



KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2019

**VĨNH LONG, VIỆT NAM
25 & 26 THÁNG 10 NĂM 2019**

**ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG
PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HIỆN TRẠNG VÀ DỰ BÁO XÂM NHẬP MẶN NƯỚC DƯỚI ĐẤT THEO CÁC GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÙNG HẠ LƯU SÔNG DINH, TỈNH NINH THUẬN

Nguyễn Bách Thảo^{1*}, Phạm Thế Vinh², Đỗ Ngọc Ánh³,
Kiều Thị Vân Anh¹, Vũ Thu Hiền¹

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

⁴Viện Thủy điện và Năng lượng tái tạo, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

*Email: nguyenchthao@hmg.edu.vn

Tóm tắt:

Vùng hạ lưu sông Dinh có bề dày tầng chứa nước mỏng, nhiều khu vực tầng chứa nước lộ ra trên mặt, mực nước nằm nông nên việc khai thác rất dễ dàng, tuy nhiên đây cũng là hạn chế do nước dễ bị ô nhiễm từ trên mặt. Diện tích nước dưới đất bị nhiễm mặn phân bố khắp trong vùng nghiên cứu và đan xen nhau theo dạng “da báo”. Nhiều vùng cách xa bờ biển bị nhiễm mặn cục bộ, nước mặn có nguồn gốc “chôn vùi” và không được bổ cập nồng độ do có công ngăn mặn. Vì vậy, theo thời gian, nước nhạt từ nước mưa, nước mặt bổ cập cho nước dưới đất, làm cho nồng độ muối tại các tầng chứa nước được pha loãng, nhờ đó diện tích nhiễm mặn ứng với giá trị TDS >1g/l có xu hướng giảm dần theo thời gian. Từ kết quả mô phỏng bằng mô hình số SEAWAT, các giải pháp giảm thiểu xâm nhập mặn nước dưới đất ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu đã được nhóm tác giả đưa ra trong Chương trình Hợp tác phát triển Bì và Quỹ hỗ trợ tại Việt Nam.

Từ khóa: Xâm nhập mặn, nước dưới đất, mô hình số, Ninh Thuận.

1. Giới thiệu

Ninh Thuận nằm trên lưu vực sông lớn của sông Dinh với chiều dài là 120km, tổng diện tích 3.043km² với 9 tiểu lưu vực và là một trong những tỉnh khô hạn nhất cả nước. Trong thập kỷ qua, tỉnh đã xây dựng hơn 30 đập và hồ chứa, và tăng công suất trữ nước ngọt lên 127 triệu m³ với sự hỗ trợ từ nhiều nguồn, bao gồm hỗ trợ từ các tổ chức quốc tế. Con số này dự kiến sẽ tăng lên 350 triệu m³ nước trong thời gian sắp tới (Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2018).

Đập và hồ chứa được xây dựng nhưng chưa hoàn chỉnh dẫn đến hiệu quả thấp và việc kiểm soát nước trong mùa mưa và mùa khô kém. Do đó, tài nguyên nước cần được kết hợp quản lý tại cả thượng lưu và hạ lưu.

Việc sử dụng nước của người dân vùng hạ lưu, đặc biệt là khu vực thành phố Phan Rang - Tháp Chàm, khu vực cửa sông Dinh chủ yếu dựa vào nguồn nước sông Dinh và khai thác nước ngầm. Vì vậy đánh giá tình trạng xâm nhập mặn đối với vùng cửa sông Dinh và đối với nước ngầm từ đó đưa ra các giải pháp thích ứng là nhiệm vụ rất cần thiết và quan trọng cần được thực hiện ngay.

2. Đặc điểm địa chất thủy văn vùng nghiên cứu

2.1. Đặc điểm các tầng chứa nước và thành tạo nghèo nước

Theo kết quả đo vẽ bản đồ ĐCTV của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra TNN Miền Trung (2012), các thành tạo địa chất vùng hạ lưu sông Dinh được chia ra 2 tầng chứa nước lỗ hổng, 1 tầng chứa nước khe nứt và thành tạo địa chất chứa rất nghèo nước hoặc không chứa nước như sau:

- *Tầng chứa nước lỗ hổng các trầm tích Holocen (qh)* tạo thành bởi các trầm tích sông, trầm tích sông - biển và trầm tích biển, phân bố rộng khắp trong vùng nghiên cứu với khoảng 100km², song chiều sâu thế nằm không ổn định, dao động từ 1,3m đến 47,64m, trung bình 8,48m. Tầng chứa nước qh lộ hoàn toàn trên mặt và phủ trực tiếp lên tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Pleistocen, bề dày tầng dần từ phía tây ra phía đông. Thành phần đất đá đa dạng, gồm cuội, sỏi đa khoáng, cát thạch anh, cát pha, cát lẫn bột sét, sét. Mức độ chứa nước có sự khác biệt theo không gian từ nghèo đến trung bình và chủ yếu là nghèo. Nước trong tầng thuộc loại nước không áp, có độ sâu mực nước tĩnh thay đổi từ 1,06m (LK606) đến 5,5m (PR19), trung bình là 2,91m. Lưu lượng thí nghiệm các lỗ khoan và giếng đào thay đổi từ 1,2l/s đến 4,16l/s, trung bình khoảng 2,58l/s. Hệ số thấm của đất đá thay đổi từ 1,22m/ng đến 4,03m/ng, trung bình đạt khoảng 2,7m/ng. Nguồn cung cấp là nước mưa và nước mặt thấm trực tiếp, miền thoát là mạng thủy văn và thấm xuống cung cấp cho các tầng chứa nước nằm phía dưới. Hướng vận động của nước ngầm về phía lòng sông, suối và theo độ dốc của mặt địa hình. Động thái biến đổi theo mùa, có quan hệ mật thiết với nước mặt, nước mưa và các yếu tố khí tượng thủy văn trong vùng. Đây là một trong các tầng chứa nước có ý nghĩa rất quan trọng trong cung cấp nước cho sinh hoạt và tưới của vùng nghiên cứu.

