Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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

Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng mưa và nước sông, biển đến tầng chứa nước Holocen tỉnh Thái Bình

Trần Thị Thanh Thủy [1,*], Phạm Khánh Huy [1], Trần Vũ Long [2], Phạm Hoàng Anh [3]

[1] *Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*
[2] *Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*
[3] *Trung tâm Nghiên cứu Môi trường Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
Nhận bài 15/1/2018
Chấp nhận 20/3/2018
Đăng online 28/6/2018

Từ khóa:
Tầng chứa nước
Bổ cập
Trữ lượng
Thái Bình

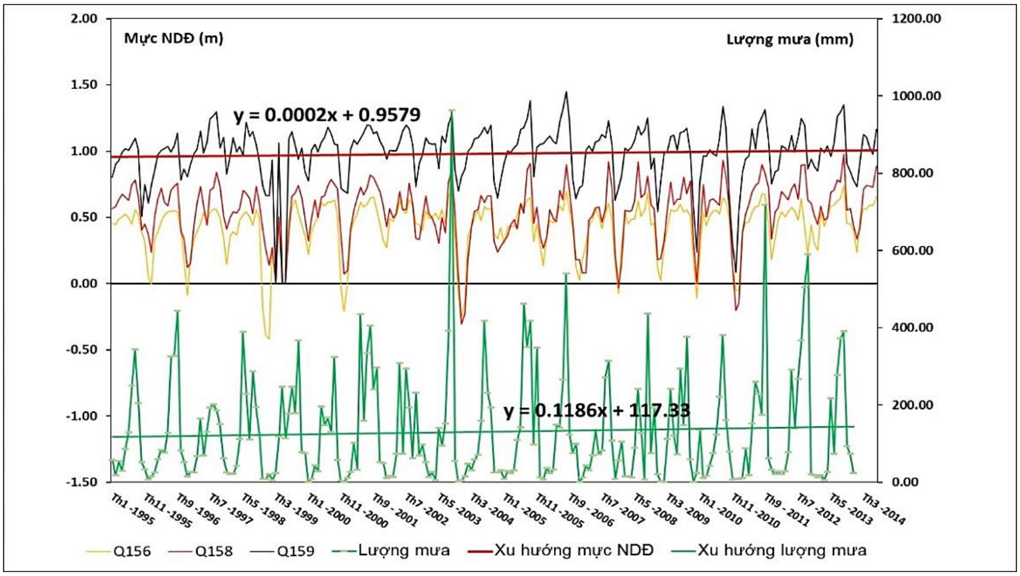
TÓM TẮT

Thái Bình là một tỉnh ven biển của đồng bằng sông Hồng, nơi có tầng chứa nước (TCN) Holocen được phân bố với đặc điểm thủy địa hóa phức tạp, khu vực nước mặn, lợ và nhạt đan xen. Tầng chứa nước này chịu ảnh hưởng trực tiếp của nước mưa, tổng lượng nước tính toán bổ cập vào TCN là 345.460 m^3/ng. Bên cạnh đó tầng chứa nước còn chịu ảnh hưởng của thủy triều và nước sông, dao động của mực nước trong TCN đồng pha với lên xuống của thủy triều trong phạm vi 1,5 ÷ 3,0 km so với đường bờ. Tổng lượng nước bổ cập từ nước sông, biển cho TCN là 300 m^3/ngày. Do có sự bổ cập của của nước mưa, nước sông đã góp phần vào quá trình rửa mặn cho TCN, theo tính toán diện tích vùng nước mặn trên toàn tỉnh thu hẹp khoảng 180 km^2, từ 700,5 km^2 năm 1996 xuống 521,1 km^2 như hiện nay. Dựa vào mô hình VISUAL MODFLOW kết hợp phần mềm SEAWAT, dự báo đến năm 2100, với tốc độ gia tăng về lượng mưa, sự dâng lên của mực nước sông, biển như hiện nay, ranh giới mặn – nhạt của TCN thay đổi, diện tích vùng nước mặn tiếp tục được thu hẹp khoảng 103,5 km^2 và trữ lượng nước nhạt trên toàn tỉnh đạt khoảng 860 triệu m^3.

