

Tạp chí khoa học kỹ thuật

THỦY LỢI & MÔI TRƯỜNG

GPXB: 158/GP-BVHTT

Journal of Water Resources & Environmental Engineering

ISSN 1859 - 3941



TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
THUYLOI UNIVERSITY

Số 75
09 - 2021

MỤC LỤC

- **Tổng biên tập:**
PGS.TS NGUYỄN CẢNH THÁI

- **Phó Tổng biên tập:**
GS.TS. TRẦN VIỆT ƠN
GS.TS. TRỊNH MINH THỤ
GS.TS NGUYỄN TRUNG VIỆT

- **Trưởng Ban biên tập - Ủy viên thường trực Hội đồng biên tập:**
PGS.TS NGÔ LÊ LONG

- **Thư ký Tòa soạn:**
PHẠM THỊ VĂN ANH

- **Ủy viên hội đồng biên tập**
PGS.TS NGUYỄN CẢNH THÁI
GS.TS TRẦN VIỆT ƠN
GS.TS TRỊNH MINH THỤ
GS.TS NGUYỄN TRUNG VIỆT
GS.TS NGUYỄN TIẾN CHUÔNG
GS.TS NGUYỄN QUANG KIM
GS.TS PHẠM THỊ HƯƠNG LAN
GS.TS PHẠM NGỌC QUÝ
GS.TS LÊ ĐÌNH THÀNH
GS.TS THIỀU QUANG TUẤN
PGS.TS NGUYỄN TUẤN ANH
PGS.TS NGUYỄN THU HIỀN
PGS.TS HOÀNG VIỆT HÙNG
PGS.TS ĐẶNG THỊ THANH LÊ
PGS.TS HOÀNG THANH TÙNG
TS. ĐOÀN YÊN THỂ

- **Họa sĩ thiết kế:**
VĂN LINH

TT	Tên bài	Tác giả	Trang
BÀI BÁO KHOA HỌC			
1.	Đánh giá đặc tính thổ nhưỡng đất bán ngập và chất lượng nước làm cơ sở xây dựng bộ tiêu chí lập địa phục vụ cho trồng rừng tỉnh Bình Phước	LÊ CÔNG CHÍNH	3
2.	Đánh giá tổn thương địa chấn cho công trình có kết cấu tường gạch chịu lực sử dụng gối cách chấn đáy đàn hồi cốt sợi dạng liên kết	NGÔ VĂN THUYẾT	9
3.	Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến sản lượng thủy điện hồ Thác Mơ	NGUYỄN THỊ THU HÀ LƯƠNG THỊ NGUYỆT HÀ NGÔ LÊ AN NGUYỄN THỊ THU HÀ	16
4.	Đánh giá hiện trạng và phân tích nguyên nhân hư hỏng tường biển tại khu du lịch Đồ Sơn, thành phố Hải Phòng	TÀNG XUÂN THỌ TRẦN THANH TÙNG	24
5.	Đánh giá sự cố công trình kè bảo vệ bờ biển Nhân Trạch, tỉnh Quảng Bình	LÊ VĂN THỊNH LÊ HẢI TRUNG	33
6.	Nghiên cứu xác định lượng dùng tro bay hợp lý trong hỗn hợp đất - tro bay - xi măng ứng dụng để gia cố mái đê và đỉnh đê sông trên địa bàn thành phố Hà Nội	NGUYỄN HỮU HUẾ NGUYỄN THỊ THU HƯƠNG NGUYỄN HỮU THÁNH NGUYỄN ĐĂNG TÍNH	41
7.	Phân cấp hạn thủy văn cho đồng bằng sông Cửu Long	VÕ VĂN TIỀN TRỊNH CÔNG VẤN VŨ VĂN KIÊN	50
8.	Một nghiên cứu về ảnh hưởng của tỷ số nén và hình dạng đỉnh Piston đến hiệu suất làm việc của động cơ CNG chuyển đổi	TRẦN ĐĂNG QUỐC NGUYỄN VĂN TIẾN BÙI HUỖN HẠNH PHAN ĐÌNH TUẤN	57
9.	Mô hình vật lý kiểm nghiệm khả năng ứng dụng kết cấu tiêu sóng cho tường biển ở Nha Trang	PHẠM VĂN CHIẾN	65
10.	Ứng dụng mô hình HEC-HMS mô phỏng dòng chảy lũ hồ chứa Bản Mòng và các tiểu lưu vực vùng hạ du	LÊ VĂN THỊNH	73
11.	Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến vận chuyển bùn cát tới hồ chứa Lai Châu	LÊ VĂN THỊNH	82
12.	Nghiên cứu ảnh hưởng của các thành phần vật liệu đến một số tính chất bê tông nhẹ sử dụng cốt liệu Keramzit	HOÀNG QUỐC GIA VŨ QUỐC VƯƠNG	90
13.	Vai trò của cây xanh và một số giải pháp sử dụng cây xanh trong kiến trúc cảnh quan đô thị	LÊ THỊ MAI HƯƠNG	97
14.	Đánh giá phân bố mặn trên sông Hậu phục vụ cho công tác cảnh báo xâm nhập mặn ở đồng bằng sông Cửu Long	NGUYỄN ĐĂNG TÍNH VÕ VĂN TIỀN TRỊNH CÔNG VẤN VŨ VĂN KIÊN	106
15.	Năng lượng tái tạo và công nghệ lưu trữ năng lượng trên xe điện	VŨ QUANG HUY TRẦN ĐĂNG QUỐC NGUYỄN ĐỨC NGỌC	112
16.	Ứng dụng mô hình để xuất khai thác bền vững nước dưới đất vùng Nam Định	PHẠM QUÝ NHÂN TRẦN THÀNH LÊ TRẦN VŨ LONG	120
17.	Thể chế và chính sách cho an ninh nguồn nước quốc gia: Kinh nghiệm quốc tế và bài học cho Việt Nam	LÊ VĂN CHÍNH	128
18.	Đánh giá lưu lượng tràn qua các mặt cắt đê biển bằng thí nghiệm mô hình vật lý	PHAN ĐÌNH TUẤN	137

Toà soạn: PHÒNG 506 - NHÀ A1 - TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
175 TÂY SƠN - ĐỒNG ĐA - HÀ NỘI

Điện thoại: 024.35638158; Email: tapchitlmt@tlu.edu.vn

Số lượng in: 400 cuốn, khổ 20,5 × 29 cm tại Công ty TNHH in và Thương mại Mê Linh. Giấy phép xuất bản số: 158/GP-BVHTT, cấp ngày 08/05/2003.