- *Tầng chứa nước lỗ hổng các trầm tích Pleistocen (qp)* gồm các thành tạo trầm tích biển, phân bố khá rộng trong vùng nghiên cứu, nhiều nơi bị tầng chứa nước Holocen phủ lên và lộ ra ở góc đông nam vùng nghiên

cứu với diện tích khoảng 17,7km². Thành phần đất đá chủ yếu là hạt thô: sạn, cát, cuội, cát pha, cát lẫn ít bột sét, ít hơn là sét pha màu xám xanh, xám sáng, nâu đỏ loang lổ, kết cấu rời rạc đến nền yếu. Bề dày thay đổi từ 0,55 m đến 42,9m; trung bình khoảng 12,5m. Nước trong tầng chủ yếu thuộc loại nước không áp, có mực nước tĩnh thay đổi từ 0,53 m đến 3,5m, trung bình 2,0m. Lưu lượng thí nghiệm các lỗ khoan và giếng đào thay đổi từ 1,29l/s đến 2,86l/s, trung bình khoảng 2,1 l/s. Hệ số thấm của đất đá thay đổi từ 2,6m/ng đến 3,5m/ng, trung bình là 3,1m/ng.

Nguồn cung cấp là nước mưa thấm trực tiếp và một phần từ nước khe nứt ở bậc địa hình cao vận động xuống. Những nơi bị phủ bởi tầng chứa nước Holocen thì được nhận thêm nguồn bổ cấp từ thấm xuyên. Miền thoát là mạng sông suối trong vùng, một phần cung cấp cho tầng chứa nước bên dưới và một phần là bốc hơi.

Vùng chứa nước tương đối giàu (nơi không bị nhiễm mặn) có khả năng khai thác cấp nước cho các đối tượng khác nhau. Tuy nhiên, tầng chứa nước này nhiều nơi đã bị nhiễm mặn không đảm bảo chất lượng sử dụng cho ăn uống và sinh hoạt.

- Tầng chứa nước khe nứt Creta trên (k_2) bị các tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen và tầng chứa nước lỗ hổng Holocen phủ lên. Thành phần chủ yếu là dacit, ryodacit, felsit andesitodacit và tuf của chúng. Trong vùng nghiên cứu chưa có lỗ khoan nào nghiên cứu về ĐCTV.

Theo kết quả nghiên cứu ở các khu vực lân cận cho thấy các lỗ khoan thí nghiệm có lưu lượng thay đổi từ 0,2l/s đến 0,3l/s. Khả năng thấm của tầng chứa nước này nhỏ. Tầng chứa nước khe nứt Creta trên (k_2) ít có ý nghĩa trong điều tra cung cấp nước do mức độ chứa nước nghèo.

- Các thành tạo địa chất rất nghèo nước hoặc không chứa bao gồm các đá xâm nhập phức hệ Định Quán và phức hệ Đèo Cả. Những thành tạo địa chất này chỉ chứa một lượng nước nhất định trong lớp vỏ phong hóa của chúng. Phần không phong hóa, các đá có cấu tạo khối rắn chắc, không nứt nẻ và không chứa nước, trừ những nơi nằm trong đới hủy hoại của các đứt gãy kiến tạo.

2.2. Hiện trạng xâm nhập mặn

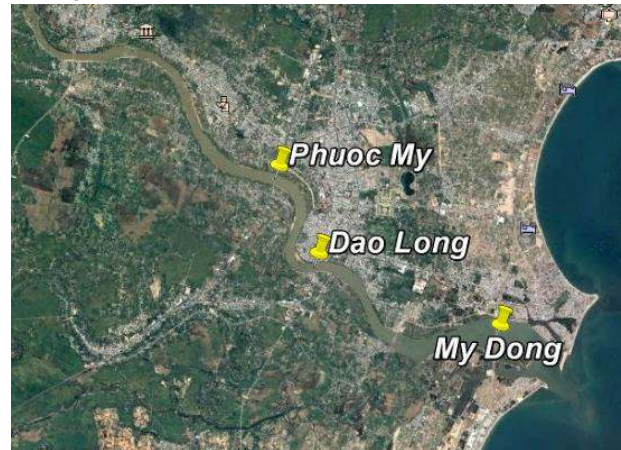
2.2.1. Tình hình xâm nhập mặn trên sông

Độ mặn nước trong sông vùng ven biển tỉnh Ninh Thuận cũng như các vùng khác do độ mặn nước biển xâm nhập qua cửa sông khi triều lên. Do vậy mức độ nhiễm mặn trên từng con sông phụ thuộc nhiều yếu tố như: Độ mặn nước biển ven bờ, chế độ triều, địa hình, độ dốc lòng sông, lưu lượng dòng chảy.

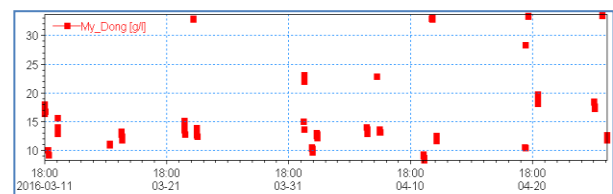
Nhiễm mặn chủ yếu xảy ra trên Sông Cái Phan Rang, Mùa mưa vẫn tồn tại biên mặn trên sông cách cửa biển khoảng 3 km nhưng độ mặn đoạn này chỉ đạt từ 1,29-1,59‰; về mùa khô ranh giới mặn chuyển sâu vào đất liền cách biển khoảng 6-10km và tại ranh giới này độ mặn tăng dần về phía cửa sông từ 1,05-13,66‰. Vùng Đầm Nại quanh năm chứa nước mặn; mùa mưa độ mặn đạt từ

2,82-10,6‰, mùa khô độ mặn còn cao hơn do lượng nước ngọt từ các sông suối đổ vào đầm giảm xuống. Độ mặn lớn xuất hiện vào những đợt triều cường kết hợp với thời kỳ mực nước sông ở mức cạn kiệt trong năm và biến đổi theo dạng thủy triều tuy có chậm hơn mực nước triều (0 - 4h), hiện tượng này có nguyên nhân là sự dồn ứ của nước ngọt lúc triều lên và sự lên chậm của dòng triều, cho nên cùng một mực nước triều như nhau độ mặn ở sườn triều xuống lớn hơn sườn triều lên, độ mặn ở đáy lớn hơn trên mặt, độ mặn ở chủ lưu lớn hơn hai bên bờ.