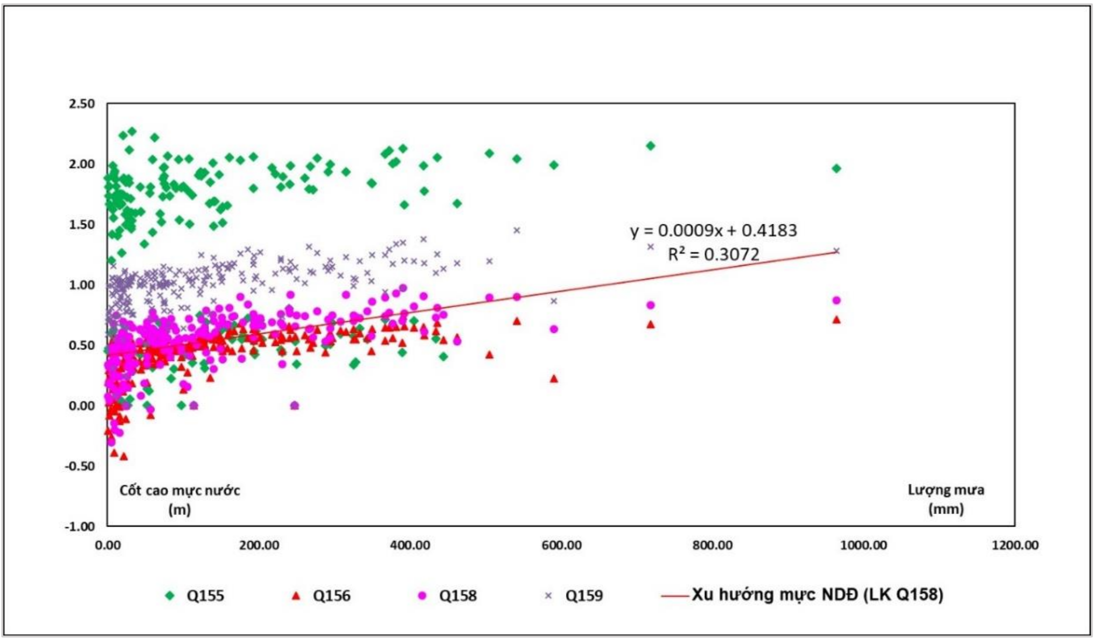
1. Mở đầu

Thái Bình là một tỉnh ven biển nằm trong vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng, được bao bọc bởi hệ thống sông, biển khép kín. Đặc điểm này đã tác động trực tiếp đến trữ lượng và chất lượng tài nguyên nước dưới đất của tỉnh. Tầng chứa nước Holocen là TCN trên cùng, gần như phủ kín toàn bộ diện tích của tỉnh với diện tích khoảng 1.200 km^2 có chiều dày không đồng đều, rất mỏng ở phía Bắc - Tây Bắc và tăng dần về phía Nam - Đông Nam, bề dày trung bình thay đổi từ 5 ÷ 25 m. Đây là TCN không áp với mực nước thay đổi theo mùa, trung bình từ 1 ÷ 2 m. Chất lượng nước biến đổi phức tạp, khu vực nước nhạt và nước lợ, mặn phân bố đan xen nhau (Lại Đức Hùng, 1996). Hiện nay TCN này là một trong những nguồn cung cấp nước chính phục vụ cho các mục đích kinh tế và dân sinh. Do là TCN có quan hệ trực tiếp với nước mưa, nước sông, biển nên việc nghiên cứu sự biến đổi chất lượng và trữ lượng theo thời gian cần

*Tác giả liên hệ
E-mail: tranthithanhthuy@humg.edu.vn



Hình 1. Đồ thị biến thiên của lượng mưa với mực nước TCN Holocen theo thời gian.



Hình 2. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa lượng mưa với cốt cao mực nước TCN Holocen.

được quan tâm, đặc biệt trước tác động của Biến đổi khí hậu và nước biển dâng hiện nay nhằm bảo vệ, quy hoạch khai thác và sử dụng hợp lý hoạt động phát triển kinh tế của khu vực.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

TCN Holocen khu vực tỉnh Thái Bình, vai trò của lượng mưa, sông, biển tới sự hình thành trữ lượng, chất lượng của tầng chứa nước.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

+ Thu thập tài liệu: các số liệu quan trắc về lượng mưa, mực nước sông, biển, mực nước dưới đất của TCN Holocen theo thời gian.

+ Khảo sát thực địa: quan trắc tự động mực nước dưới đất theo thời gian tại một số lỗ khoan ven sông, biển được lựa chọn nhằm bổ sung chuỗi số liệu thu thập và đánh giá mối quan hệ của nước sông, biển với nước dưới đất khu vực ven bờ.