TABLE OF CONTENT

No	Title	Author	Page
SCIENTIFIC ARTICLE			
1.	Assessment of the soil fertility and water quality in establishing suitable sites for afforestation in semi-submerged areas in Binh Phuoc province	LE CONG CHINH	3
2.	Seismic vulnerability assessment of a base-isolated masonry building using bonded fiber reinforced elastomeric isolators	NGO VAN THUYET	9
3.	Impact of climate change on hydropower generation in Thac Mo hydropower plant	NGUYEN THI THU HA LUONG THI NGUYET HA NGO LE AN NGUYEN THI THU HA	16
4.	Study on the status of seawall failure in Do Son town, Hai Phong city, and the causes of the failure	TANG XUAN THO TRAN THANH TUNG	24
5.	A failure assessment of Nhan Trach revetment in Quang Binh	LE VAN THINH LE HAI TRUNG	33
6.	Research on determining the optimal amount of fly ash in the mixture of soil - fly ash - cement applied to reinforce river dyke slopes and dyke crests in Hanoi city	NGUYEN HUU HUE NGUYEN THI THU HUONG NGUYEN HUU THANH	41
7.	Classification of hydrological drought in lower Mekong delta	NGUYEN DANG TINH VO VAN TIEN TRINH CONG VAN VU VAN KIEN	50
8.	A study on the effect of operating condition and piston head geometry on engine performance of converted CNG engine	TRAN DANG QUOC NGUYEN VAN TIEN BUI HUYEN HANH	57
9.	Physical model tests the application of hollow cylinder wave dissipation structure for sea wall in Nha Trang	PHAN DINH TUAN	65
10.	Application of HEC-HMS model for simulating floods in the Ban Mong reservoir and related downstream sub-catchments	PHAM VAN CHIEN	73
11.	Research impact of climate change on sediment transport to Lai Chau reservoir	LE VAN THINH	82
12.	Study on the effects of mix design on the lightweight concrete properties using Keramzit aggregate	HOANG QUOC GIA VU QUOC VUONG	90
13.	The role of plants and some solutions to use the plants in urban landscape architecture	LE THI MAI HUONG	97
14.	Assessment of salinity distribution on Hau river for early warning in lower Mekong delta	NGUYEN DANG TINH VO VAN TIEN TRINH CONG VAN VU VAN KIEN	106
15.	Renewable energy and energy storage technology on electric vehicles	VU QUANG HUY TRAN DANG QUOC NGUYEN DUC NGOC	112
16.	Application of groundwater modelling for proposing sustainable exploitation of pleistocene aquifer's fresh water lense in Nam Dinh area	PHAM QUY NHAN TRAN THANH LE TRAN VU LONG	120
17.	Institutional arrangements and policy reform for national water security: International experiences and lesson learnt for Vietnam	LE VAN CHINH	128
18.	Assessment of overtopping discharge over sea dyke by physical model tests	PHAN DINH TUAN	137

Bìa 1: Công trình đập hạ lưu sông Dinh (Ninh Thuận)

Nguồn ảnh: Chi nhánh miền Trung công ty TNHH Tư vấn Trường ĐH Thủy lợi

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ĐỀ XUẤT KHAI THÁC BỀN VỮNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÙNG NAM ĐỊNH

Phạm Quý Nhân¹, Trần Thành Lê¹, Trần Vũ Long²

Tóm tắt: *Thấu kính nước ngọt tầng chứa nước Pleistocen khu vực Nam Định được hình thành từ 12.900 năm trước và là nguồn tài nguyên quý giá cho cư dân ven biển sinh sống tại khu vực này. Mặc dù lượng nước ngầm khai thác chưa nhiều 154.163m³/ngày so với tiềm năng nước dưới đất, nhưng các vấn đề như suy giảm mực nước ngầm, xâm nhập mặn trong thấu kính nước ngọt này vẫn đang là vấn đề nan giải. Mục tiêu của nghiên cứu là xây dựng mô hình dòng chảy, mô hình dự báo xâm nhập mặn để từ đó đề xuất kịch bản khai thác nước ngầm bền vững cho khu vực nghiên cứu. Sử dụng kết hợp các phương pháp khảo sát thực địa, địa vật lý, địa hóa, đồng vị và lập mô hình số, đã xác định được mức khai thác nước ngầm bền vững cho toàn vùng là 544.314 m³/ng mà không ảnh hưởng đến các tác động tiêu cực do khai thác nước dưới đất gây ra. Kết quả nghiên cứu là một định hướng rất tốt cho quản lý và khai thác bền vững nguồn nước dưới đất quý giá này*

Từ khóa: Mô hình số nước dưới đất, thấu kính nước nhạt, khai thác bền vững, Nam Định.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khai thác bền vững nước dưới đất (NDĐ) là lượng nước có thể khai thác được mà không gây các tác động xấu đến môi trường xung quanh (Todd DK, 1959). Sử dụng mô hình số để đánh giá tiềm năng và đề xuất khai thác bền vững, xây dựng chính sách quản lý NDĐ đã được nhiều tác giả đề cập đến (Charles F. Brush, et al 2016). Hệ thống thông tin địa lý kết hợp với việc sử dụng các mô hình NDĐ như MODFLOW, MIKE, v.v. đã được sử dụng ở Wallon, Bỉ, để xác định điều kiện biên, điều kiện ban đầu cũng như hiện trạng khai thác NDĐ là số liệu đầu vào của mô hình (R.C. Carabin Gogu, et al 2001). Mô hình tầng chứa nước (TCN) đã được phát triển ở phía tây đồng bằng sông Nile ở Ai Cập được xây dựng làm công cụ phân tích và dự báo theo các kịch bản khác nhau của vùng nghiên cứu (M.A. Darwish Dawoud, et al 2005). Tại Bang Haryana, Ấn Độ, mô hình nước dưới đất được thực hiện trong giai đoạn 1997-2010 sử dụng phần mềm SGMP (Standard Groundwater Model Package) với các số liệu về tưới tiêu, đất, thu hoạch và khí hậu đã