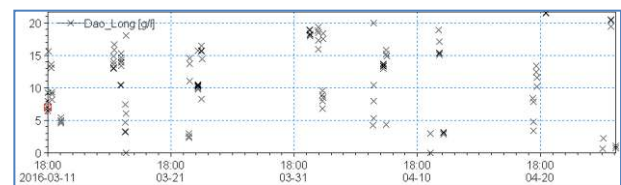
Qua kết quả khảo sát của Dự án năm 2016 tại các trạm Phước Mỹ, Đạo Long và Mỹ Đông (hình 1), thời kỳ hạn lịch sử cho thấy mặn tại cửa sông có giá trị lớn nhất trên 34g/l. Đến cầu Mỹ Đông, nồng độ mặn giảm còn từ 8 đến 33 g/l (hình 2). Càng vào sâu trong vùng, nồng độ mặn càng giảm, tại cầu Đạo Long, mặn còn khoảng từ 0 đến 22g/l (hình 3), tại cầu Phước Mỹ, mặn còn khoảng từ 0 đến 9g/l (hình 4).



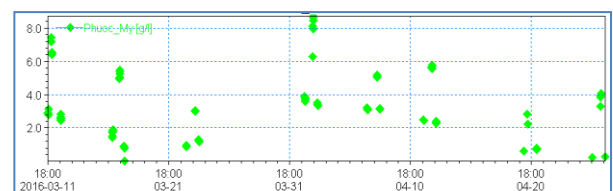
Hình 1. Vị trí trạm đo mặn năm 2016 tại sông Dinh



Hình 2. Nồng độ mặn năm 2016 tại cầu Mỹ Đông



Hình 3. Nồng độ mặn năm 2016 tại cầu Đạo Long



Hình 4. Nồng độ mặn năm 2016 tại cầu Phước Mỹ

Kết quả khảo sát mặn của dự án trong năm 2017 cũng cho thấy, mặc dù đập tràn Lâm Cẩm (đập cuối cùng trên

sông Dinh) chảy với lưu lượng khoảng $17\text{m}^3/\text{s}$, mặn cũng xâm nhập vào trong sông Dinh với lưối mặn 1g/l xâm nhập khoảng 5 km, lưối mặn 10g/l xâm nhập khoảng 3 km tính từ cửa sông. Nồng độ mặn tại cửa sông dao động từ 6,5 đến $26,4\text{g/l}$. Tại khu vực ven biển nồng độ mặn bị ảnh hưởng ít hơn bởi dòng chảy trong sông nên dao động từ 27 đến 29g/l . Tại khu vực cửa Đàm Nai, mặn phổ biến từ 23 đến 28g/l , khu vực cuối hồ tại cống Mân Mân, nồng độ mặn phổ biến từ 8 đến 15g/l .

Nồng độ mặn về mùa mưa hầu như không được khảo sát do mặn bị đẩy lùi, do đó việc mô phỏng mặn về mùa mưa có thể sẽ chưa được chính xác như mong muốn.

2.2.2. Hiện trạng nhiễm mặn nước dưới đất khu vực nghiên cứu

Vùng nghiên cứu nằm tiếp giáp với biển, do tác động của quá trình biển tiến, biển thoái và do ảnh hưởng của nước thủy triều xâm nhập vào các tầng chứa nước, đã làm cho nước dưới đất bị nhiễm mặn khá phổ biến. Theo số liệu khảo sát thực địa đợt tháng 3/2017 tại hơn 1000 lỗ khoan và giếng đào cho thấy các diện tích nước dưới đất có tổng độ khoáng hóa $\text{TDS} > 1000\text{mg/l}$ và $\text{TDS} \geq 1500\text{mg/l}$ phân bố loang lổ đan xen nhau.

Các khu vực nước dưới đất có tổng khoáng hóa $\text{TDS} > 1000\text{mg/l}$ được phân bố phần lớn ở phường Đông Hải, Bảo An, An Hải, Mỹ Đông, Mỹ Bình, Phước Thuận kéo dài dọc biển xuống phía nam vùng nghiên cứu và một số khoảnh nhỏ ở các xã Mỹ Hải, Tây Nam sân bay Thanh Sơn, xã Phước Thuận, Đài Sơn, Mỹ Hải, Phước Mỹ, Đô Vinh, xã Phước Sơn... Tổng diện tích khoảng $21,5\text{km}^2$.

Một số khu vực có độ tổng khoáng hóa trong nước dưới đất đặc biệt cao, với $\text{TDS} > 20.000\text{mg/l}$ tập trung vào khu vực ven biển phía Nam, thuộc địa bàn phường An Hải và xung quanh đồi cát Nam Cương.

Một điều đáng lưu ý là hầu hết các lỗ khoan sâu ĐCTV trong vùng nghiên cứu đều gặp nước nhiễm mặn, có tổng độ khoáng hóa tương đối lớn. Lỗ khoan PR19 có $M = 1,2\text{g/l}$, NM12 có $M = 4,96\text{g/l}$, NM20 có $M = 6,02\text{g/l}$, NT03 có $M = 2,49\text{g/l}$, LK608 có $M = 1,21\text{g/l}$, đặc biệt tại lỗ khoan LK606 tổng độ khoáng hóa của nước lên tới $18,32\text{g/l}$ (xã An Hải). Như vậy, tầng chứa nước Pleistocen khu vực nghiên cứu hầu hết nước dưới đất đã bị nhiễm mặn.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Xây dựng mô hình

Nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp mô số để tính toán xâm nhập mặn bằng các phần mềm, bao gồm: MIKE 11 AD để tính toán diễn biến xâm nhập mặn trong sông (kết quả kế thừa từ dự án “tính toán thủy văn thủy lực cho lưu vực sông Dinh”); và mô hình SEAWAT để tính toán, mô phỏng dòng chảy và nồng độ mặn trong các tầng chứa nước.