+ Phương pháp mô hình số VISUAL MODFLOW (Waterloo Hydrogeologic, 2012) kết hợp phần mềm SEAWAT (Christian D. Langevin et al, 2008): mô phỏng dòng chảy cho TCN bằng mô hình MODFLOW và dự báo sự thay đổi mực nước dưới đất và dịch chuyển ranh giới mặn - nhạt TCN trước ảnh hưởng của lượng mưa và nước sông, biển theo thời gian bằng phần mềm SEAWAT.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của lượng mưa đến tầng chứa nước Holocen

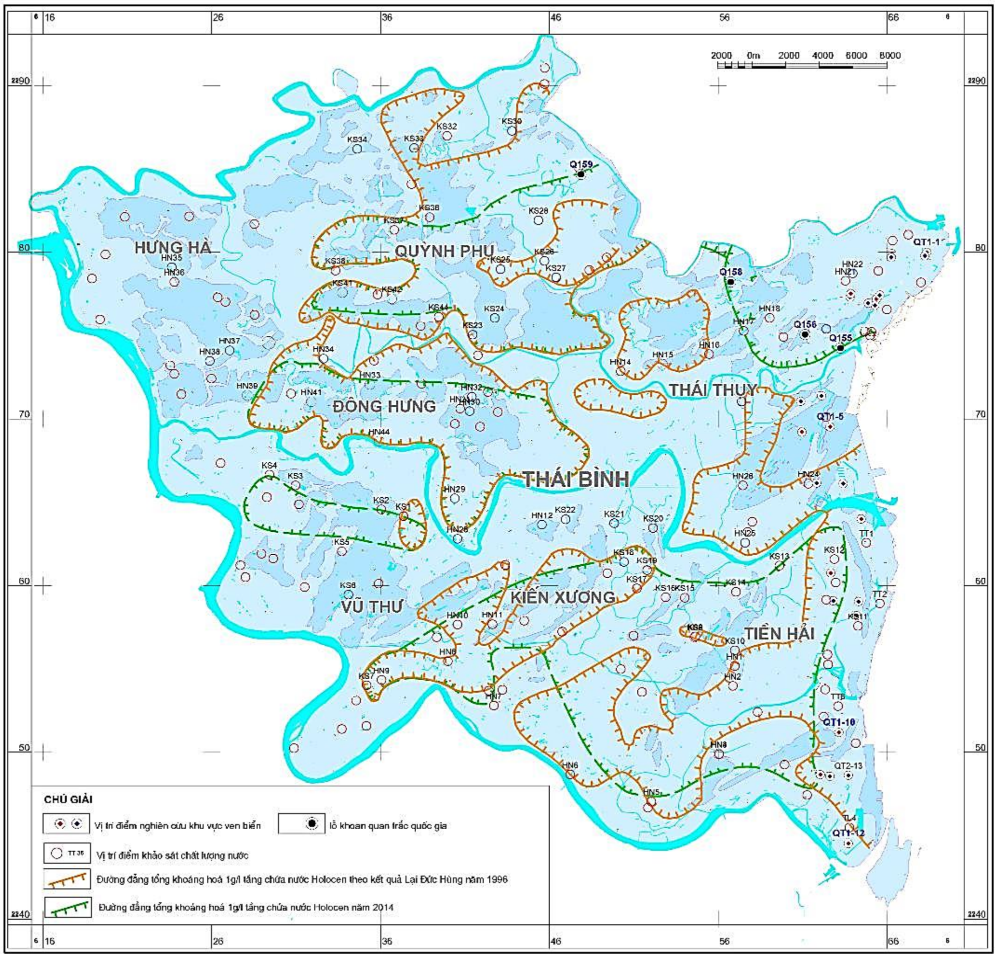
Căn cứ theo kết quả khảo sát thực địa cùng tài liệu thu thập từ Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước quốc gia, Trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia (Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước quốc gia, 2015; Trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia, 2015) nghiên cứu đã thiết lập mối quan hệ giữa lượng mưa và mực nước dưới đất theo thời gian trong giai đoạn từ năm 1995 đến 2014 (Hình 1) với mục đích xác định lượng đóng góp của nước mưa trong sự hình thành trữ lượng nước dưới đất.

