

CÁC GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU NHIỄM MẶN CÁC CÔNG TRÌNH KHAI THÁC NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÙNG KHAN HIẾM NƯỚC ĐỒNG BẰNG NAM BỘ

Lê Việt Hùng^{1,*}, Hoàng Đại Phúc², Vũ Ngọc Đức³, Phạm Quý Nhân¹

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Trung tâm Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Quốc gia

³Công ty TNHH Tư vấn, Triển khai Công nghệ và Xây dựng Mỏ - Địa chất

Tóm tắt

Nhiễm mặn các công trình khai thác nước dưới đất trong các tầng chứa nước trầm tích Đệ Tứ - Neogene đồng bằng Nam Bộ dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng cũng như do nhu cầu khai thác nước dưới đất phục vụ cho an sinh xã hội, phát triển kinh tế ngày càng tăng cao. Các lỗ khoan khai thác nước dưới đất, các giếng đào đang bị nhiễm mặn làm cho không thể tiếp tục khai thác dẫn đến tình trạng khan hiếm nước ngày nghiêm trọng. Trên cơ sở phân tích đánh giá nguyên nhân nhiễm mặn công trình, nhóm tác giả xây dựng các tiêu chí tác động đến các giải pháp. Sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP), chồng chập bản đồ bằng kỹ thuật GIS, nhóm tác giả đã xác định được các giảm thiểu nhiễm mặn công trình khai thác ở 42 vùng khan hiếm nước trên toàn đồng bằng Nam Bộ.

Từ khóa: Nhiễm mặn; Công trình khai thác nước dưới đất; Vùng khan hiếm; Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP); GIS; Giải pháp.

Abstract

Solutions to mitigate the salinization of groundwater extraction boreholes in the Nam Bo plain

The salinization of groundwater extraction boreholes within the Quaternary - Neogene sedimentary aquifers of the Nam Bo plain is increasingly impacted by climate change, rising sea levels, and the growing demand for groundwater to support social security and economic development. Many boreholes and dug wells are now contaminated with salinity, rendering them unsuitable for continued use and exacerbating water scarcity. Through a thorough analysis of the causes of salinity contamination, we have established criteria for influencing mitigation strategies. By applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) and integrating GIS-based map overlays, we have identified effective solutions to reduce salinity contamination in groundwater extraction boreholes across 42 regional water-scarce areas.

Keywords: Salinization; Groundwater extraction boreholes; Water-scarce areas; Analytic Hierarchy Process (AHP); GIS; Solutions.

Nhận bài: 21/8/2024; Phản biện xong: 09/9/2024; Duyệt đăng: 26/9/2024

***Tác giả liên hệ, Email:** lvhung@hunre.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.63064/khtnmt.2024.611>

1. Mở đầu

Trong điều kiện tự nhiên, nước dưới đất chảy ra biển ngăn không cho nước biển (mặn) xâm lấn vào sâu trong các tầng chứa nước (TCN) dưới đất. Bề mặt của ranh giới tiếp xúc giữa nước ngọt và nước mặn được duy trì gần bờ biển hoặc sâu dưới bề mặt đất. Vùng này được gọi là vùng phân tán hoặc vùng chuyển tiếp, nơi nước ngọt và nước mặn hòa trộn với nhau. Việc khai thác nước dưới đất hoặc nước biển dâng dưới tác động của biến đổi khí hậu làm giảm dòng chảy nước dưới đất về khu vực ven biển và khiến bề mặt ranh giới dịch chuyển về phía các TCN dưới đất. Sự xâm nhập mặn bao gồm sự xâm nhập ngang từ vùng nước ven biển và sự di chuyển theo chiều dọc của nước mặn gần các giếng khai thác.

Nhiễm mặn các công trình khai thác nước dưới đất đang là vấn đề nổi cộm ở các TCN trầm tích Đệ Tứ - Neogene đồng bằng Nam Bộ dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng cũng như do nhu cầu khai thác nước dưới đất phục vụ cho an sinh xã hội, phát triển kinh tế ngày càng tăng cao [1]. Các lỗ khoan khai thác nước dưới đất, các giếng đào đang bị nhiễm mặn làm cho không thể tiếp tục khai thác dẫn đến tình trạng khan hiếm nước ngày càng tăng.