được áp dụng để đánh giá xâm nhập mặn để phục vụ cho canh tác trong vùng (A Singh, 2013). Rojas (R. Kahunde Rojas, et al 2010) đã thông qua MODFLOW để thiết lập mô hình khái niệm nhằm hiểu biết và quản lý hệ thống NDĐ. Ứng dụng mô hình số cũng đã được thực hiện để kiểm tra tác động của thay đổi sử dụng đất đối với dòng chảy NDĐ kết hợp chỉ thị thực vật loài phreatophyte để xác định tác động môi trường ở lưu vực Grote-Nete, Bỉ (Todd DK, 1959). Mô hình NDĐ MODFLOW cũng được thực hiện nhằm phân tích và dự báo tác động của việc khai thác NDĐ đối với sụt lún mặt đất ở đồng bằng Jijel, Algieria đến năm 2042 (A. Saibi Boufekane, et al 2019). Ngược lại, đối với một vùng khô hạn, MODFLOW được sử dụng để đánh giá hiệu quả của việc quản lý nước ngầm trong 30 năm tới ở TCN Nubia, Ai Cập (M. El Alfy, 2014). Nam Định là một tỉnh ven biển đồng bằng Bắc Bộ với nguồn tài nguyên NDĐ nhạt tương đối hạn chế. Với tốc độ phát triển kinh tế xã hội nhanh chóng, áp lực lên nguồn tài nguyên NDĐ ngày càng gia tăng. Mặc dù lượng nước ngầm khai thác chưa nhiều 154.163 m³/ngày so với tiềm năng NDĐ, nhưng các vấn đề như suy giảm mực NDĐ, xâm nhập mặn (XNM) trong thấu kính nước ngọt này

¹ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất

vẫn đang là vấn đề nan giải (Frank Wagner, et al., 2011). Chính vì vậy, xác định hiện trạng khai thác, dự báo xâm nhập mặn bằng sự kết hợp xây dựng mô hình dòng chảy, mô hình dự báo XNM từ đó đề xuất kịch bản khai thác NĐĐ bền vững cho khu vực nghiên cứu là mục tiêu của nghiên cứu này.

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

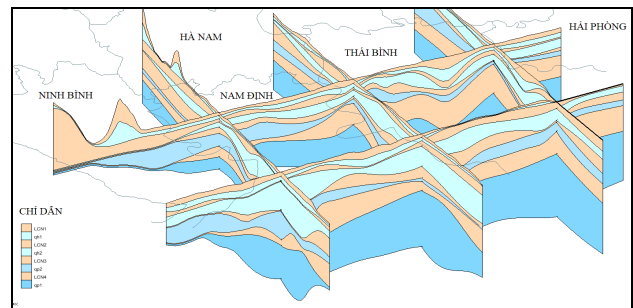
Vùng nghiên cứu thuộc phía nam thuộc đồng bằng Bắc Bộ là vùng tương đối bằng phẳng, đồng bằng thấp trũng và đồng bằng ven biển. Phía Tây Bắc tập trung số ít đồi núi thấp. Khí hậu vùng nghiên cứu là nhiệt đới gió mùa nóng ẩm, một năm chia 2 mùa khô và mưa rõ rệt. Mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô kéo dài từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Vùng nghiên cứu có mạng lưới sông ngòi phát triển khá dày đặc. Chảy qua vùng nghiên cứu có các sông: sông Hồng, sông Đáy, sông Đào và sông Ninh Cơ. Nhìn chung chế độ dao động mực nước trên các sông này phụ thuộc vào lượng mưa và chế độ thủy triều. Đặc điểm địa chất thủy văn đồng bằng sông Hồng và vùng Nam Định nói riêng đã được nghiên cứu từ khá sớm với các công trình của: Cao Sơn Xuyên, 1985; Đỗ Trọng Sự, 1986; Vũ Nhật Thăng, 1997; Nguyễn Văn Độ, 1996; Đoàn Văn Cảnh, 1996, 2015; Đặng Đình Phúc, 2000; Nguyễn Văn Hoàng, 2013; Nguyễn Văn Đan, 2009; Hoàng Văn Hoan, 2014, ... bao gồm các TCN và các lớp cách nước như sau:

- TCN Holocen trên (qh_2) là TCN thứ nhất kể từ mặt đất phân bố rộng khắp trong vùng từ Tây sang Đông. Thành phần thạch học là cát, cát sét, sét, cát bột sét. Nước được tồn tại và vận động dưới dạng nước lỗ hổng. Chiều dày TCN biến đổi từ 2 - 28m, trung bình là 13.3m. Độ sâu mực nước tĩnh trong khoảng 2 - 5m dưới mặt đất, động thái biến động mạnh theo mùa. Mức độ chứa nước của tầng ở mức độ nghèo đến trung bình. Tầng phần lớn bị mặn.

- TCN Holocen dưới (qh_1) phân bố rộng khắp vùng, không lộ trên mặt bao gồm các trầm tích sông biển, biển đầm lầy và trầm tích biển thuộc hệ tầng Hải Hưng dưới. Thành phần thạch học chủ yếu là cát hạt mịn, cát bột sét, sét bột lẫn cát và các thấu kính sét xen kẹp trong tầng. TCN này có chiều dày khoảng 1,3 - 27,5m, trung bình đạt

khoảng 12,25m. Độ sâu mực nước trong khoảng 0.5 - 3.4m dưới mặt đất, động thái biến động mạnh theo mùa. Tầng có khả năng chứa nước tương đối tốt nhưng hầu hết bị mặn.