Kết quả cho thấy dao động của mực nước dưới đất TCN Holocen trung bình tháng tại các lỗ khoan (LK) quan trắc Q155, Q156, Q158 và Q159 (Hình 3) có xu hướng tăng lên theo thời gian, biến đổi đồng đều với tổng lượng mưa quan trắc trung bình tháng. Dao động mực nước dưới đất với lượng mưa có quan hệ tuyến tính (Hình 2), được biểu diễn bằng phương trình tương quan $y = 0{,}0007x + 0{,}8867$, với hệ số tương quan $R^2 = 0{,}31$.

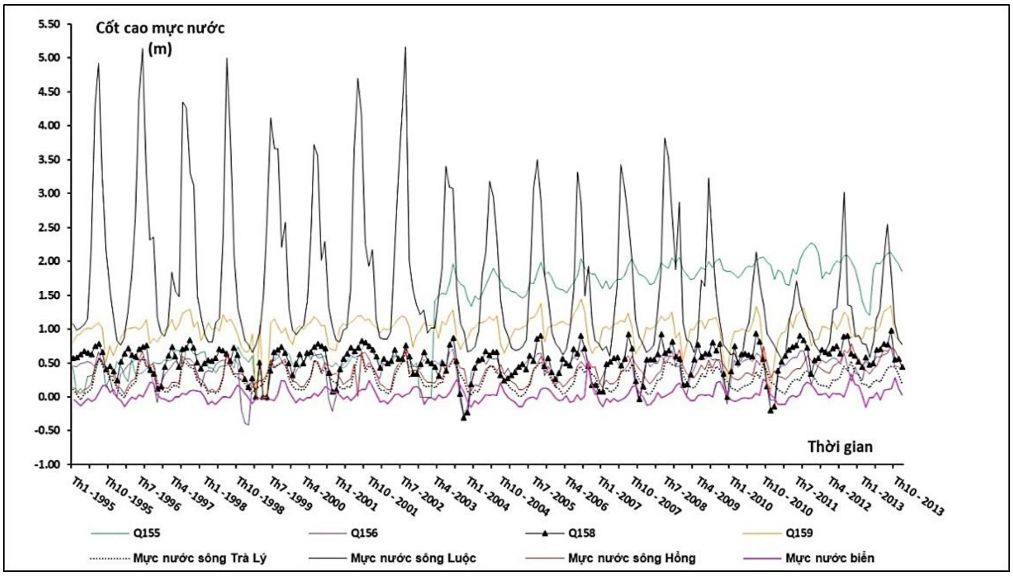
Lượng bổ cập của nước mưa cho TCN Holocen được xác định theo phương pháp của Bindeman và Healy & Cook theo công thức (1) (Richard W. Healy, 2002)

$$W = \frac{(H_1 - H_2)}{\Delta t}.\mu \quad (1)$$

Trong đó: Hệ số nhả nước trọng lực trung bình μ là 0,124. H_1, H_2 là cốt cao mực nước TCN



Hình 3. Ranh giới mặn - nhạt tầng chứa nước Holocen năm 1996 và năm 2014.



Hình 4. Đồ thị biến thiên mực nước sông, biển và tầng chứa nước Holocen theo thời gian.

Holocen trung bình tháng tại các lỗ khoan quan trắc của tỉnh Thái Bình liên tục theo thời gian từ 1995 - 2015. Lượng nước mưa bổ cập vào TCN Holocen đã tính toán được theo mùa như sau: Mùa mưa, lượng nước mưa bổ cập cho TCN tính toán 0,0003 ÷ 0,00032 m/ng, chiếm 25 ÷ 27% tổng lượng nước mưa năm. Vào mùa khô lượng nước lại mất đi ước tính thay đổi từ 0,000068 ÷ 0,000098 m/ng, chiếm khoảng 18 ÷ 26%. Tổng lượng nước bổ cập cho TCN từ nước mưa khoảng 345.460 m^3/ng. Tại khu vực Thụy Hà, Thái Thụy, dựa trên kết quả tính toán tại LK Q156, tốc độ gia tăng mực nước trung bình đến năm 2014 khoảng 0,038 m/năm; tại khu vực Quỳnh Phụ tốc độ khoảng 0,096 m/năm theo LK Q159.