+ Giới hạn mô hình và phân lớp cho mô hình:

Theo tài liệu nghiên cứu địa chất, địa chất thủy văn của tỉnh Ninh Thuận nói chung, vùng hạ lưu sông Dinh

nói riêng có các trầm tích bờ rời Đệ Tứ bao gồm: tầng chứa nước lỗ hổng Holocen; Pleistocen có thành phần đất đá và tính thấm chứa nước khác nhau và lớp cách nước bên dưới. Vì vậy, vùng nghiên cứu được mô hình hóa theo ba lớp.

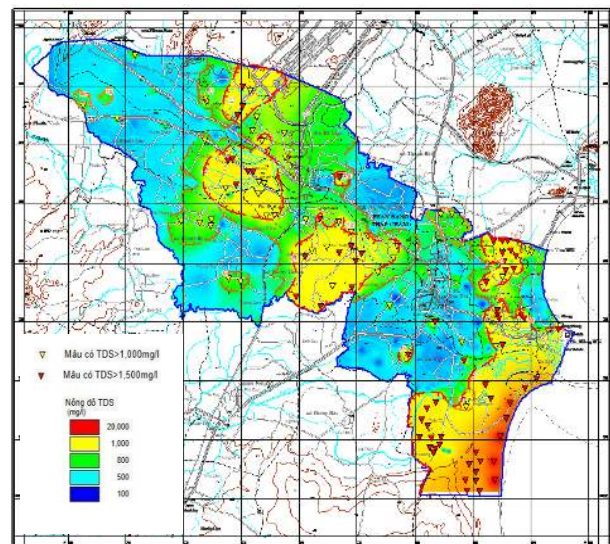
Lớp 1 trên mô hình ứng với lớp chứa nước trong trầm tích Holocen thành phần cuội, sạn, cát lẫn bột sét, sét cát pha, cát chứa sạn.

Lớp 2 trên mô hình ứng với lớp chứa nước trong trầm tích Pleistocen cát, sạn, cuội, cát pha, sét pha.

Lớp 3 trên mô hình ứng với lớp cách nước ở bên dưới cùng có thành phần dacit, ryodacit, andesit, tuff.

Trên cơ sở đó, khoảng cách giữa các bước lưới là $100\text{m} \times 100\text{m}$, bao gồm 198 hàng, 176 cột.

Bề mặt địa hình được mô phỏng dựa trên bản đồ số độ cao địa hình (DEM). Phân tầng địa chất thủy văn được thực hiện thông qua tài liệu mô tả địa tầng của hơn 50 lỗ khoan thu thập được trong khu vực.



Hình 5. Hiện trạng xâm nhập mặn nước dưới đất tầng Holocen theo tài liệu khảo sát tại hơn 1000 lỗ khoan, tháng 3/2017

+ Đặc tính thấm và nhà nước của các tầng chứa nước:

Hệ số thấm: Phân vùng trường thấm bằng hệ số thấm K (m/ng ; m/s) của các lớp tính toán dựa vào các kết quả nghiên cứu các thông số ĐCTV tài liệu của gần 30 lỗ khoan đã tiến hành bơm hút nước thí nghiệm trong các báo cáo tìm kiếm, thăm dò, thăm dò khai thác, đo vẽ lập bản đồ,... Đối với lớp cách nước $K_x = K_y = 10^{-8}\text{m/s}$.

+ Hiện trạng khai thác nước dưới đất:

Theo số liệu tổng hợp kết quả điều tra, thu thập về hiện trạng khai thác, địa tầng, chiều sâu khai thác của các công trình, cụm công trình khai thác hiện tại tập trung vào các tầng chứa nước qh, qp. Loại hình công trình khai thác chủ yếu là các giếng khoan, giếng đào gồm 181 công trình, trong đó tầng qp có 75 công trình (độ sâu khai thác từ 12 đến 35m), tầng qh có 106 công trình (độ sâu khai thác từ 2 đến 12m). Các công trình cấp nước tập trung được

khai thác trong tầng chứa nước Pleistocen với 3 công trình. Tổng lưu lượng khai thác là $11.579\text{m}^3/\text{ngày}$, trong đó khai thác tầng chứa nước qh là $6.359\text{m}^3/\text{ngày}$, chiếm 54.9%, khai thác tầng qp là $5.220\text{m}^3/\text{ngày}$, chiếm 45.1%.

+ *Biên và điều kiện biên của mô hình:*

Khu vực nghiên cứu được giới hạn bởi các loại biên như sau:

Vùng biên bao quanh của mô hình phía Đông - Bắc và Tây - Nam tương ứng biên mực nước xác định (biên loại II) với mực nước xác định. Vùng khu vực nghiên cứu thường xuyên được bổ cập bởi một lượng nước nhất định của vùng bên sườn do độ dốc thủy lực tạo nên. Mực nước trên biên được gán dựa vào kết quả tính toán từ mô hình vùng Ninh Thuận (Nguyễn Minh Khuyển, 2015).

Vùng phía Đông - Nam của mô hình được chia làm 3 đoạn biên như sau:

Đoạn 1: Biên loại II tương ứng với mực nước xác định, do đoạn này biên bị ảnh hưởng bởi mực nước của kênh thoát;

Đoạn 2: Biên loại II tương ứng với biên mực nước xác định, do đoạn này bị ảnh hưởng trực tiếp bởi sông Dinh, đây là đoạn cuối cùng của sông Dinh đổ ra biển;

Đoạn 3: Biên loại II tương ứng với mực nước biên, do đoạn này biên chỉ bị ảnh hưởng bởi đường bờ biển.

Biên sông: Dựa vào tài liệu ĐCTV và tài liệu thu thập được, vùng giữa khu vực nghiên cứu bị ảnh hưởng bởi mực nước sông Dinh, các tầng chứa nước bờ rời có quan hệ mật thiết với con sông này. Trị số trên biên là mực nước tính toán bằng mô hình dòng mặt MIKE ứng với từng đoạn sông và có bước thời gian trùng với bước thời gian tính toán trên mô hình nước dưới đất MODFLOW. Trị số sức cản thấm lòng sông được xác định trên cơ sở thu thập tài liệu các kết quả nghiên cứu trước đây về sự phân bố trầm tích đáy lòng sông.

