

XÂM NHẬP MẶN VÀO CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC TRONG TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ ĐỒNG BẰNG VEN BIỂN TỈNH HÀ TĨNH

Đỗ Ngọc Thực¹, Phan Văn Trường², Vũ Hải Đăng¹, Nguyễn Ngọc Tiến¹,
Nguyễn Đức Núi², Nguyễn Kim Cát¹, Lư Quang Huy¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xâm nhập mặn khu vực đồng bằng ven biển Hà Tĩnh, tại đây, nhu cầu về nước ngày càng tăng, gây ra những tác động tiêu cực ảnh hưởng đến trữ lượng và chất lượng nước nhạt dưới đất, đặc biệt là khả năng xâm nhập mặn của nước biển vào các tầng chứa nước trong trầm tích Đệ Tứ. Kết quả quan trắc trong các năm 2014 – 2015 cho thấy nước dưới đất chịu ảnh hưởng mạnh của chế độ thủy triều và quá trình xâm nhập mặn từ biển; xâm nhập mặn ngày càng gia tăng, ranh giới mặn – nhạt đang tiến sâu về phía nội địa; mực nước ngầm có xu thế ngày càng hạ thấp trong mùa kiệt ở cả hai tầng chứa nước.

Từ khóa: Xâm nhập mặn, tầng chứa nước, nước dưới đất.

1. GIỚI THIỆU

Vị trí nghiên cứu được hình thành trên các thành tạo địa chất và địa hình qua mỗi tương tác biển – lục địa trong thời kỳ Đệ Tứ. Đồng bằng ven biển Hà Tĩnh giới hạn từ 17⁰57' – 18⁰46' vĩ Bắc và từ 105⁰33' – 106⁰30' kinh Đông. Phía Bắc được giới hạn bởi sông La và sông Lam, phía Nam được chắn bởi Đèo Ngang, phía Đông tiếp giáp với Biển Đông có đường bờ biển dài 137km và phía Tây là phần diện tích vùng trung du đến mức địa hình 25m. Khu vực có diện tích tự nhiên khoảng 1.500km² và tồn tại 3 tầng chứa nước chính thuộc trầm tích Đệ Tứ là tầng Holocen thượng (qh2), Holocen hạ (qh1) và tầng Pleistocen (qp) (Bộ Công nghiệp, 1995).

Do Hà Tĩnh có địa hình hẹp và dốc nghiêng dần từ Tây sang Đông, đồi núi chiếm gần 80% diện tích, đồng bằng có diện tích nhỏ, bị chia cắt bởi các dãy núi, sông suối ngắn, uốn khúc nhiều, độ dốc lớn, lưu vực nhỏ nên mùa mưa nước đổ dồn xuống các thung lũng chảy về các cửa sông, cửa lạch, kết hợp với triều cường làm cho vùng ven sông, ven suối và những vùng thấp trũng ở hạ du thường bị ngập úng và mặn

hóa, tác động không nhỏ tới quá trình khai thác, sử dụng nguồn nước của khu vực (Bộ Công nghiệp, 1995; Nguyễn Văn Dân & nnk., 1996). Ngược lại, về mùa khô, mực nước các sông xuống thấp, rất khó khăn cho việc lấy nước phục vụ sản xuất và sinh hoạt, do đó nước dưới đất (NDD) bị khai thác sử dụng nhiều làm giảm trữ lượng và chất lượng nước.