So sánh với kết quả nghiên cứu đã thực hiện năm 1996 của tác giả Lại Đức Hùng (Lại Đức Hùng, 1996) với kết quả đánh giá hiện tại tới năm 2014 (Hình 3) cho thấy ranh giới mặn - nhạt trong TCN Holocen trên toàn bộ khu vực đã có sự thay đổi, diện tích vùng nước mặn được thu hẹp khoảng 180 km^2, từ 700,5 km^2 xuống còn 521,1 km^2 như hiện nay và phân bố tập trung hơn theo diện, đặc biệt với những vùng có khả năng thấm nước tốt và khu vực ven biển.

3.2. Ảnh hưởng của nước sông, biển đến TCN Holocen

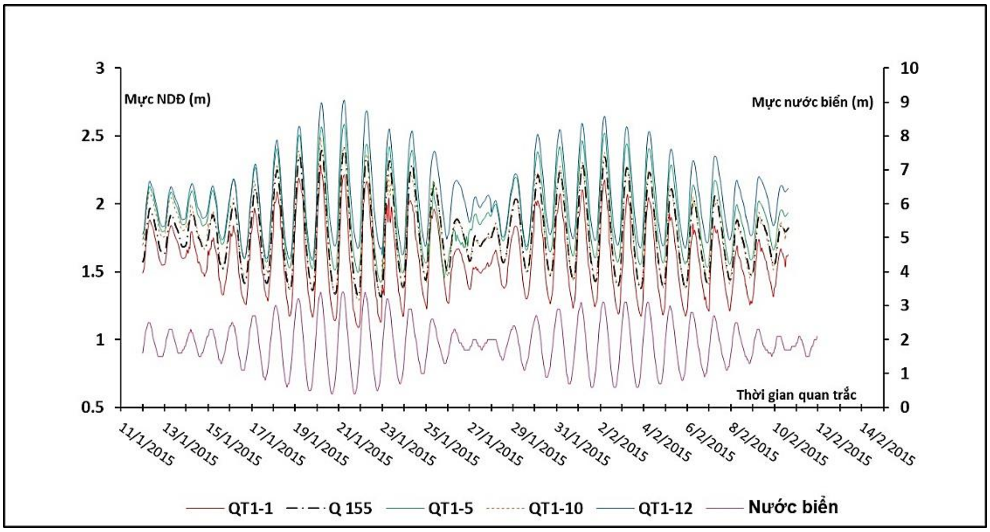
Tại khu vực nghiên cứu TCN Holocen có quan hệ trực tiếp với nước sông, biển. Dựa trên đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa mực nước sông, biển trên toàn tỉnh với TCN (Hình 4) cho thấy mực nước có dao động đồng pha tại hầu hết các vị trí quan trắc.

Ở phạm vi 1,5 ÷ 3,0 km so với đường bờ biển, dao động mực nước dưới đất đồng pha với dao động của mực nước biển trên toàn bộ chiều dài tuyến quan trắc từ Thái Thụy đến Tiền Hải. Điều này cũng thể hiện rõ trong số liệu thu thập tại lỗ khoan quan trắc quốc gia Q155. Vào sâu trong đất liền, mức độ ảnh hưởng của nước biển đến nước dưới đất giảm dần (Hình 5).

Lượng bổ cập từ nước sông, biển vào TCN Holocen được tính theo phương trình Đuypuy (2) (Đặng Hữu Ơn, 2003).

$$Q = K.\frac{h_1^2 - h_2^2}{2.L} \qquad (2)$$

Trong đó, h_1, h_2 là bề dày TCN tại các lỗ khoan quan trắc ở khoảng cách (L) giữa các lỗ khoan là 2,5 km đến 7,0 km. K là hệ số thấm trung bình của TCN, bằng 2,8 m/ng. Kết quả tính toán cho thấy lượng nước sông, biển bổ cập vào TCN thay đổi từ 0,000000882 đến 0,0000032 m^2/ng, tại vị trí gần sông, biển lượng bổ cập thường lớn hơn. Tổng lượng nước bổ cập cho TCN ước tính là 300 m^3/ngày. Việc bổ cập này làm gia tăng quá trình xâm nhập mặn tại các cửa sông ven biển như sông Hồng, sông Trà Lý và các khu vực ven biển. Tuy nhiên, tại các khu vực không chịu ảnh hưởng của sự xâm nhập của nước biển thì lượng bổ cập của nước sông đã góp phần rửa mặn cho TCN tại những khu vực ven sông như sông Hồng, sông Luộc, sông Trà Lý (Hình 3).