- TCN Pleistocen (qp) phân bố rộng khắp vùng, không lộ trên mặt và thành phần chủ yếu là trầm tích sông hệ tầng Vĩnh Phúc và Lê Chi. Thành phần thạch học chủ yếu là cát sạn sỏi thạch anh có lẫn ít cuội đa khoáng, phần phía trên và phần dưới là các tập hạt mịn cát, bột sét. Chiều dày tổng cộng TCN biến đổi từ 10,0m đến 78,0m, chiều dày trung bình toàn TCN là 45,07m. Mực nước áp lực trong tầng khá cao, chỉ khoảng 0 - 2,5m dưới mặt đất. Mức độ chứa nước của tầng khá giàu. Trong tầng tồn tại ranh giới mặn nhạt khá rõ ràng. Chất lượng nước ở vùng nhạt khá tốt.



Hình 1. Cấu trúc địa chất thủy văn vùng ven biển đồng bằng sông Hồng

- TCN khe nứt Pliocen (m_4) bao gồm toàn bộ các trầm tích hệ tầng Vĩnh Bảo (N_2vb). Phân bố rộng trong vùng, không lộ trên mặt, bị các trầm tích trẻ phủ kín. Thành phần thạch học gồm cát kết hạt nhỏ đến trung lẫn sạn sỏi các lớp bột kết, sét kết. Chiều dày biến đổi từ 35-85m, trung bình 65,66m. Chiều sâu mực nước khá nông, từ 0,6m-1,2m. Tầng chứa nước là được xếp vào giàu nước, nước nhạt.

- Nước khe nứt - karst TCN Triat giữa (t_2) Bao gồm toàn bộ các trầm tích đá vôi hệ Triat thống giữa, hệ tầng Đồng Giao phân bố phía Tây Nam vùng nghiên cứu. Thành phần thạch học chủ yếu là đá vôi màu xám, xám đen, phớt hồng, cấu tạo phân lớp dày, nước được vận động và tồn tại dưới dạng khe nứt karst. Chiều dày tổng cộng khoảng 720m, chiều dày chứa nước khoảng 100m. Động thái NĐĐ chủ yếu theo mùa. Khả năng chứa nước tốt.

3. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp tổng hợp, phân tích và thống kê số liệu, tài liệu

Thu thập, hệ thống hóa, xử lý, phân tích đánh giá các nguồn số liệu tự liệu từ các đề án, dự án, đề tài nghiên cứu khoa học, công nghệ đã có từ trước. Thống kê các tài liệu và xác định các quy luật tự nhiên. Đặc biệt các tài liệu về quan trắc khí tượng, thủy văn, hải văn đo độ mặn cho khu vực Nam Định từ năm 2005 đến 2019.

Phương pháp điều tra khảo sát thực địa

Các đợt điều tra khảo sát thực địa được tiến hành với việc khảo sát đo đạc trực tiếp tại hiện trường các giếng khoan với các thông số mực

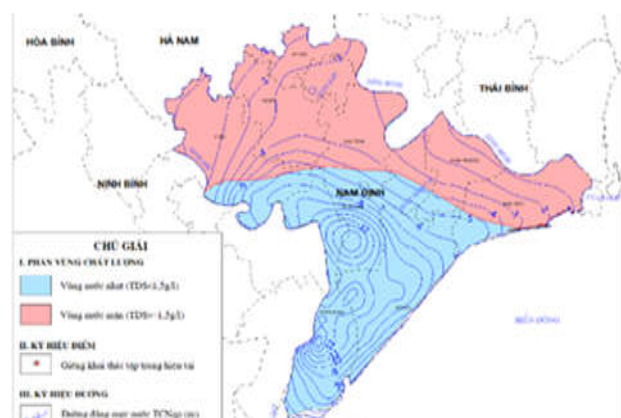
nước, lưu lượng khai thác và chất lượng nước đã được thực hiện theo mùa.

Khảo sát địa vật lý (ĐVL) tại hiện trường xác định ranh giới mặn nhạt.

Phương pháp đo sâu trường chuyển (Transient Electromagnetic Soundings - TEM) cho phép xác định sự biến đổi của giá trị điện trở suất của khung đất đá, qua đó cho phép xác định các dị thường của đất đá khảo sát đối với các lớp mặn nhạt khác nhau theo chiều sâu. Thiết bị sử dụng là Geonics ProTEM 47 với bộ dụng cụ 40x40m. Tổng số điểm đo thực hiện tại vùng nghiên cứu là 105 điểm với 11 tuyến đo (xem Hình 2).



Hình 2. Vị trí các tuyến đo ĐVL bằng phương pháp đo sâu trường chuyển



Hình 3. Sơ đồ phân vùng ranh giới mặn nhạt TCN q

Phương pháp mô hình số

Phương trình vi phân liên tục của dòng chảy NĐĐ trong điều kiện môi trường không đồng nhất và dị hướng, như sau:

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

Ở đây: K_{xx} , K_{yy} , K_{zz} là các hệ số thấm theo phương x, y và z. Chiều z là chiều thẳng đứng.

h là cốt cao mực nước ở vị trí (x, y, z) tại thời điểm t.

W là các giá trị bổ cập, khai thác ở vị trí (x, y, z) tại thời điểm t.

S_s là hệ số nhả nước đơn vị

Phương trình (1) cùng với các điều kiện biên, điều kiện ban đầu của tầng chứa nước tạo thành một mô hình toán học về dòng chảy NĐĐ. Để giải phương trình trên, người ta phải tìm hàm số h (x, y, z, t), thoả mãn (1) và thoả mãn các điều kiện biên.