Nhiều giải pháp, công nghệ giảm thiểu nhiễm mặn đã được nghiên cứu và ứng dụng trên nhiều nơi trên thế giới và ở Việt Nam. Các nghiên cứu của các tác giả [4, 5, 12, 16, 17] đã thực hiện các giải pháp giảm hút nước từ giếng khai thác. Đây là biện pháp đơn giản, trực tiếp và tiết kiệm chi phí nhất để duy trì cân bằng nước dưới đất trong các TCN và kiểm soát các vấn đề xâm nhập mặn. Tuy nhiên, khả năng giảm khai thác có thể bị hạn chế

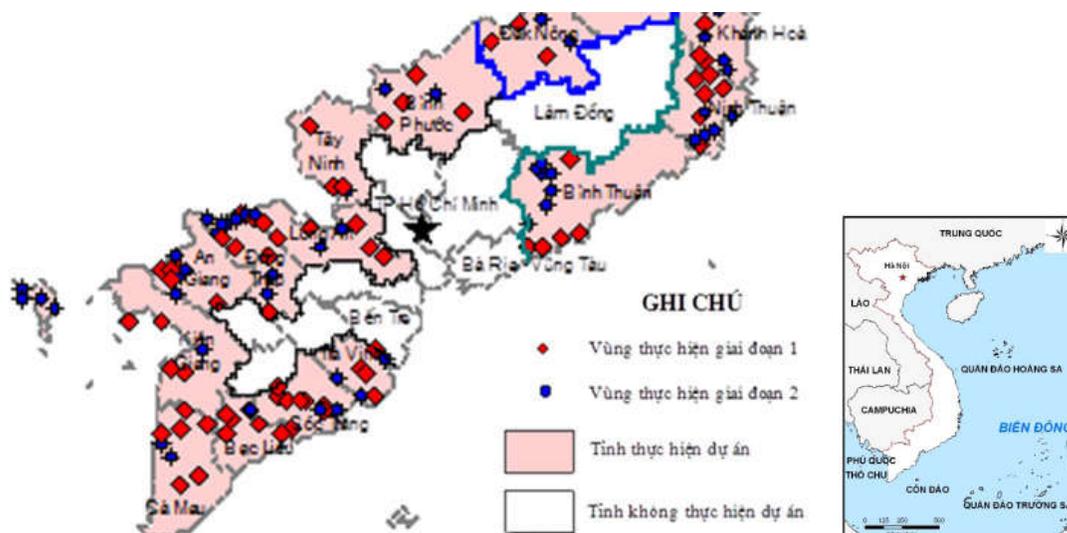
ở một số vùng với nhu cầu nước cao và tất nhiên cần phải cung cấp nguồn nước bổ sung để thay thế cho việc giảm áp đặt trong kế hoạch khai thác nước dưới đất.

Các tác giả [3, 7, 9, 15, 19] sử dụng phương pháp tạo ranh giới ngăn cách thủy lực chủ động hoặc tạo áp lực. TCN được bổ sung nhân tạo bằng nước chất lượng cao (ví dụ: Nước mặt, nước mưa, nước dưới đất được khai thác, nước thải đã qua xử lý hoặc nước khử muối) để duy trì độ dốc hướng ra biển trong hệ thống bằng cách tăng áp lực cột nước trong đất liền, nâng cao mực nước dưới đất, giảm bớt việc hút nước quá mức, cải thiện chất lượng nước và ngăn chặn tình trạng nhiễm mặn.

Theo các tác giả [6, 8, 10, 11, 13, 14] nghiên cứu sử dụng tạo ranh giới ngăn cách thủy lực giữa nước ngọt và nước dưới đất bằng đập ngầm, vách ngăn ngầm,... Việc phát triển các ranh giới ngăn cách như vậy đòi hỏi chi phí lắp đặt và chi phí vật liệu ban đầu cao nhưng về lâu dài thì đây là một giải pháp hữu ích, tiết kiệm vì chúng có độ bền cao, không yêu cầu các hoạt động bảo trì và sửa chữa trong suốt thời gian sử dụng.

Chính vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện để đề xuất được các giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn các công trình khai thác nước dưới đất vùng đồng bằng Nam Bộ và đánh giá được khả năng áp dụng các giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn các công trình khai thác nước dưới đất cho các vùng khan hiếm nước đồng bằng Nam bộ.

Vùng nghiên cứu sẽ được thực hiện căn cứ theo Quyết định số 1553 của Thủ tướng Chính phủ về Chương trình điều tra, tìm kiếm nguồn nước dưới đất để cung cấp nước sinh hoạt ở các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước [2] (Hình 1).



Hình 1: Các tỉnh ở các vùng núi cao, đồng bằng Nam Bộ triển khai nghiên cứu

2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1. Phương pháp nghiên cứu

2.1.1. Phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) (Thomas L. Saaty, 1980) [18] là tiến trình phân tích thứ bậc giúp xác định và phân tích dữ liệu theo các tiêu chí gồm cả yếu tố khách quan và chủ quan rồi tiến hành lượng hóa các tiêu chí này, từ đó giúp cho việc ra quyết định đối với vấn đề đang xem xét được nhanh và chính xác hơn.