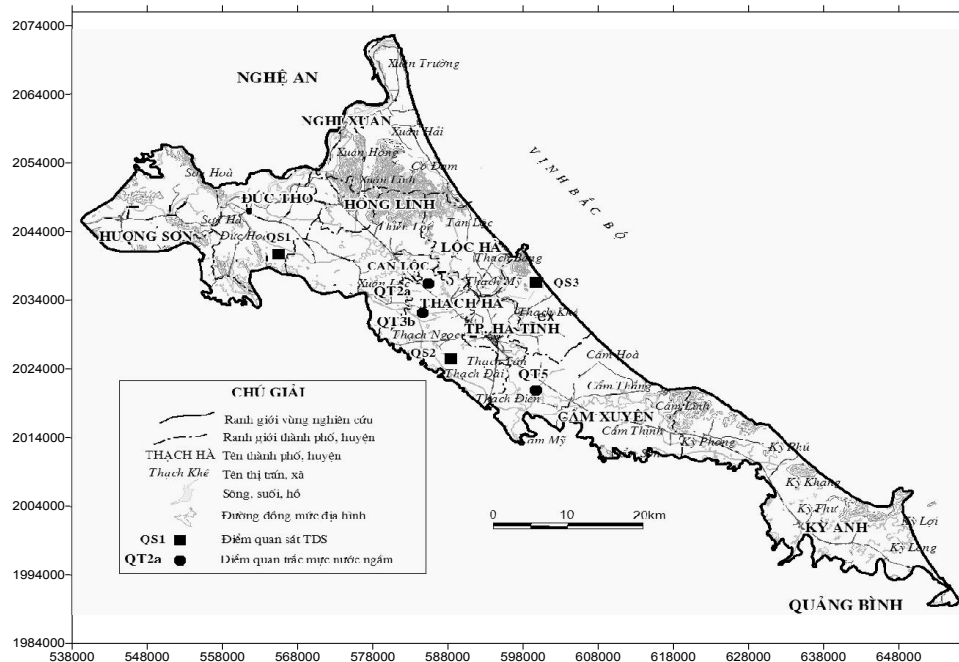
Trên địa bàn nghiên cứu hiện có tổng số 13 nhà máy nước phục vụ các đô thị và vùng phụ cận, với tổng công suất là 56.500 m³/ngày đêm. Theo định hướng và mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh đến năm 2020 tầm nhìn 2030, nhu cầu sử dụng nước cho công nghiệp, sinh hoạt và các mục đích khác không ngừng tăng lên, đồng nghĩa với việc tăng lượng khai thác gây nên sự thiếu hụt về nguồn cung và làm giảm chất lượng nguồn nước. Mặt khác, việc khai thác và sử dụng nước trong vùng như hiện nay chưa được hợp lý và đúng kỹ thuật, đã làm cho nhiều nơi có biểu hiện cạn kiệt thể hiện bởi sự xâm nhập mặn (XNM) tăng cao, đặc biệt là nước trong các trầm tích Đệ Tứ. Theo tài liệu của Sở Tài nguyên - Môi trường Hà Tĩnh (2013) cho thấy, hiện nay nước mặn đã lấn sâu vào các sông ven biển của tỉnh trên 10 km và nước biển cũng cao hơn 10 năm trước làm cho sự xâm

¹ Viện Địa chất và Địa vật lý Biển.

² Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

mặn ngày càng mở rộng. Trên 80% giếng khơi mới đào 2 năm gần đây ở vùng giáp biển đã bị nhiễm mặn không sử dụng được. Do đó, việc nghiên cứu xâm nhập mặn đến các tầng chứa

nước (TCN) dưới đất nhằm đề xuất các biện pháp giảm thiểu các tác động này là hết sức cần thiết bảo đảm cho sự phát triển bền vững của khu vực.



Hình 1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp mô hình số trong nghiên cứu địa chất thủy văn (ĐCTV) và lan truyền ô nhiễm môi trường nước được sử dụng khá rộng rãi trên thế giới và Việt Nam. Công ty Waterloo – Canada đã xây dựng và thương mại hóa bộ phần mềm Visual Modflow gồm các modul Modflow mô phỏng dòng chảy trong không gian ba chiều, modul Flowspath mô phỏng trường vận tốc của nước dưới đất, modul MT3D mô phỏng quá trình di chuyển vật chất trong môi trường NĐĐ, modul Zone Budget cho tính toán cân bằng nước. Các modul này được xây dựng trên cơ sở giải bài toán mô hình dòng chảy và bài toán lan truyền vật chất bằng phương pháp sai phân hữu hạn. Cơ sở toán học của hai bài toán này được tóm tắt như sau (Herbert F. Wang *et al.*, 1982; Mary P. Anderson *et al.*, 1992; Nilson Guiguer

et al., 2004):

2.1 Bài toán mô hình dòng chảy:

Mô hình hoá quá trình thấm của NĐĐ là phương pháp thực nghiệm để giải các bài toán động lực học NĐĐ. Bài toán tổng quát là xác định lưu lượng dòng thấm và sự phân bố áp lực trên toàn bộ miền chuyển động của NĐĐ theo phương trình:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