Sự biến động của giá trị h theo thời gian sẽ xác định bản chất của dòng chảy, từ đó có thể tính được trữ lượng động của tầng nước cũng như tính toán các hướng của dòng chảy. Việc tìm ra hàm giải tích h (x, y, z, t) cho phương trình (1) thường là rất khó. Trên thực tế, ngoại trừ một số rất ít trường hợp, phương trình (1) là phương trình không thể giải được bằng phương pháp giải tích. Do đó người ta buộc phải giải bằng phương pháp gần đúng. Một trong các phương pháp giải gần đúng ở đây được áp dụng cho bài toán này là phương pháp sai phân hữu hạn.

Phương pháp này thay vì tìm lời giải cho hàm liên tục $h(x, y, z, t)$, người ta chia không gian, thời gian thành nhiều ô, ở mỗi ô tất cả các giá trị tham gia vào phương trình được coi là không đổi. Bằng cách này người ta đưa phương trình đạo hàm riêng (1) về một hệ phương trình tuyến tính. Số phương trình tham gia vào bằng số các ô của lưới chia x, y, z, t . Nếu bước lưới càng nhỏ thì kết quả thu được từ lời giải sai phân càng gần với lời giải

$$\frac{\partial(\theta C^k)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta D_{ij} \frac{\partial C^k}{\partial x_j}) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C^k) + q_s C_s^k + \Sigma R_n \quad (2)$$

Trong đó: C^k là nồng độ hòa tan của chất k , ML-1; θ là độ rỗng của đất, không thứ nguyên; t là thời gian, T; x_i là khoảng cách, L; D_{ij} là hệ số khuếch tán, L²T⁻¹; v_i là vận tốc thấm, LT⁻¹; q_s là tốc độ dòng trên một đơn vị thể tích, T⁻¹, C_{sk} là nồng độ của chất k , ML-3 và ΣR_n là thành phần liên quan đến phản ứng hóa học, ML-3T⁻¹. Phần mềm Visual MODFLOW với thuật toán MT3MS đã được công ty Waterloo, Canada phát triển trên cơ sở phương pháp sai phân hữu hạn được sử dụng trong nghiên cứu này.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trên cơ sở tổng hợp kết quả điều tra các quy mô cho thấy tồn tại 3 loại hình khai thác NĐĐ chính: nhóm quy mô lớn; nhóm quy mô trung bình; nhóm quy mô nhỏ. Nhóm khai thác NĐĐ quy mô lớn tập trung ở 03 khu vực Thị trấn

đúng của phương trình (1), nhưng khối lượng tính toán sẽ nhiều lên gấp bội, nên người ta phải tìm cách chọn ra độ lớn thích hợp cho ô. Nếu trong các ô lưới các giá trị tham gia tính toán trong phương trình không thay đổi đáng kể thì kể như phép chia ô là hợp lý.

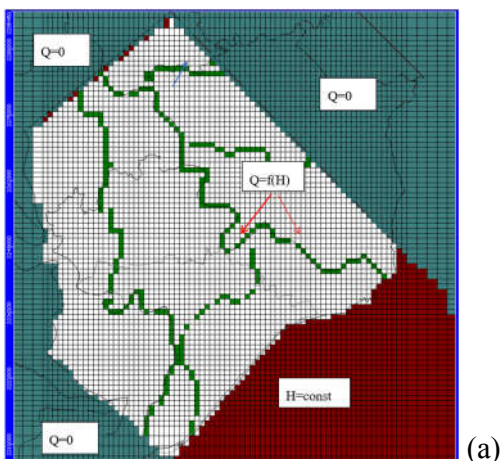
Phương trình vi phân mô tả quá trình lan truyền chất ô nhiễm NĐĐ được mô tả bằng phương trình đạo hàm riêng sau:

Quỹ Nhất, Nghĩa Hưng công suất 1200 m³/ng, xã Hải Toàn, Hải Hậu công suất 1200 m³/ng và Thị trấn Yên Định, Hải Hậu công suất 1000 m³/ng. Các lỗ khoan khai thác này đều tập trung vào TCN qp.

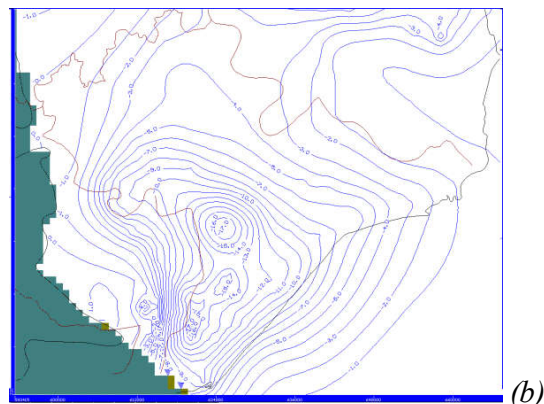
Kết quả đo địa vật lý

Vị trí các tuyến đo ĐVL được thể hiện trên Hình 2 và kết quả giải đoán tài liệu ĐVL cũng như kết hợp với điều tra, lấy mẫu đã xác định được hiện trạng ranh giới mặn nhạt với ngưỡng xác định TDS=1,5g/L được thể hiện trên Hình 3. So với kết quả nghiên cứu trước đây (Nguyễn Văn Độ, 1996 và Frank Wagner, et al 2011), sự biến động ranh giới mặn nhạt này bao gồm các tác động do khai thác và mức độ chi tiết trên các tuyến khảo sát trong nghiên cứu này.