+ *Giá trị bổ cập trong vùng nghiên cứu:*

Phân vùng bổ cập của mưa dựa vào tổng lượng mưa trung bình tháng, trung bình năm của trạm khí tượng Phan Rang trong thời kì quan trắc từ năm 2008- 2014.

+ *Giá trị bốc hơi trong vùng nghiên cứu:*

Dựa vào đặc điểm địa hình; tốc độ đo thị hóa; lớp phủ thực vật; giá trị bốc hơi trung bình tháng của trạm Phan Rang với số liệu từ năm 2008-2014 tại trạm khí tượng Phan Rang.

3.2. Chạy và chỉnh lý mô hình

Sau khi chỉnh lý bài toán ngược ổn định và không ổn định cho mô hình dòng chảy, đối sánh mực nước tính toán và mực nước thực tế theo tài liệu quan trắc, sai số lớn nhất là tại giếng quan trắc NT-15 là 0,7m; giá trị sai số nhỏ nhất là tại giếng quan trắc NT-09 là 0,6m. Kết quả tính toán từ mô hình cho thấy, sai số trung bình quân phương (RMS) hay là độ lệch chuẩn là 0,192m, sai số trung bình quân phương tiêu chuẩn đạt 3,9%, nằm trong giới hạn cho phép (hình 6).

Bài toán XNM (lan truyền chất) được thực hiện trên cơ sở một số giả thiết sau:

- Đối tượng nghiên cứu là ranh mặn các tầng chứa nước có tổng độ khoáng hóa của nước $M = 1\text{g/l}$;

- Nguồn xâm nhập mặn chủ yếu là biên giới bờ biển và bờ sông Dinh;

- Nồng độ được lấy theo số liệu phân tích thành phần hóa học trong vùng.

Các thông số dịch chuyển:

Mô hình lan truyền chất SEAWAT được giải trên cơ sở kết quả lời giải bài toán dòng chảy. Chính vì vậy các thông số trường thấm vẫn được giữ nguyên và kết hợp với một số thông số di chuyển sau:

- Độ lỗ hổng hữu hiệu được lấy dao động từ 0,30 cho tầng chứa nước Holocen và Pleistocen;

- Hệ số khuếch tán phân tử $DMCOEF = 0$ (Effective molecular diffusion coefficient), bởi vì đây là bài toán dịch chuyển trong điều kiện bình thường khi mà thành phần phân tán thấm và khuếch tán cơ học lớn hơn rất nhiều khuếch tán phân tử;

- Tỉ số $TRPT = 0,2$ (Ratio of horizontal transverse dispersivity to longitudinal dispersivity);

- Tỉ số $TRVT = 0,1$ (Ratio vertical transverse dispersivity to longitudinal dispersivity);

- Hệ số phân tán dọc $= 30$ cho các lớp chứa nước và 20 cho các lớp bán thấm (Longitudinal dispersivity);

- Hệ số di chuyển tổng hợp $R = 0$. Giá trị này không thể xác định được do cần phải đầu tư nghiên cứu chuyên sâu.

Điều kiện ban đầu:

Nồng độ ban đầu được lựa chọn ở đây căn cứ vào ranh mặn được thể hiện trên bản đồ hiện trạng nhiễm mặn nước dưới đất theo tài liệu khảo sát tháng 3/2017.

- Nước nhạt $M = 250 - 500\text{mg/l}$: số liệu này được gán cho vùng nhạt màu xanh trên hình 5;

- Nước mặn $M > 1.000\text{mg/l}$: số liệu này được gán cho vùng mặn màu đỏ trên hình 5.

Các nguồn cấp:

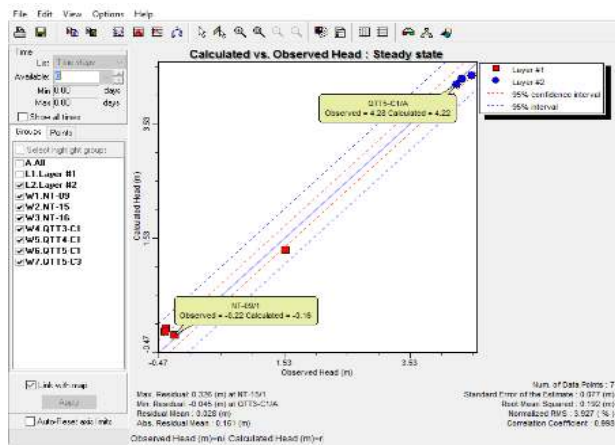
- Đối với sông Dinh, giá trị hàm lượng được xác định theo kết quả tính toán từ mô hình dòng mặt MIKE và giá trị nồng độ được xuất theo từng đoạn sông và các bước thời gian trùng với các bước thời gian tính toán trong mô hình SEAWAT. Nồng độ phụ thuộc vị trí của dòng chảy mà giá trị thay đổi $M = 250 - 500\text{mg/l}$ (nước nhạt) đến $M = 30.000\text{mg/l}$ (nước mặn ven biển);

- Đối với nguồn cấp là nước mưa, sẽ gán giá trị hàm lượng $M = 200\text{mg/l}$.

Các nguồn thoát:

Đối với nguồn thoát là các giếng khai thác, nồng độ của nguồn thoát sẽ chính bằng nồng độ của vị trí và thời điểm mà nguồn thoát hoạt động.

Mô hình xâm nhập mặn được tính toán cho 4 kịch bản đã lựa chọn:



Hình 6. Tương quan mực nước tính toán trên mô hình và mực nước quan trắc thực tế tại thời điểm ban đầu 11/2012

- Địa hình hiện trạng, chuỗi dòng chảy từ năm 2011-2016;
- Địa hình quy hoạch, đã xây dựng cống sông Dinh, chuỗi dòng chảy từ năm 2011-2016;
- Địa hình quy hoạch, đã xây dựng cống sông Dinh, chuỗi dòng chảy từ năm 2011-2016 có xét đến biến đổi khí hậu đến năm 2035 theo kịch bản RCP8.5 của Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Địa hình quy hoạch, đã xây dựng cống sông Dinh, chuỗi dòng chảy từ năm 2011-2016 có xét đến biến đổi khí hậu đến năm 2065 theo kịch bản RCP8.5 của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Kết quả xâm nhập mặn cho kịch bản hiện trạng:

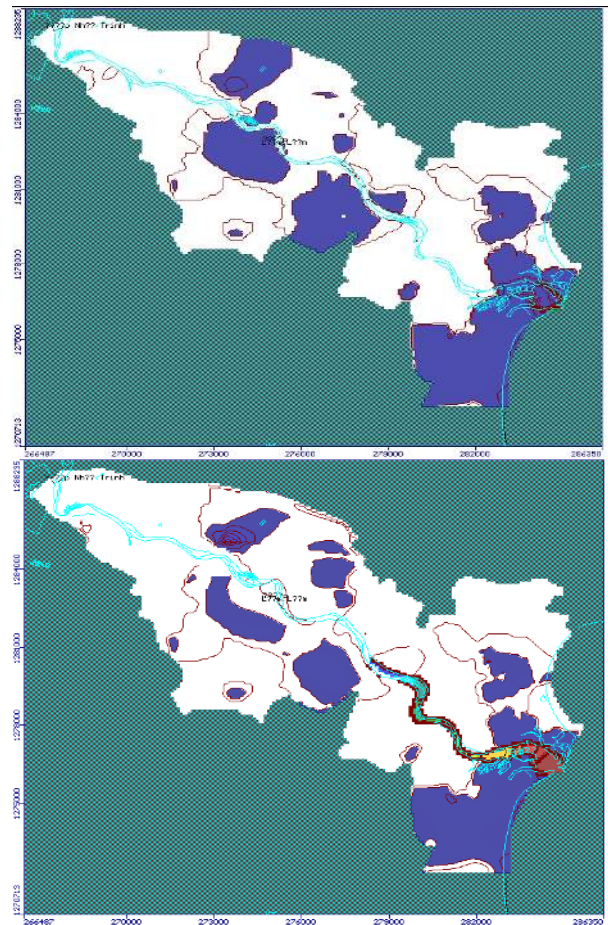
Tầng chứa nước Holocen là tầng chứa nước phủ trên mặt, cùng với chiều sâu lòng sông không lớn, do vậy đây là tầng chứa nước chịu ảnh hưởng rõ rệt của quá trình thủy triều, diện tích mặn dọc sông lớn hơn và độ mặn cũng cao hơn. Theo kết quả mô phỏng hiện trạng xâm nhập mặn, diện tích có độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ của tầng chứa nước Holocen tại thời điểm mùa khô và mùa mưa lần lượt là 34.29km^2 và 26.93km^2 . Các bản đồ đánh giá xâm nhập mặn nước dưới đất được thành lập với giới hạn độ tổng khoáng hóa lớn hơn 1g/l (theo QCVN 09-2015.MT/BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường).

Theo kết quả mô phỏng hiện trạng xâm nhập mặn, diện tích có độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ tầng chứa nước Pleistocen tại thời điểm mùa khô và mùa mưa lần lượt là 48.17km^2 và 41.56km^2 .

Tầng chứa nước Holocen lộ ra trên bề mặt và chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi yếu tố mưa và bốc hơi. Từ tháng 9 đến tháng 2 năm tiếp theo, lượng mưa lớn và bổ cập cho nước dưới đất làm cho hiện tượng nhạt hóa nước sông cũng như nước dưới đất, do vậy vào mùa mưa, diện tích mặn giảm đáng kể so với mùa khô.

Trong khi đó, tầng chứa Pleistocen nằm dưới tầng chứa nước Holocen và bị ngăn cách bởi một lớp thấm nước yếu, chỉ một phần diện tích lộ trực tiếp trên bề mặt. Chính vì vậy, diện tích mặn với độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ giữa mùa mưa và mùa khô chênh lệch nhau không đáng kể.

Theo chuỗi thời gian tính toán mô hình từ 2010-2017, diện tích mặn theo sông có xu hướng tăng khá rõ rệt với tốc độ dịch chuyển ranh mặn từ sông vào tầng chứa nước là $4,7\text{m/năm}$. Dự báo tới năm 2065, với tình trạng như hiện nay, nước dưới đất khu vực ven sông trong bán kính hơn 600m sẽ bị nhiễm mặn, độ mặn dao động $1-1,5\text{g/l}$.



Hình 7. Hiện trạng mặn tầng chứa nước Holocen tại thời điểm mùa khô (hình trên) và thời điểm mùa mưa (hình dưới)

Kết quả xâm nhập mặn khi có đập Sông Dinh và các công trình theo quy hoạch:

Xây dựng đập Dinh tại vị trí cách cửa sông 3km. Dưới tác động của hoạt động thủy triều, nước biển tiến sông vào sông, do có đập Dinh nên vùng ảnh hưởng bởi quá trình thủy triều được giới hạn từ đập trở về phía cửa sông. Cũng theo như đánh giá hiện trạng, tầng chứa nước Holocen là tầng chứa nước trên mặt nên bị ảnh hưởng bởi quá trình thủy triều rõ rệt hơn tầng chứa nước Pleistocen ở bên dưới. Vào mùa mưa, độ mặn của tầng chứa nước Holocen nhỏ hơn so với mùa khô do quá trình nhạt hóa của nước mưa. Cụ thể, diện tích nhiễm mặn với độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ của tầng Holocen tại thời điểm mùa mưa và mùa khô lần lượt là $29,93\text{km}^2$ và $25,83\text{km}^2$, trong khi diện tích nhiễm mặn của tầng chứa nước Pleistocen lần lượt là $40,25\text{km}^2$ và $40,05\text{km}^2$.

Kết quả tính toán bằng mô hình cho thấy, việc xây dựng đập Dinh có tác dụng ngăn chặn ảnh hưởng của quá trình thủy triều tới chất lượng nước dưới đất vùng. Diện

tích mặn phía trước đập ngăn mặn sông Dinh ngày càng giảm đi do quá trình khai thác cũng như sự bồi đắp của nước mưa là tác nhân của quá trình nhạt hóa tầng chứa nước, trong khi đó phía sau đập Dinh, diện tích có độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ có xu hướng ngày càng tăng, đặc biệt phạm vi hai bên bờ sông, độ tổng khoáng hóa tăng cao tới 20g/l . Diện tích nhiễm mặn của tầng Holocen trước và sau khi có cống ngăn mặn tại cùng thời điểm mùa khô giảm đáng kể (trên 13%), diện tích mặn tầng chứa nước Pleistocen có giảm nhưng với tốc độ chậm hơn (3%).