Trong đó: K_{xx} , K_{yy} , K_{zz} : các hệ số thấm theo các hướng x, y và z; h: cốt cao mực nước tại vị trí (x, y, z) ở thời điểm t; W: là giá trị bổ cập (giá trị +) hoặc giá trị thoát đi (giá trị -) của NĐĐ trên một đơn vị diện tích; S_s : là hệ số nhà nước đàn hồi của tầng chứa nước có áp. S_s được thay thế bằng S_y nếu là tầng chứa nước không áp; S_s

= $S_s(x,y,z), K_{xx} = K_{xx}(x,y,z), K_{yy} = K_{yy}(x,y,z), K_{zz} = K_{zz}(x,y,z)$ các hàm phụ thuộc vào vị trí không gian x,y,z .

Với các điều kiện biên:

+ Điều kiện biên loại I: là điều kiện biên mực nước được xác định (biên Dirichlet) $H = h(t)$;

+ Điều kiện biên loại II: là điều kiện biên dòng chảy được xác định (biên lưu lượng Neuman) $Q = q(t)$;

+ Điều kiện biên loại III: là điều kiện biên lưu lượng trên biên phụ thuộc vào mực nước hay áp lực (biên hỗn hợp Cauchy) $Q = f(H)$.

2.2. Bài toán mô hình lan truyền vật chất

Phương trình đạo hàm riêng mô tả quá trình lan truyền vật chất trong môi trường nước dưới đất được thể hiện bởi phương trình:

$$D_{xx} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_{yy} \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + V_x \frac{\partial C}{\partial x} + V_y \frac{\partial C}{\partial y} + Q = R \frac{\partial C}{\partial t} \quad (2)$$

Trong đó: D_{xx}, D_{yy} : là hệ số phân tán thủy động lực theo hướng x, y ($m^2/ngđ$); C : nồng độ vật chất trong nước (g/l); Q : lượng vật chất hòa tan sinh ra hoặc bị hấp thụ (g/l); R : hệ số chậm trễ, biểu thị mức độ ảnh hưởng của quá trình lan truyền nhiệt vật chất do bị hấp thụ hoặc phóng thích; t : thời gian (s); V_x, V_y : vận tốc của dòng nước ($m/ngđ$) và được tính như sau: $V_x = \frac{q_x}{n}$ và $V_y = \frac{q_y}{n}$ (với q_x, q_y : là lưu lượng đơn vị theo hướng x và y ($m/ngđ$); n : độ lỗ rỗng).

Phương trình trên chỉ có lời giải duy nhất khi có đầy đủ các điều kiện ban đầu và điều kiện biên được mô tả như sau:

- Điều kiện ban đầu: phân bố nồng độ chất ô nhiễm đang xem xét vào thời điểm tùy ý $t = t_0$ tại một vị trí trong miền tính toán là $C = C_0(x, y)$.

- Các điều kiện biên có thể là một hoặc đồng thời các dạng sau:

+ Biên Dirichle (biên có nồng độ đã biết): $C = C_c$ trên đường biên Γ_c ;

+ Biên Neumann (biên Gradient nồng độ pháp tuyến với đường biên đã biết): $q = \frac{\partial C}{\partial n}$

trên đường biên Γ_{qc} ;

+ Biên Cauchy (biên dòng vật chất khuếch tán – lồi cuốn pháp tuyến với biên đã biết):

$$q - v_n C - D_n \frac{\partial C}{\partial n} \text{ trên đường biên } \Gamma_{qvc}.$$

Với sự di chuyển của NĐĐ sẽ kéo theo sự phân bố lại nồng độ các chất hòa tan và sự phân bố này dẫn tới thay đổi miền mật độ từ đó tác động lên dòng chảy ngầm. Do đó, dòng chảy ngầm và lan truyền vật chất hòa tan trong tầng chứa nước là hai quá trình gắn với nhau, chính vì thế hai bài toán (1) và (2) phải được giải cùng với nhau.