Kết quả mô hình số NĐĐ



(a)



(b)

Hình 4. a) Điều kiện biên vùng nghiên cứu
b) Điều kiện ban đầu cao độ mực nước TCN qp

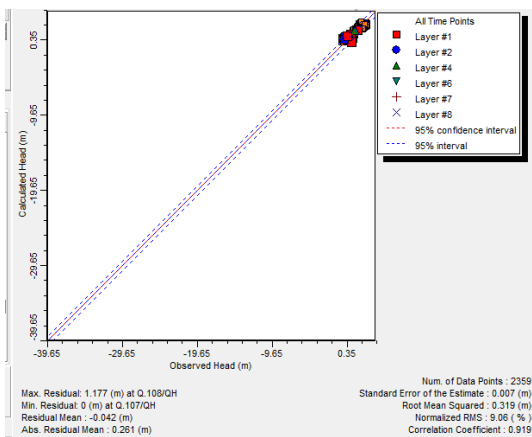
Mô hình số trong vùng nghiên cứu được xây dựng dựa trên các tài liệu thu thập, điều tra, khảo

sát. Diện tích lập mô hình là 1584km² chia thành 109 hàng và 209 cột, kích thước ô lưới là

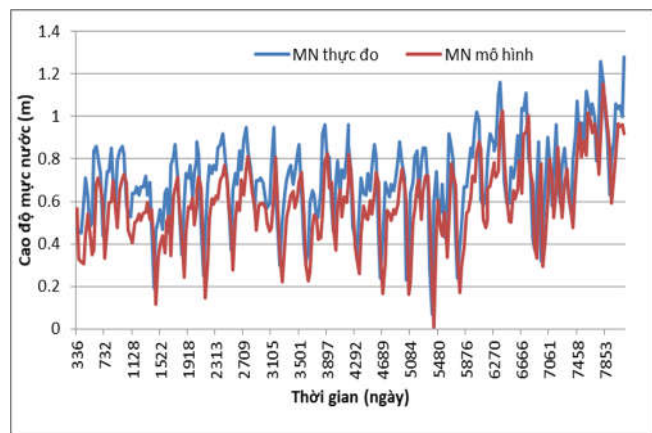
500x500m. Các dữ liệu bề mặt địa hình, cấu trúc địa chất thủy văn, điều kiện biên, điều kiện ban đầu mô hình như mực nước, phân bố mặn nhạt được thiết lập dựa trên kết quả điều tra khảo sát được thể hiện trên Hình 3 và Hình 4. Các thông số dịch chuyển XNM của mô hình được xác định trên số liệu thí nghiệm thả chất chỉ thị hiện trường như độ lỗ hồng hữu hiệu (effective porosity) $n_{hh}=0,23$; hệ số phân tán dọc $\alpha_L=0,44$; $\alpha_L=10\alpha_T$; tỷ số giữa hệ số phân tán theo phương thẳng đứng/hệ số phân tán dọc lấy bằng 0,01; hệ số khuếch tán phân tử hữu hiệu của muối ăn $D_d=0,00011232\text{m/ngày}$.

Để chỉnh lý mô hình theo bài toán không ổn định được tiến hành dựa theo tài liệu quan trắc mực nước thực tế tại các giếng quan trắc địa phương từ 9/2010 đến 9/2020 và quan trắc quốc gia từ 1/1996 đến tháng 12/2019. Mức độ tin cậy của mô hình được xác định qua sai số mực nước giữa mô hình và quan trắc thực tế.

Đối với TCN Holocen: Kết quả chỉnh lý mô hình cho thấy sai số lớn nhất là 1,177m tại giếng Q.108, sai số trung bình tương đối là 0,042m và sai số trung bình tuyệt đối là 0,261m được thể hiện trên Hình 5, Hình 6.

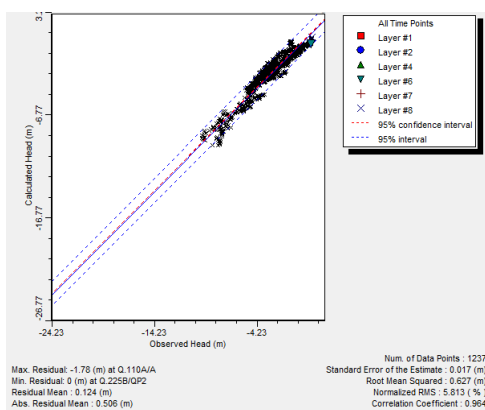


Hình 5. Đồ thị chỉnh lý mực nước TCN qh trạng thái vận động ổn định

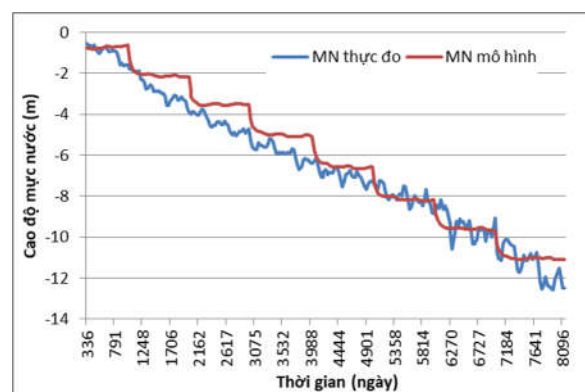


Hình 6. So sánh mực nước thực đo và mô hình TCN qh lỗ khoan Q109 theo thời gian

Chỉnh lý và đánh giá sai số TCN qp₂ và TCN qp₁



Hình 7. Đồ thị chỉnh lý mực nước TCN qp



Hình 8. So sánh mực nước thực đo & mô hình TCN qp lỗ khoan Q109a theo thời gian

Đối với TCN Pleistocen: Kết quả chỉnh lý mô hình cho thấy sai số lớn nhất là 1,78m tại giếng Q.110a, sai số trung bình tương đối là 0,124m và

sai số trung bình tuyệt đối là 0,506m, sai số trung bình quân phương NRMS 5,813% được thể hiện trên hình Hình 7, Hình 8. Dựa trên kết quả chỉnh

lý mô hình dòng chảy, các phương án quy hoạch được đưa ra:

- Phương án 1: Giữ nguyên hiện trạng khai thác nước năm 2018, không phát triển thêm công trình khai thác nước tập trung, đơn lẻ đến năm 2045. Mục đích của phương án này là xem xét xu thế hạ thấp mực NDD đến năm 2045.