Hình 5. Đồ thị dao động mực nước TCN Holocen ở khoảng cách 1,5 ÷ 3,0 km so với bờ biển.

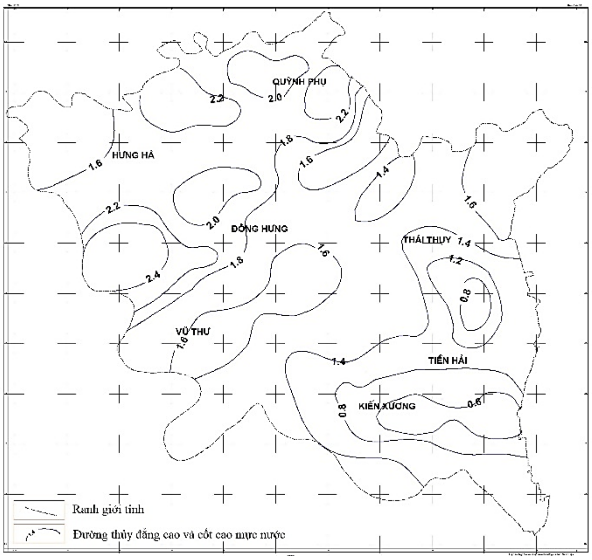
Bảng 1. Dự báo sự thay đổi của các nhân tố với điều kiện khí hậu, thủy văn tương lai.

TT	Nội dung	Hiện tại	2020	2060	2100
1	Diện tích sử dụng đất, km^2	462,672	539,784	616,896	694,008
2	Mực nước biển, cm	9	11	24	50
3	Lượng mưa, mm	1.790	1.830	1.970	2.120
4	Nhiệt độ, ^oC	23,1	23,4	24,5	25,3
5	Lượng bốc hơi, mm	840	865	1.025	1.260
6	Lượng bổ cập của nước sông, biển vào TCN Holocen, m^3/ng	300	327	849	1.120
7	Lượng bổ cập của nước mưa vào TCN Holocen, m^3/ngày	345.460	346.350	348.160	350.580

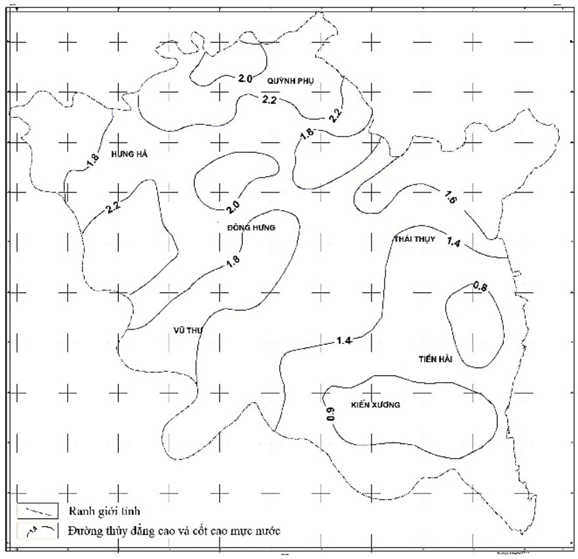
3.3. Dự báo tác động của lượng mưa và nước biển dâng đến TCN Holocen

Từ kết quả nghiên cứu vai trò của lượng mưa, nước sông, biển đến sự bổ cập cho TCN Holocen khu vực nghiên cứu, sử dụng mô hình VISUAL MODFLOW kết hợp với phần mềm SEAWAT để tính toán, dự báo ảnh hưởng của chúng đến tầng chứa nước trong tương lai đặc biệt trước tác động sự thay đổi khí hậu và dâng lên của nước biển như hiện nay. Để có cơ sở đánh giá tác động của chúng đến TCN này, nghiên cứu đã giả thiết cố định lưu lượng khai thác nước theo thời gian, các nhân tố khí tượng, thủy văn và lượng nước bổ cập được dự báo dựa trên kết quả đánh giá sự thay đổi của các yếu tố từ năm 1995 đến năm 2015 làm cơ sở dự báo xu thế của chúng trong tương lai đến năm 2100. Các giá trị đầu vào được tính toán dưới sự thay đổi của điều kiện khí hậu và sự dâng lên của mực nước sông, biển, hiện trạng sử dụng đất và lượng bổ cập cho TCN theo thời gian được trình bày trong Bảng 1.