Cho đến nay, hai bài toán (1) và (2) đã được giải khá hoàn chỉnh theo phương pháp sai phân hữu hạn hoặc phần tử hữu hạn. Nhiều phòng thí nghiệm ĐCTV trên thế giới đã lập trình hai bài toán trên để tính mô hình dòng chảy và dự báo lan truyền vật chất ứng dụng trong nghiên cứu ĐCTV và giải quyết các bài toán dự báo ô nhiễm. Trong báo cáo này để tính toán dự báo lan truyền nhiễm mặn các tác giả sử dụng sản phẩm phần mềm Visual Modflow của công ty Wetertoo – Canada trong các tính toán của mình (Nilson Guiguer *et al.*, 2004). Đây là phần mềm hiện nay được sử dụng khá rộng rãi trong tính toán mô hình ĐCTV ở Việt Nam.

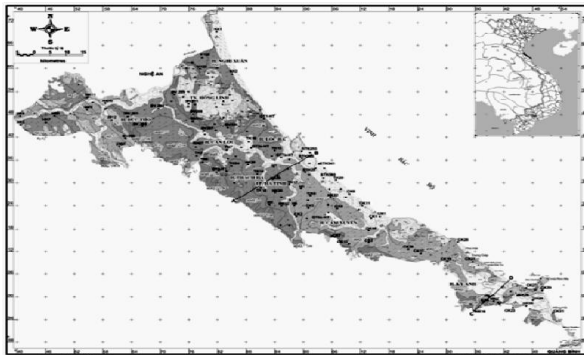
Cơ sở để đánh giá quá trình xâm nhập mặn của nước biển vào các tầng chứa nước, ở đây chúng tôi sử dụng chỉ tiêu độ tổng khoáng hóa của nước (ký hiệu là M) là tổng lượng các chất khoáng có trong thành phần của nước. Nước dưới đất là siêu nhạt khi $M < 0,2g/l$; nhạt $M \approx (0,2 - 1,0g/l)$; lợ $M \approx (1,0 - 3,0g/l)$ và mặn $M > 3,0g/l$.

3. THIẾT LẬP MÔ HÌNH

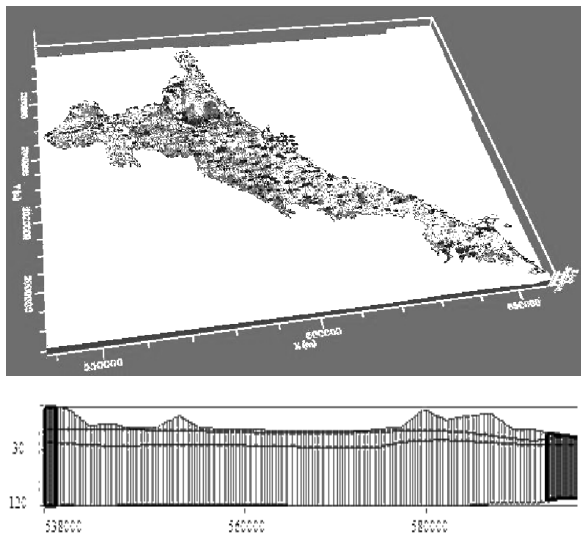
Khu vực nghiên cứu được chia bước lưới đều dưới dạng các ô lưới gồm 372 hàng và 480 cột với kích thước bước lưới là 250m x 250m. Trên

sơ đồ tính toán của mô hình thể hiện hình dạng không gian của miền thấm, điều kiện ranh giới và điều kiện ban đầu, chiều sâu mực nước ngầm và mực áp lực. Xuất phát từ sơ đồ địa chất công trình và địa chất thủy văn (Đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước 2F, 2005), khu vực nghiên cứu được mô phỏng miền thấm trong môi trường 3 lớp tương ứng với các tầng chứa nước như sau (Hình 3):

- + Lớp 1: Mô phỏng tầng chứa nước trong trầm tích Holocen thượng (qh2);
- + Lớp 2: Mô phỏng tầng chứa nước trong trầm tích Holocen hạ (qh1);
- + Lớp 3: Mô phỏng tầng chứa nước trong trầm tích Pleistocen (qp).