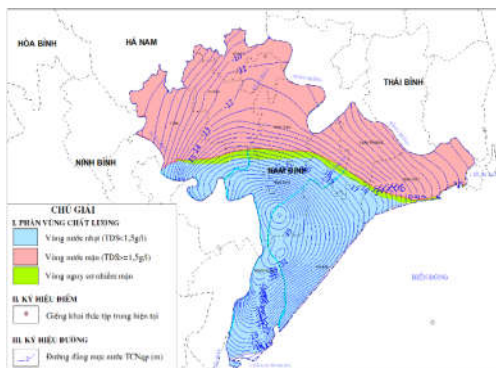
- Phương án 2: Điều chỉnh công suất các giếng khai thác trạm cấp nước TT Quỳ Nhất, Nghĩa

Hưng; Hải Toán, Hải Hậu và Yên Định, Hải Hậu. Mục đích của phương án này là xác định vị trí và lưu lượng khai thác hợp lý NDD phục vụ phát triển kinh tế xã hội thành phố với nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường như cạn kiệt NDD.

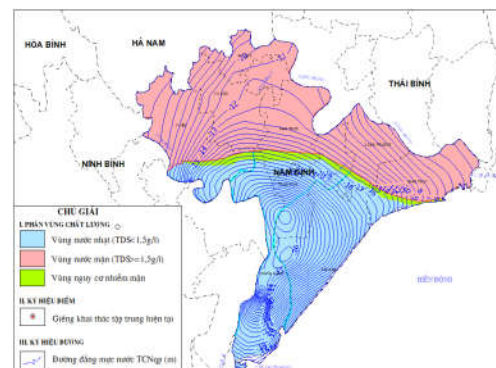
Vị trí các nhà máy khai thác, trạm cấp nước và kết quả dự báo biến động mực NDD và ranh giới mặn nhạt TCN qp theo các phương án đề xuất được thể hiện trong Bảng 1 và Hình 9, Hình 10.

Bảng 1. Kết quả đề xuất các phương án khai thác và dự báo biến động mực nước nước dưới đất

TT	Nhà máy nước/Trạm cấp nước	Số giếng	Tổng lưu lượng KT (m ³ /ng)	Số giếng điều chỉnh	Tổng lưu lượng KT điều chỉnh (m ³ /ng)	Cốt cao mực nước dự báo tại tâm bãi giếng phương án 1 (m)				Cốt cao mực nước khai thác cho phép (m)
						2018	2025	2035	2045	
Phương án 1										
1	Khai thác nước tập trung									
1.1	Cty CP nước sạch và VSNT NĐ Quỳ Nhất, Nghĩa Hưng	3	1200	3	1200	-13,8	-17,2	-19,5	-20,8	-28,4
1.2	Cty CP nước sạch và VSNT NĐ Hải Toán, Hải Hậu	6	1998	6	1998	-12,2	-18,0	-22,3	-25,4	-27,6
1.3	Cty CP nước sạch và VSNT NĐ Yên Định, Hải Hậu	4	1000	4	1000	-7,6	-12,9	-17,2	-22,1	-28,1
2	Khai thác nước đơn lẻ	47	18517	47	18517					
3	Khai thác nông thôn		131448		131448					
	Tổng lưu lượng khai thác PA1		154163		154163					
Phương án 2										
1	Khai thác nước tập trung									
1.1	Cty CP nước sạch và VSNT NĐ TT Quỳ Nhất, Nghĩa Hưng	3	1200	8	2800	-13,8	-17,2	-24,4	-27,8	-28,4
1.2	Cty CP nước sạch và VSNT NĐ Hải Toán, Hải Hậu	6	1,998	17	5,000	-12,2	-18,0	-22,3	-27,5	-27,6
1.3	Cty CP nước sạch và VSNT NĐ Yên Định, Hải Hậu	4	1000	13	3000	-7,6	-12,9	-18,9	-24,3	-28,1
2	Khai thác nước đơn lẻ	47	18517	47	18517					
3	Khai thác nông thôn		131448		131448					
4	Các nhà máy khai thác NDD bổ sung trong qp	0	0	6	5000	-6,5	-8,8	-11,9	-15,7	
	Tổng lưu lượng khai thác PA2		154163		544314					



Hình 9. Bản đồ dự báo dâng mực nước và XNM TCN qp năm 2045 theo phương án 1



Hình 10. Bản đồ dự báo dâng mực nước và XNM TCN qp năm 2045 theo phương án 2

Như vậy, với 2 phương án khai thác nước được tính toán như trên thì phương án 2 là tăng công suất và bổ sung thêm một số 01 bãi giếng và nâng công suất của các bãi giếng hiện có để có thể phát huy hết tiềm năng nguồn nước. Với việc điều chỉnh lại quy mô khai thác thì khả năng khai thác nguồn NDD, mực NDD, ranh giới mặn nhạt không thay đổi nhiều và hoàn toàn có thể đáp ứng cho các mục đích phát triển kinh tế khu vực ven biển tỉnh Nam Định.

5. KẾT LUẬN

Thấu kính nước nhạt TCN Pleistocen vùng Nam Định có tiềm năng và là nguồn tài nguyên quý giá phục vụ cho phát triển kinh tế - xã hội trong vùng. Kết quả đo địa vật lý đã chỉ ra được sự biến động ranh giới mặn nhạt so với các nghiên cứu thời điểm 1996 và 2010. Những biến động này có thể là do tác động của khai thác NDD và cũng có thể là mức độ điều tra chi tiết hơn của nghiên cứu này. Bằng phương pháp mô hình đã dự báo XNM theo 2 phương