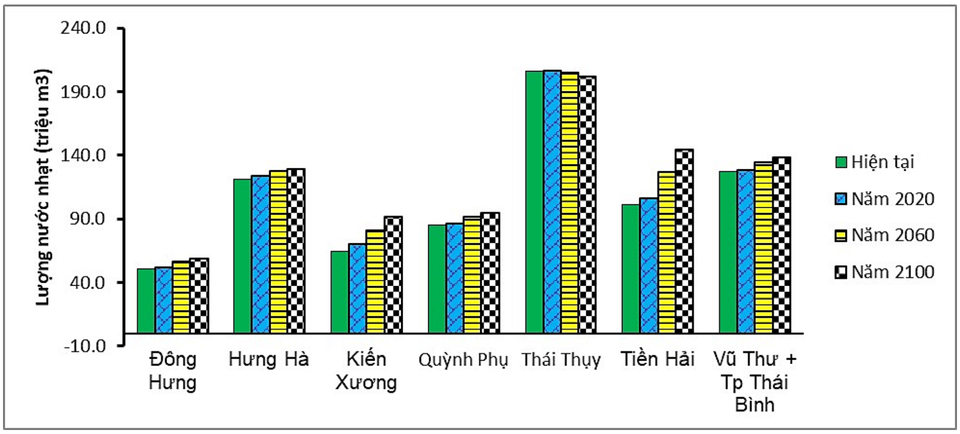
Kết quả mô hình dự báo theo sự thay đổi khí hậu và dâng lên của nước biển như hiện nay, mực nước TCN Holocen có xu hướng gia tăng ở khu vực phía Bắc của tỉnh do liên tục được bổ cập bởi nước mưa với mức tăng khoảng 0,2 ÷ 0,3 m tính đến năm 2100. Trong khi đó, tại khu vực phía Nam và ven biển Tiền Hải, mặc dù đang liên tục được khai thác sử dụng vì TCN Pleistocen bị mặn tuy nhiên do tác động liên tục bổ cập bởi nước mưa với lượng mưa gia tăng nhiều và nước mặt nên mực nước TCN Holocen ít thay đổi trong suốt thời gian dự báo của mô hình (Hình 6, 7). Từ kết quả mô hình dự báo sự thay đổi mực nước theo thời gian, sử dụng mô hình SEAWAT mô phỏng và ước tính sự thay đổi ranh giới mặn - nhạt TCN Holocen theo thời gian. Kết quả mô hình cho thấy TCN Holocen có xu hướng rửa mặn, đặc biệt ở khu vực ven sông Trà Lý thuộc Đông Hưng, Kiến Xương, Tiền Hải và ở khu vực bên trong đất liền với những vùng có khả năng thấm nước tốt. Trong đó, tại khu vực ven biển Thái Thụy, do chịu ảnh hưởng của nước biển và sự xâm nhập mặn từ nước biển vào cửa biển



Hình 6. Mực nước TCN Holocen năm 2060.



Hình 7. Mực nước TCN Holocen năm 2100.



Hình 8. Tài nguyên nước nhạt TCN Holocen dự báo theo xu thế biến đổi khí hậu hiện nay.

Thái Bình hay các cửa sông ven biển nên TCN Holocen bị nhiễm mặn vào sâu trong đất liền. Diện tích vùng nước mặn thay đổi từ 521,132 km^2 như hiện nay xuống còn 453,99 km^2 (năm 2060) và 417,64 km^2 (năm 2100). Tính đến năm 2100, TCN Holocen được rửa mặn khoảng 103,5 km^2 so với hiện nay.

Từ kết quả mô hình, nghiên cứu đã tính toán dự báo được trữ lượng tài nguyên nước nhạt của TCN Holocen trên toàn tỉnh đến năm 2100 ước đạt khoảng 860 triệu m^3, tăng 103,2 triệu m^3 so với hiện tại. Sự gia tăng lượng nước nhạt thay đổi tùy thuộc vào các huyện trong tỉnh và theo thời gian, chi tiết trên Hình 8.