Hình 2. Sơ đồ ĐCTV khu vực nghiên cứu



Hình 3. Sơ đồ hóa các tầng chứa nước trên bình đồ và trên mặt cắt

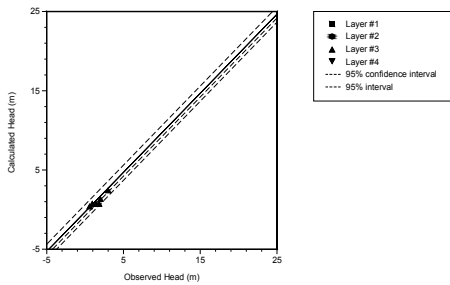
Bề mặt lớp đầu tiên của mô hình dựa trên bản đồ địa hình khu vực, có tỷ lệ 1:50.000 hệ tọa độ VN2000. Các điều kiện biên của mô hình bao gồm: điều kiện biên áp lực và nồng độ không đổi (loại I) được thiết lập đối với đường bờ biển với $H = 0m$ và $C_0 = 29 g/l$; điều kiện biên được xác định trước, trường hợp không có dòng chảy thì lưu lượng được xác định bằng 0 (loại II) xác lập cho vùng biên nằm ngoài vùng nghiên cứu; điều kiện biên lưu lượng trên biên phụ thuộc vào sự thay đổi của áp lực (loại III) xác lập đối với hệ thống sông chính trong khu vực, gồm sông La, sông Nghèn, sông Quyền và sông Rác. Dữ liệu giá trị bổ cập được xác định trên cơ sở tài liệu về lượng mưa và bốc hơi.

4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

4.1. Hiệu chỉnh mô hình

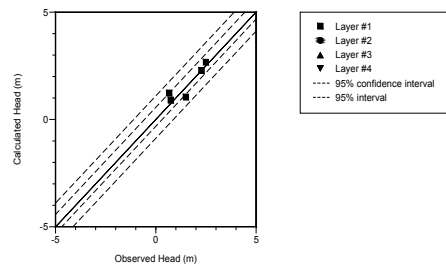
Mô hình được chỉnh lý bằng bài toán nghịch, được chia thành 36 bước thời gian, mỗi thời gian là 10 ngày tương ứng với đặc trưng động thái NĐĐ trong năm. Thời gian chỉnh lý từ tháng 4/2014 ÷ 5/2015. Nội dung của bài toán là xác định điều kiện biên và hệ số nhả nước theo các bước thời gian khác nhau. Điều kiện cần là phải có số liệu về sự thay đổi điều kiện cung cấp và thoát cũng như sự thay đổi NĐĐ trong vùng nghiên cứu theo thời gian. Bài toán chỉnh lý này được thực hiện theo phương pháp lặp. Dữ liệu dùng để hiệu chỉnh mô hình có sử dụng kết quả quan trắc động thái NĐĐ tại 03 lỗ khoan quan trắc Quốc gia (Bảng 1) trong thời gian từ tháng 10/2013 đến tháng 12/2014.

Điều kiện biên và các thông số ĐCTV được hiệu chỉnh qua từng bước. Độ tin cậy của mô hình phản ánh qua sai số giữa cốt cao mực nước thực tế và trên mô hình tại 3 điểm kiểm tra. Kết quả kiểm tra: Sai số trung bình ME = 0,345m; Sai số tuyệt đối trung bình MAE = 0,165m; Sai số trung bình quân phương RMS = 0,172m; Sai số quân phương tiêu chuẩn bằng 5%. Xác lập được bản đồ mực nước ban đầu từ kết quả tính toán thực tế (Hình 4).



Max. Residual: -0.741 (m) at TK16/TK16
 Min. Residual: 0.032 (m) at HK29/HK29
 Residual Mean: -0.328 (m)
 Abs. Residual Mean: 0.395 (m)

Num. of Data Points: 10
 Standard Error of the Estimate: 0.112 (m)
 Roof Mean Squared: 0.469 (m)
 Normalized RMS: 19.533 (%)
 Correlation Coefficient: 0.888

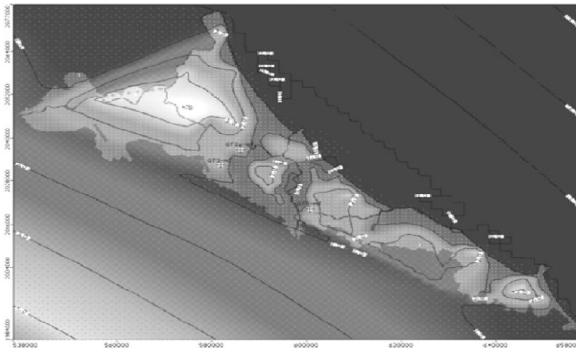


Max. Residual: 0.576 (m) at QT68-HT/QT88-HT
 Min. Residual: -0.046 (m) at V121/V121
 Residual Mean: 0.101 (m)
 Abs. Residual Mean: 0.29 (m)