án cho thấy do quy hoạch hợp lý, các khu vực bãi giếng nâng công suất đều ở cách xa ranh mặn từ 4-5 km do đó mặc dù có hình thành phễu cục bộ nhưng ảnh hưởng nhiều tới được ranh mặn do đó kết quả tính toán XNM ở phương án 2 so với phương án 1 không khác nhau nhiều. Bố trí các công trình khai thác NDD hợp lý về vị trí và lưu lượng khai thác như theo phương án 2 cho thấy tổng lưu lượng khai thác NDD toàn tỉnh có thể lên đến 544.314 m³/ng mà biến động mực nước và XNM trong các TCN so với phương án 1 không thay đổi nhiều và vẫn đảm bảo an toàn.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tiến hành trong khuôn khổ các hoạt động của đề tài "Nghiên cứu ngưỡng khai thác an toàn phục vụ khai thác bền vững NDD TCN lỗ hổng Pleistocen vùng Nam Định" do Sở KH-CN Nam Định tài trợ. Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự cộng tác, tham gia và giúp đỡ trong quá trình hoàn thiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đoàn Văn Cảnh (1996), *"Tài nguyên môi trường NDD vùng Nam Định - Hà Nam"*, Đề tài KH-CN cấp Bộ, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Đoàn Văn Cảnh (2015), *"Nghiên cứu đề xuất các tiêu chí và phân vùng khai thác bền vững, bảo vệ tài nguyên nước dưới đất vùng đồng bằng Bắc Bộ và đồng bằng Nam Bộ"*, KC.08.06/11-15, Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Nguyễn Văn Đản (2009), *"Nghiên cứu, áp dụng tổ hợp các phương pháp ĐCTV, ĐVL, mô hình số để điều tra, đánh giá nhiễm mặn và tìm kiếm các thấu kính hoặc TCN nhạt dải ven biển Nam Định"*, Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Bắc.
- Nguyễn Văn Độ (1996), *"Lập bản đồ địa chất thủy văn 1:50.000 vùng Nam Định"*, Lưu trữ địa chất, Đoàn 47.
- Frank Wagner, Phạm Quý Nhân, Jens Bhomer, Đỗ Tiến Hùng (2011), *"Tăng cường bảo vệ NDD ở Việt Nam"*, Dự án Chính phủ CHLB Đức
- Hoàng Văn Hoàn (2014), *"Nghiên cứu xâm nhập mặn nước dưới đất trầm tích đệ tứ vùng Nam Định"*, Luận án Tiến sỹ Địa chất, Trường đại học Mỏ Địa chất.
- Nguyễn Văn Hoàng Vũ Đình Hùng (2003), *"Nghiên cứu nguyên nhân làm suy thoái chất lượng NDD vùng duyên hải Nam Định và các biện pháp khắc phục"*, Đề tài NCKH - Viện Khoa học thủy Lợi Việt Nam Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.
- Đặng Đình Phúc (2000), *"Nghiên cứu đánh giá tiềm năng, hiện trạng khai thác và dự báo cạn kiệt, xâm nhập mặn khu vực Hải Hậu - Giao Thủy thuộc vùng duyên hải tỉnh Nam Định"*, Đề tài NCKH - Cục Quản lý Tài nguyên nước
- Đỗ Trọng Sự (1986), *"Địa chất thủy văn - địa chất công trình vùng đồng bằng Bắc Bộ"*, Viện KH Địa chất và Khoáng sản.

- Vũ Nhật Thăng Vũ Quang Lâm (1997), "Những dẫn liệu mới về địa chất Đệ tứ vùng Thái Bình - Nam Định và phụ cận", Tạp chí Bản đồ Địa chất(1), tr. 48-52
- Cao Sơn Xuyên (1985), "Địa chất thủy văn, địa chất công trình 1:200.000 tờ Hải Phòng - Nam Định", Đoàn 63, Liên đoàn 2.
- A Singh (2013), "Groundwater modelling for the assessment of water management alternatives", J. Hydrol, 2013, 481, 220-229
- M. El Alfy (2014), "Numerical groundwater modelling as an effective tool for management of water resources in arid areas", Hydrol. Sci. J, 2014, 59, 1259-1274
- M.A. Darwish Dawoud, M.M. El-Kady, M.M. (2005), "GIS-based groundwater management model for Western Nile Delta", Water Resour. Manag, 2005, 19, 585-604.
- A. Saibi Boufekane, H.; Benlaoukli, B. Saighi, O (2019), "Scenario modeling of the groundwater in a coastal aquifer (Jijel plain area, Algeria)", Arab. J. Geosci., 2019, 12, 1-14.
- R.C. Carabin Gogu, G. Hallet, V. Peters, V.; Dassargues, A. (2001), "GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling", Hydrogeol. J, 2001, 9, 555-569.
- R. Kahunde Rojas, S. Peeters, L.; Batelaan, O. Feyen, L.; Dassargues, A (2010), "Application of a multimodel approach to account for conceptual model and scenario uncertainties in groundwater modelling", J. Hydrol, 2010, 394, 416-435.
- O. De Smedt Batelaan, F. Triest, L (2003), "Regional groundwater discharge: Phreatophyte mapping, groundwater modelling and impact analysis of land-use change", J. Hydrol, 2003, 275, 86-108.
- Todd DK (1959), "Groundwater Hydrology", John Wiley & Son, Inc., New York, 1959.
- Charles F. Brush and Tariq N. Kadir Emin C. Dogrul (2016), "Groundwater Modeling in Support of Water Resources Management and Planning under Complex Climate", Regulatory, and Economic Stresses. Water, 2016, 8, 592; doi:10.3390/w8120592.

Abstract:

APPLICATION OF GROUNDWATER MODELLING FOR PROPOSING SUSTAINABLE EXPLOITATION OF PLEISTOCENE AQUIFER'S FRESH WATER LENSE IN NAM DINH AREA

The fresh groundwater lens of the Pleistocene aquifer in Nam Dinh area was formed with an age of up to 12,900 years and is a valuable resource for coastal residents living in this area. Although the groundwater extraction volume is not much 154.163m³/d compared to the groundwater potential, problems such as groundwater level decline, saline intrusion in this fresh groundwater lens are still problems. The objective of this study is to build flow model and solute transport model and to propose a sustainable groundwater exploitation scenario for the study area. Using a combination of methods including field survey, geophysical, hydrogeochemical, isotopes and numerical modeling, the sustainable groundwater extraction for the whole region has been determined as 544.314 m³/d without affecting the negative impacts caused by groundwater extraction. This research result is a very good orientation for sustainable management and exploitation of groundwater.

Keywords: Groundwater modelling, fresh groundwater lense, susustainable exploitation, Nam Dinh

Ngày nhận bài: 20/9/2021

Ngày chấp nhận đăng: 30/9/2021