4. Kết luận

Tầng chứa nước Holocen của tỉnh Thái Bình chịu ảnh hưởng lớn của lượng mưa và nước sông, biển. Theo tính toán lượng nước mưa bổ cập cho TCN vào mùa mưa từ 0,0003 ÷ 0,00032 m/ng, chiếm khoảng 25 ÷ 27 % tổng lượng mưa năm. Tổng lượng nước bổ cập từ nước mưa cho TCN khoảng 345.460 m^3/ng. Lượng nước sông, biển bổ cập vào TCN thay đổi từ 0,000000882 đến 0,0000032 m^2/ng trong đó ở vị trí gần sông, biển ở khoảng cách 1,5 ÷ 3,0 km lượng bổ cập thường lớn hơn. Tổng lượng nước bổ cập từ sông, biển cho TCN ước tính là 300 m^3/ngày. Sự bổ cập của nước mưa và nước sông ở những khu vực nước nhạt có vai trò quan trọng trong quá trình rửa mặn cho TCN. Diện tích vùng nước mặn trên toàn tỉnh thu hẹp khoảng 180 km^2, từ 700,5 km^2 năm 1996 xuống 521,1 km^2 hiện nay, đặc biệt ở những khu vực khả năng thấm nước tốt, khu vực phía Bắc của tỉnh hay ven sông Hồng, sông Luộc, sông Trà Lý và ven biển…

Bằng việc sử dụng mô hình VISUAL MODFLOW với phần mềm SEAWAT đã đánh giá, dự báo ảnh hưởng của lượng mưa, nước sông, biển đến TCN Holocen tới việc làm thay đổi mực nước dưới đất, dịch chuyển ranh giới mặn - nhạt, thay đổi trữ lượng nước nhạt vùng nghiên cứu. Kết quả mô hình dự báo đến năm 2100 trong trường hợp thay đổi khí hậu và dâng lên của nước biển như hiện nay, diện tích vùng nước mặn của TCN Holocen thu hẹp khoảng 103,5 km^2 so với hiện nay, trữ lượng nước nhạt trên toàn tỉnh ước tính đạt 860 triệu m^3.

Tài liệu tham khảo

Đặng Hữu Ơn, 2003. *Bài giảng Động lực học nước dưới đất*. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Lại Đức Hùng (1996), *Báo cáo thành lập Bản đồ Địa chất thủy văn tỷ lệ 1:50.000 vùng Thái Bình*. Liên đoàn Địa chất thủy văn - Địa chất công trình miền Bắc, Hà Nội.

Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước quốc gia, 2015. *Kết quả quan trắc nước dưới đất tại các lỗ khoan quan trắc tỉnh Thái Bình*. Hà Nội.

Trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia, 2015. *Kết quả quan trắc khí tượng thủy văn tỉnh Thái Bình từ năm 1960 đến năm 2015*. Hà Nội.

Christian D. Langevin, Daniel T. Thorne, Jr., Alyssa M. Dausman, Michael C. Sukop, and Weixing Guo, 2008. *SEAWAT Version 4: A Computer Program for Simulation of Multi-Species Solute and Heat Transport*. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.

Richard W. Healy, Peter G. Cook, 2002. *Using groundwater levels to estimate recharge*. Journal of Hydrology, Vol.10, No. 1, pp 91-109.

Waterloo Hydrogeologic, 2012. *Visual Modflow Flex Intergrated Conceptual and number, Groundwater Modeling Software*.

ABSTRACT

Studying the impact of rainfall and river, sea water to Holocen aquifer in Thai Binh Province

Thuy Thanh Thi Tran [1], Huy Khanh Pham [1], Long Vu Tran [2], Anh Hoang Pham[3]

[1] *Faculty of Environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*
[2] *Faculty of Geosciences and Geoengineering, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*
[3] *Research Center for Geological Environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

Thai Binh is a coastal province of Red River Delta, where having Holocene aquifers were distributed with complex geochemical conditions (intermingling of salt, brackish and fresh water zones). This aquifer is affected directly by rainfall and total amount of calculated water recharge for this aquifer is about 345.460 m3/day. In addition, the water level of aquifer also is affected by tides and rivers and the fluctuation of the groundwater level is varied with the change of tide in the range 1.5 ÷ 3.0 km from the shoreline. The total amount of sea and river water recharging to this aquifer is 300 m^3/day. With the recharge of rainfall and surface water, the area of saltwater zone was narrowed about 180 square kilometer, from 700.5 square kilometer in 1996 to 521.1 square kilometer in 2014. Under the same coditions of rainfall and sea level rise, the simulation results of VISUAL MODFLOW and SEAWAT models forecast to 2100, the salt water area zones are continues to shrink is about 103.5 square kilometer and groundwater storage in this aquifer is 860 million cubic meter.