Kết quả dự báo xâm nhập mặn đến năm 2035:

Việc xây dựng đập Dinh đã góp phần ngăn chặn sự ảnh hưởng của tác động thủy triều tới nước dưới đất. Theo kết quả tính toán mô hình biến đổi khí hậu BDKH2035, cũng tương tự mô hình Quy hoạch, nước dưới đất tầng chứa nước qh khu vực phía sau đập Dinh có độ mặn lớn hơn tầng chứa nước qh do chịu ảnh hưởng lớn của quá trình thủy triều và vào mùa mưa thì tầng chứa nước trên mặt bị nhạt hóa do quá trình ngấm của nước mưa nên độ mặn giảm. Diện tích nước dưới đất có độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ tầng chứa nước Holocen tại thời điểm mùa mưa và mùa khô lần lượt là $18,47\text{km}^2$ và $18,38\text{km}^2$, tại tầng chứa nước Pleistocen lần lượt là $37,47\text{km}^2$ và $37,38\text{km}^2$.

Với kịch bản biến đổi khí hậu, mực nước thay đổi, độ mặn trên sông thay đổi, tuy nhiên việc xây dựng đập Dinh đã ngăn chặn ảnh hưởng của thủy triều tiến sâu vào sông, diện tích mặn ban đầu có xu hướng giảm. Phía sau cống sông Dinh, nước dưới đất chịu ảnh hưởng bởi quá trình thủy triều, tốc độ dịch chuyển ranh mặn là $12\text{m}/\text{năm}$.

Kết quả dự báo xâm nhập mặn đến năm 2065:

Việc xây dựng đập Dinh đã góp phần ngăn chặn sự ảnh hưởng của tác động thủy triều tới nước dưới đất. Theo kết quả tính toán mô hình biến đổi khí hậu BDKH2065, cũng tương tự mô hình Quy hoạch, nước dưới đất tầng chứa nước qh khu vực phía sau đập Dinh có độ mặn lớn hơn tầng chứa nước qh do chịu ảnh hưởng lớn của quá trình thủy triều và vào mùa mưa thì tầng chứa nước trên mặt bị nhạt hóa do quá trình ngấm của nước mưa nên độ mặn giảm. Diện tích nước dưới đất có độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ tầng chứa nước Holocen tại thời điểm mùa mưa và mùa khô lần lượt là $15,78\text{km}^2$ và $15,67\text{km}^2$, tại tầng chứa nước Pleistocen lần lượt là $34,20\text{km}^2$ và $34,09\text{km}^2$.

Với kịch bản biến đổi khí hậu, mực nước thay đổi, độ mặn trên sông thay đổi, tuy nhiên việc xây dựng đập Dinh đã ngăn chặn ảnh hưởng của thủy triều tiến sâu vào sông, diện tích mặn ban đầu có xu hướng giảm. Phía sau đập Dinh, nước dưới đất chịu ảnh hưởng bởi quá trình thủy triều, tốc độ dịch chuyển ranh mặn là $13,5\text{m}/\text{năm}$.

4. Kết luận

Theo bảng tổng hợp diện tích có độ tổng khoáng hóa lớn hơn 1g/l tại các tầng chứa nước ứng với các kịch bản có thể rút ra một số nhận định như sau:

Tầng chứa nước Holocen do bị lộ trên mặt và chịu tác động trực tiếp từ mưa và bốc hơi cũng như có quan hệ thủy lực trực tiếp với nước mặt sông Dinh do vậy đây là tầng chứa nước chịu ảnh hưởng rõ rệt của quá trình thủy triều, diện tích mặn dọc sông lớn hơn và độ mặn cũng cao hơn. Diện tích nước bị nhiễm mặn mùa mưa và mùa khô thay đổi đáng kể. Ngược lại, tầng chứa nước Pleistocen bị phủ bởi tầng chứa nước Holocen, chỉ một phần nhỏ diện tích lộ trực tiếp trên bề mặt, do đó ít bị ảnh hưởng bởi yếu tố mưa và bốc hơi, diện tích nhiễm mặn tầng chứa nước Pleistocen thay đổi không đáng kể giữa mùa mưa và mùa khô.

Cống ngăn mặn đóng vai trò rất quan trọng trong việc ngăn mặn vào nước dưới đất từ nguồn nước sông. Trước và sau khi có cống ngăn mặn, diện tích mặn của cả hai tầng chứa nước Holocen và Pleistocen đều giảm đáng kể, đặc biệt là khu vực dọc sông Dinh. Điều này cũng phù hợp với cấu trúc địa chất, địa chất thủy văn của khu vực, sông Dinh có quan hệ thủy lực với cả hai tầng chứa nước, nhiều đoạn sông cắt vào cả hai tầng chứa nước Holocen và Pleistocen.

Theo thời gian, do tác dụng rửa nhạt của nước mưa, nước sông, diện tích nhiễm mặn của cả hai tầng chứa nước đều có xu hướng giảm dần, tốc độ rửa nhạt của tầng Holocen nhanh hơn so với tầng chứa nước Pleistocen.

Bảng 1. Tổng diện tích nước dưới đất bị nhiễm mặn ($TDS > 1\text{g/l}$) của tầng chứa nước Holocen và Pleistocen ứng với các kịch bản tính toán (km^2)

Kịch bản	Tầng Holocen		Tầng Pleistocen	
	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa
Hiện trạng	34.29	26.93	48.17	41.56
Khi có đập ngăn mặn	29.94	25.83	40.26	40.06
2035	18.47	18.38	37.47	37.39
2065	15.77	15.68	34.20	34.09

Theo kết quả mô phỏng hiện trạng xâm nhập mặn, diện tích có độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ của tầng chứa nước Holocen tại thời điểm mùa khô và mùa mưa lần lượt là $34,29\text{km}^2$ và $26,93\text{km}^2$. Các bản đồ đánh giá xâm nhập mặn nước dưới đất được thành lập với giới hạn độ tổng khoáng hóa lớn hơn 1g/l (theo QCVN 09-2015.MT/ BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường).