Num. of Data Points: 5
 Standard Error of the Estimate: 0.165 (m)
 Roof Mean Squared: 0.345 (m)
 Normalized RMS: 17.976 (%)
 Correlation Coefficient: 0.903

Hình 2. Mối tương quan mực nước tính toán và thực tế tầng chứa nước qh

Hình 3. Mối tương quan mực nước tính toán và thực tế tầng chứa nước qp



Hình 4. Mực nước ban đầu tính toán trên mô hình

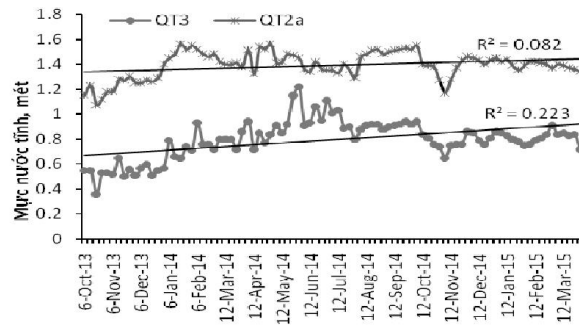
Bảng 1: Vị trí một số lỗ khoan quan trắc tại khu vực nghiên cứu

STT	Tên giếng	X	X
1	QT3	581821.44	2032431.83
2	QT5	600699.70	2020075.30
3	QT2a - HT	586120.48	2036670.30

4.2. Diễn biến xâm nhập mặn vào các tầng chứa nước

Kết quả quan trắc mực nước tại lỗ khoan QT3 trong tầng qh và QT2a trong tầng qp thuộc mạng lưới quan trắc Quốc gia cho thấy, trong giai đoạn từ tháng 9/2014 -3/2015 mực nước ngầm có xu thế ngày càng hạ thấp trong cả hai tầng chứa nước (Hình 5), thời điểm giảm mực nước thường vào tháng 10 và 11 hàng năm (trong giai đoạn này, hiện tượng ENSO đang ở trạng thái trung gian nhưng nghiêng hơn về pha nóng; mặt khác, do nắng nóng kéo dài, nhiệt độ ở mức cao hơn so với TBNN từ 0,5 – 1,0⁰C; mưa lớn xuất hiện từ giữa tháng 6 đến cuối

tháng 9/2014, tổng lượng mưa thiếu hụt khoảng 10 – 40% so với TBNN, khả năng xuất hiện El Nino trong mùa đông xuân 2014 – 2015 khá cao). Nước trong tầng qh chủ yếu được cung cấp từ nước mưa nên mực nước ngầm có quan hệ tuyến tính lượng mưa và biến động rõ rệt hơn với mực nước trong tầng qp.



Hình 5. Suy giảm mực nước dưới đất trong giai đoạn 2014 – 2015

Khu vực nghiên cứu nằm tiếp giáp với biển, có nhiều cửa sông ven biển nên các tầng chứa nước khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của chế độ thủy triều và quá trình xâm nhập mặn. Theo các kết quả điều tra, đánh giá về diễn biến xâm nhập mặn thời gian qua cho thấy rằng, các tầng chứa nước ở đây đều bị ảnh hưởng bởi xâm nhập của nước biển (Hình 6 và 7).

