *University of New South Wales Press, Sydney*.

Guerin, R., 2005. Borehole and surface-based hydrogeophysics. *Hydrogeology Journal* 13. 251-254

Guo, W., Langevin, C. D., & Survey, G., 2002. User's Guide to SEAWAT: A Computer Program for Simulation of Three-dimensional Variable-density Ground-water Flow, *U.S. Geological Survey, U.S. Department of the Interior*.

Hoàng Văn Hoan, 2014. Nghiên cứu xâm nhập mặn nước dưới đất trầm tích Đệ tứ vùng Nam Định. *Luận án tiến sĩ Địa chất Thủy văn*, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Nguyen Bach Thao, 2016. Coupling geophysical and Isotopic approaches to better simulate saltwater intrusion into coastal aquifers: A case study in the Crau aquifer. *PhD thesis*. University of Avignon, France.

Nguyễn Bách Thảo, 2007. Nghiên cứu sự dịch chuyển của chất hòa tan trong nước dưới đất khu vực bãi thí nghiệm Đan Phượng Hà Tây. *Luận văn thạc sĩ Địa chất Thủy văn*, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội..

Nguyen Bach Thao, 2016. Olivier Banton, Adriano Mayer, Nguyen Quang Tuan and Salah Nofal. Coupling geophysical and isotopic approaches to better simulate saltwater intrusion into coastal aquifers: a case study in Crau (France). *Proceeding of international conferences on Earth sciences and sustainable geo-resources Development (ESASGD)*, Hanoi, 2016, 239-247.

Nguyễn Trường Giang, Võ Công Nghiệp, Đặng Hữu
Ơn, Vũ Ngọc Trân, 1998. Nước dưới đất đồng
bằng ven biển Nam Trung Bộ. Cục Địa chất và
Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội, 124 trg.

Nguyễn Văn Đình, 2011. Điều tra, đánh giá nguồn

nước ngầm bị ô nhiễm, cạn kiệt trên địa bàn
thành phố Đà Nẵng.

Nguyễn Đình An, Thạch Phương và nnk, 2010. Địa
chí Quảng Nam-Đà Nẵng. Nhà xuất bản Khoa
học Xã hội. 2000trg.

ABSTRACT

Saltwater intrusion in aquifers of Danang area and solution for sustainable groundwater development

Thao Bach Nguyen ^{1,2}, Anh Viet Cao ¹, Trinh Dieu Nguyen ³, Son Thanh Hoang ³, Duyen Van Nguyen ⁴

¹ Faculty of Geosciences and Geo-engineering, Hanoi University of Mining and Geology

² Centre for Excellence in Analysis and Experiment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

³ Institute of Geography, Vietnam Academy of Science and Technology

⁴ Water resources bureau, Department of Natural Resources and Environment of Danang

This article shows the results of saltwater intrusion simulation in aquifers in Danang area. Base on the calibrated numerical model, prediction model of saltwater intrusion for the period of 2020-2050 with different scenarios have been simulated to sustainable groundwater development using SEAWAT model. Simulated results from numerical model shows that groundwater in porous aquifers in Danang area is highly affected by tidal in Han, Cu De river and seawater level. To face with the increasing of water demand, a groundwater exploitation wells system could be added with total pumping rate of 12.000m³/day in Hoa Khanh, Lien Chieu and Non Nuoc area.