Theo phương pháp này, người thực hiện sẽ tham khảo ý kiến của các chuyên gia và thành lập một bảng trọng số các tiêu chí gồm cả ý kiến chủ quan và khách quan, phân cấp các yếu tố ảnh hưởng, tác động đến vấn đề cần xem xét và đưa ra quyết định để lựa chọn một phương án phù hợp nhất. Phương pháp được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như tài nguyên môi trường, sức khỏe, kinh tế, an ninh, xã hội,... giúp giảm thiểu các rủi ro khi đưa ra các quyết định thực hiện.

Phương pháp AHP gồm các bước cơ bản sau:

Bước 1: Tham khảo ý kiến chuyên gia, xác định các yếu tố ảnh hưởng cũng như tầm quan trọng của chúng đến bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất vùng nghiên cứu.

Xây dựng bảng các yếu tố ảnh hưởng đến bổ cập từ nước mưa cho nước dưới đất như địa chất, địa hình, đặc điểm TCN,... Sau đó thực hiện phân tích, sắp xếp, phân loại theo mức độ quan trọng từ thấp đến cao của các tiêu chí yếu tố.

Bước 2: Căn cứ vào thang đánh giá tầm quan trọng tương đối của Saaty, tiến hành so sánh các cặp yếu tố ảnh hưởng với nhau.

Giữa các cặp yếu tố ảnh hưởng sẽ được so sánh để xác định tầm quan trọng. Việc yếu tố này quan trọng hơn hay ảnh hưởng hơn gấp mấy lần yếu tố kia dựa vào bảng hỏi và trả lời của các chuyên gia.

Sau khi so sánh các cặp yếu tố, kết quả so sánh được đưa vào một bảng so sánh (ma trận so sánh).

Trong bảng so sánh trên, các yếu tố sẽ được xác định quan trọng với nhau bao nhiêu lần. Mỗi cặp so sánh được xác định

theo hàng và cột, phân cách bởi đường chéo mà ở đó, phân tử phía trên và phía dưới đường chéo có giá trị nghịch đảo nhau.

Bước 3: Tính toán trọng số của các yếu tố ảnh hưởng.

Bước 4: Xác định tỷ lệ nhất quán của các cặp yếu tố so sánh.

Theo Saaty 1986, tỷ lệ nhất quán (CR) cho biết sự đồng nhất về ý kiến và nhất quán về điểm số của các chuyên gia trong quá trình thảo luận ở Bước 2.

Nếu $CR \leq 0,1$ (10 %) thì ý kiến của các chuyên gia là tương đối thống nhất, nhất quán, kết quả được chấp nhận. Ngược lại, nếu $CR > 0,1$ (>10 %) thì ý kiến của các chuyên gia còn mang phần ngẫu nhiên, thể hiện sự thiếu nhất quán, Bước 2 cần được thực hiện và đánh giá lại.

Tỷ lệ nhất quán (Consistency ratio - CR) được xác định theo:

$$C_R = \frac{C_I}{R_I} \quad (1)$$

trong đó: C_I là chỉ số nhất quán và được xác định theo:

$$C_I = \frac{\lambda_{max} - n}{1 - n} \quad (2)$$

Với n là số yếu tố ảnh hưởng

λ_{max} là giá trị riêng được xác định từ bảng so sánh

R_I là chỉ số ngẫu nhiên (Random Index) được cho theo bảng cho sẵn.

Đánh giá mức độ về khả năng áp dụng giải pháp cụ thể cho một vùng nào đó trong khu vực nghiên cứu sẽ được xem xét trên giá trị tổng hợp các tiêu chí được tính toán cụ thể (E) cho từng giải pháp như sau:

$$E = \sum_{i=1}^n V_i \cdot W_i$$

trong đó:

V_i - Các tiêu chí ảnh hưởng đến giải pháp

W_i - Trọng số của từng tiêu chí

2.1.2. Phương pháp GIS

Để đánh giá mức độ về khả năng áp dụng giải pháp cụ thể cho một vùng nào đó trong khu vực nghiên cứu cần phải xem xét tổng hợp các tiêu chí đã được xác định cho giải pháp đó. Phương pháp phân tích không gian trong GIS sẽ giúp chúng ta giải quyết các nhiệm vụ trên trên cơ sở các chức năng của GIS, đó là:

- Khả năng phân tích không gian trong GIS (Hình 2): Khả năng phân tích bản đồ (Map Overlay): Trong phân tích bản đồ, việc sử dụng chức năng chồng xếp bản đồ (Map Overlay) sẽ giúp cho người sử dụng xây dựng một bản đồ mới có những đặc điểm, tính chất, hình thái khác với bản đồ ban đầu. Map Overlay rất hữu dụng trong việc xác định trọng số, tính toán biến động,...