4.2.1. Xâm nhập mặn tầng qh

Tổng độ khoáng hóa của nước trong tầng qh2 đa phần khoảng từ 0,1 – 1,0g/l tức là từ loại siêu nhạt đến nhạt (Bộ Công nghiệp, 1995). Phân bố mặn lớn hơn chủ yếu ở hai khu vực, khu vực phía bắc của vùng do tác động của nước sông

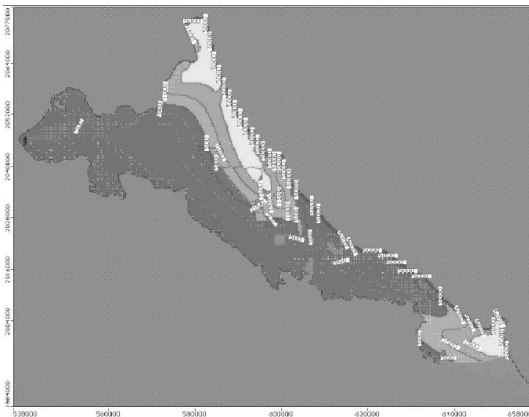
La và vùng trung tâm đồng bằng gồm địa phận các huyện Lộc Hà, Thạch Hà, TP Hà Tĩnh, Can Lộc và bắc huyện Cẩm Xuyên với diện tích có độ tổng khoáng hóa bằng 1g/l chiếm khoảng 550km². Nước trong tầng này có quan hệ thủy lực với nước hồ, nước sông và tầng chứa nước bên dưới nên ranh giới mặn – nhạt thường tuân theo quy luật, mùa mưa chúng bị đẩy ra sát biển và mùa khô xâm nhập mặn tiến sâu vào đất liền.

Tầng qh1 có nước thuộc loại từ rất nhạt đến lợ, ở phần giáp biển thuộc loại lợ M = 1,0 – 3,0g/l. Do đặc điểm của các tầng chứa nước nằm nông, lớp cách nước có nguồn gốc sông – biển bên trên mỏng (có nơi chỉ dày 0,5m), khi triều cường nước biển vào sâu, ảnh hưởng đến tầng qh1. Dọc theo sông Gia Hội (Cẩm Xuyên) với chiều dài khoảng 12km tính từ biển, nước bị nhiễm mặn, đặc biệt, ven sông Cái (Thạch Hà) nước mặn đã vào sâu đến 22km.

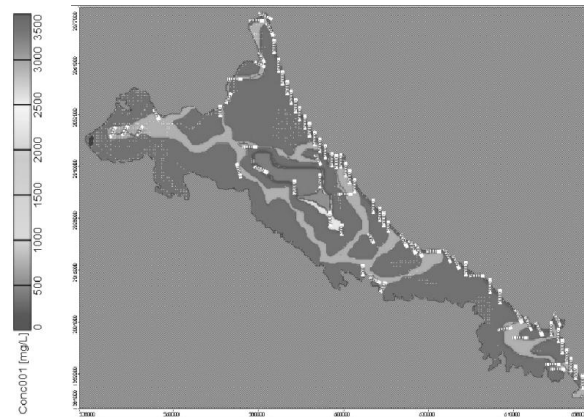
4.2.2. Xâm nhập mặn tầng qđ

Tầng qđ bị nhiễm mặn chủ yếu ở các khoảnh nằm dọc theo các sông bị ảnh hưởng bởi thủy triều và rải rác ở một số giếng nằm gần biển (Nguyễn Văn Đán *nnk.*, 1996; Đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước 2F, 2005). Giá trị M trong tầng qđ biến đổi trong khoảng từ 0,04 - 2,92g/l, tức là nước trong tầng thay đổi từ siêu nhạt đến lợ.

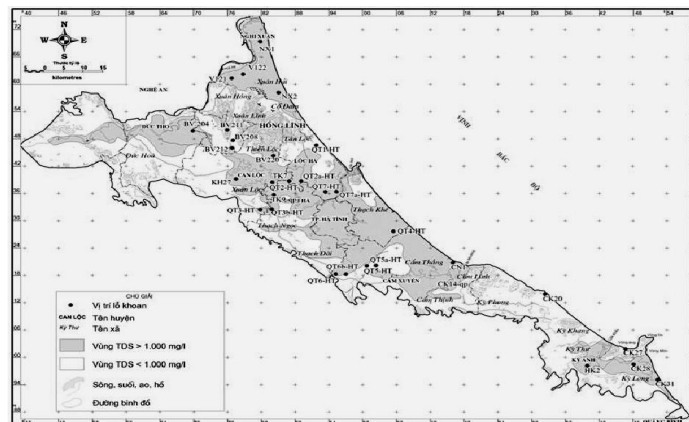
Dưới tác động của nước biển qua quá trình lan truyền mặn từ nước sông, khu vực từ Xuân Trường (Nghị Xuân) qua thị trấn Đức Thọ đến thị trấn Phố Châu (Hương Sơn), nước trong tầng qđ đã bị nhiễm mặn thành một dải dọc theo sông La và sông Ngàn Phố với diện tích 174km². Phần diện tích trải dài từ vùng đồng bằng Can Lộc, Thạch Hà đến Cẩm Xuyên với 523km² và vùng Kỳ Anh 70 km² nước trong tầng qđ bị nhiễm mặn.