Theo kết quả mô phỏng hiện trạng xâm nhập mặn, diện tích có độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ tầng chứa nước Pleistocen tại thời điểm mùa khô và mùa mưa lần lượt là $48,17\text{km}^2$ và $41,56\text{km}^2$.

Tầng chứa nước Holocen lộ ra trên bề mặt và chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi yếu tố mưa và bốc hơi. Từ tháng 9 đến tháng 2 năm tiếp theo, lượng mưa lớn và bồi đắp cho nước dưới đất làm cho hiện tượng nhạt hóa nước sông cũng như nước dưới đất, do vậy vào mùa mưa, diện tích mặn giảm đáng kể so với mùa khô.

Trong khi đó, tầng chứa Pleistocen nằm dưới tầng chứa nước Holocen, chỉ một phần diện tích lộ trực tiếp trên bề mặt. Chính vì vậy, diện tích mặn với độ tổng khoáng hóa $>1\text{g/l}$ giữa mùa mưa và mùa khô chênh lệch nhau không đáng kể.

Theo chuỗi thời gian tính toán mô hình từ 2010-2017, diện tích mặn theo sông có xu hướng tăng khá rõ rệt với tốc độ dịch chuyển ranh giới mặn từ sông vào tầng chứa nước là $4,7\text{m/năm}$. Dự báo tới năm 2065, với tình trạng như hiện nay, nước dưới đất phần phía trước cống ngăn mặn dọc sông Dinh khoảng 600m sẽ bị nhiễm mặn, độ mặn dao động $1-1,5\text{g/l}$.

Lời cảm ơn

Bài báo dựa trên kết quả nghiên cứu của Dự án “Quản lý tổng hợp nguồn nước và phát triển đô thị trong mối liên hệ với biến đổi khí hậu tỉnh Ninh Thuận”.

Tài liệu tham khảo

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam.

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2015. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dưới đất QCVN 09-2015.MT/BTNMT.

Cục Quản lý tài nguyên nước, 2009. Nghiên cứu mối quan hệ giữa các tầng, phức hệ chứa nước với tiềm năng tài nguyên nước và đề xuất giải pháp trữ nước và bổ sung nhân tạo NĐĐ. Thí điểm áp dụng cho lưu vực sông Cái (Kinh Dinh) tỉnh Ninh Thuận.

Nguyễn Minh Khuyến, 2015. Nghiên cứu đặc điểm hình thành trữ lượng nước dưới đất lưu vực sông ven biển tỉnh Bình Thuận và Ninh Thuận. Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội.

Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung, 2012. Lập bản đồ ĐCTV, tỷ lệ 1:50.000 tỉnh Ninh Thuận và Bình Thuận.

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2018. Nghiên cứu tác động của xâm nhập mặn (XNM) vùng hạ lưu sông Dinh tỉnh Ninh Thuận, đề xuất giải pháp thích ứng, trong khuôn khổ Dự án “Quản lý tổng hợp nguồn nước và phát triển đô thị trong mối liên hệ với biến đổi khí hậu tỉnh Ninh Thuận”.

ABSTRACT

SALT INTRUSION IN DINH RIVER DOWNSTREAM, NINH THUAN AND SOME SOLUTIONS IN TERM OF CLIMATE CHANGE

Bach Thao Nguyen¹, The Vinh Pham², Ngoc Anh Do³,
Thi Van Anh Kieu¹, Thu Hien Vu¹

¹Hanoi University of Mining and Geology

²Southern Institute of Water resources Research, Vietnam Academy for Water Resources

³Institute of Hydro power and Renewable Energy, Vietnam Academy for Water Resources

*Email: nguyenbachthao@hmg.edu.vn

The downstream area of Dinh river in Ninh Thuan province with thin aquifers, many of them are outcrop, water level is shallow. This could make exploitation activities is simpler but also make the aquifer weaker to the pollution/contamination. Saltwater distributed in the whole area is spotted with buried origin without salty water recharge by prevent dams. Therefore, salinity from the aquifer is decreasing by the recharge from rainwater and fresh surface water, total area of water with TDS $>1\text{g/l}$ therefore decreasing by time. The results from numerical modeling SEAWAT has approved this hypothesis by calculating for difference scenarios and predict to the years of 2035 and 2065. With help of numerical model, a solution to decrease salt intrusion from the river has been tested on the calibrated model and shows a very effective result. These solutions have been reported as the results of Project “Solutions to control and minimize of saltwater intrusion in context of climate change and sea water level rise in Ninh Thuan area” in Development Cooperation Program, funded by Belgium government.

Keywords: Saltwater intrusion, groundwater, numerical modeling, Ninh Thuan.

Ngày nhận bài: 12/8/2019; Ngày phản biện: 30/8/2019; Ngày chấp nhận đăng: 18/9/2019.

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2019

ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Biên tập nội dung: TS BÙI TRƯỜNG SƠN
ThS NGUYỄN VĂN HÙNG

Chịu trách nhiệm xuất bản:

ThS VÕ TUẤN HẢI

Biên tập:	NGUYỄN THỊ LƯƠNG
Sửa bản in:	DƯƠNG LAN ANH
Chế bản:	PHAN HUYỀN KIM
Họa sỹ bìa:	DƯƠNG VĂN BÌNH

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội

ĐT: 024 39423172 Fax: 024 38220658

Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn

Website: <http://www.nxbkhkt.com.vn>

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

28 Đồng Khởi - Quận 1 - TP. Hồ Chí Minh

ĐT: 028 3822 5062

In 200 bản, khổ 20.5 x 29 cm, tại Công ty TNHH In Thanh Bình.

Địa chỉ: Số 432, đường K2, Ph. Cầu Diễn, Q. Nam Từ Liêm, Hà Nội

Số đăng ký xuất bản: 3897-2019/CXBIPH/6-99/KHKT.

Quyết định xuất bản số: 163/QĐ-NXBKHK, ngày 08 tháng 10 năm 2019.

In xong và nộp lưu chiểu năm 2019. ISBN: 978-604-67-1397-5.