Hình 6. Sơ đồ phân bố mặn - nhạt tầng qđ thời điểm tháng 5/2014



Hình 7. Sơ đồ phân bố mặn – nhạt tầng qđ thời điểm tháng 5/2014



Hình 8. Sơ đồ hiện trạng nhiễm mặn tầng qđ thời điểm tháng 5/2014

Trong thời gian quan trắc từ năm 2013 – 2015 và có sự so sánh với các tài liệu khác cho thấy, dưới tác động của nước biển xâm nhập sâu vào nội địa qua các con sông ven biển như sông Hạ Vàng, sông Rác và sông Vịnh, đồng thời với TCN nằm sâu, chịu tác động mạnh mẽ của nước biển nên nước ngầm bị nhiễm mặn đáng kể, đặc biệt vào mùa khô hạn, ranh giới mặn - nhạt (đường đẳng trị độ mặn $M = 1g/l$) đã dịch chuyển vào phía đất liền từ 100 - 120m như khu vực đông bắc huyện Đức Thọ, phía Bắc thị xã Hồng Lĩnh và vùng Kỳ Khang (Kỳ Anh) và đến 250m tại khu vực Thạch Mỹ (Thạch Hà) (Phan Văn Trường *nnk.*, 2013). Nhiều giếng khoan vào mùa khô nước bị mặn không sử dụng được cho sinh hoạt, điển hình như vùng Cẩm Thịnh (Cẩm Xuyên), Thạch Tân (Thạch Hà) và phần sâu các dải dọc ven biển.

5. KẾT LUẬN

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Công nghiệp, (1995). *Thuyết minh bản đồ nước dưới đất tỉnh Hà Tĩnh tỷ lệ 1:200.000*.
- Nguyễn Văn Dân *nnk.*, (1996). *Nước dưới đất các đồng bằng ven biển Bắc Trung Bộ*, Hà Nội.
- Đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước 2F, (2005). *Báo cáo lập bản đồ địa chất thủy văn – địa chất công trình vùng Cẩm Xuyên – Kỳ Anh, Hà Tĩnh*.
- Phan Văn Trường, Nguyễn Xuân Tằng, Dương Văn Nam, Nguyễn Đức Núi, (2013). “*Đặc điểm xâm nhập mặn nước dưới đất trong các trầm tích Đệ tứ vùng ven biển Hà Tĩnh*”, Tuyển tập báo cáo khoa học HNKH Địa chất biển toàn quốc lần thứ 2, tr. 612-620.
- Herbert F. Wang, William W. Woessner, (1982). *Introduction to Groundwater Modelling*. Academic Press, Inc., New York.
- Mary P. Anderson, William W. Woessner (1992), *Applied Groundwater Modeling*. Academic Press, Inc., New York.
- Nilson Guiguer and Thomas Franz, (2004), Visual Modflow, *Waterflow Hydrogeologic Software*, Toronto.

Abstract:

SALINE INTRUSION INTO THE AQUIFERS IN QUATERNARY SEDIMENTS COASTAL PLAIN HA TINH PROVINCE

The paper presents research results salinization coastal plain area Ha Tinh, here, demand for water is increasing, cause negative impacts affecting volume and quality the groundwater, especially ability the sea salt intrusion of into aquifer in Quaternary sediments. Results monitoring during the year 2014 - 2015 show that groundwater strongly influenced by tidal regime and the salt water intrusion from the sea; salinization growing, boundary salty - pale is advancing toward inland; groundwater levels increasingly tend to lower than in the dry season in both aquifers.

Keywords: Saltwater intrusion, aquifer, groundwater.

BBT nhận bài: 17/6/2015

Phản biện xong: 08/9/2015