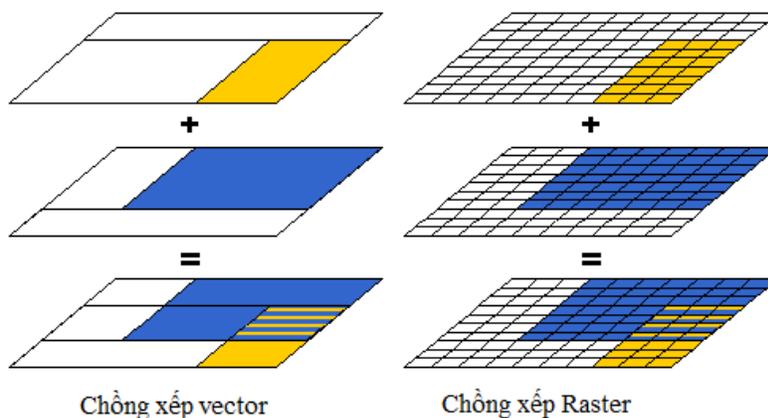
- Khả năng phân loại lại các thuộc tính (Reclassification): Khi sử dụng chức năng phân loại lại sẽ giúp cho người sử dụng phân nhóm các đối tượng trên bản đồ sau khi phân tích và định dạng thuộc tính của các đối tượng. Quá trình phân loại lại này sẽ tạo ra một bản đồ có giá trị thuộc tính mới dựa vào các thuộc tính của bản đồ trước khi phân loại.

- Khả năng phân tích không gian (Spatial analysis): Chức năng phân tích không gian cho phép người sử dụng tiến hành tìm kiếm (Searching), tạo vùng đệm (Buffer zone), nội suy (Spatial

Nghiên cứu

Interpolation),...theo một hoặc nhiều đặc điểm của đối tượng đang xem xét. Ví dụ như tìm kiếm những giếng khoan nằm trong vùng cấm khai thác nước dưới đất

để tiến hành trám lấp, ngừng khai thác hoặc khoanh vùng bán kính 500 m hạn chế khai thác nước dưới đất từ khu vực nghĩa trang hay bãi chôn lấp rác thải.



Hình 2: Nguyên lý phân tích không gian bằng GIS

2.2. Xác định các tiêu chí cho từng giải pháp

Các giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn các công trình khai thác nước dưới đất đã được tiến hành và công bố ở nhiều công trình nghiên cứu trong và ngoài nước. Trên cơ sở phân tích, đánh giá các giải pháp đã được áp dụng thành công, đặc biệt các giải pháp phù hợp cho các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước đồng bằng Nam Bộ, nhóm tác giả đề xuất các tiêu chí cụ thể cho từng giải pháp để từ đó có thể đề xuất được khả năng áp dụng các giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn các công trình khai thác nước dưới đất cho các vùng khác nhau. Các giải pháp cụ thể mà nhóm tác giả đề xuất phân tích đánh giá đó là:

(I) Giải pháp tích chứa và khai thác trong TCN (Aquifer Storage and Recovery - ASR) bằng nguồn nước bổ cập từ các giồng cát;

(II) Giải pháp tích chứa và khai thác trong TCN bằng nguồn nước bổ cập từ nước mặt;

- (III) Giải pháp hút nước mặn;
(IV) Giải pháp tối ưu hoá lưu lượng;
(V) Giải pháp xây dựng đập ngăn ngăn mặn;
(VI) Giải pháp cách ly các TCN bị nhiễm mặn cho các lỗ khoan bị thấm lậu qua vách lỗ khoan.

Để có thể đề xuất các giải pháp giảm thiểu có hiệu quả, nhóm tác giả sẽ xem xét các tiêu chí trên cơ sở tiếp cận phân tích hệ thống, tổng hợp và phát triển bền vững trên. Căn cứ vào các nguyên nhân nhiễm mặn của các công trình khai thác và cách tiếp cận nêu trên, nhóm tác giả tập trung vào 03 nhóm tiêu chí như sau: (1) Nhóm tiêu chí TCN bao gồm các tiêu chí: Chiều sâu mực nước dưới đất; Hệ số thấm của TCN; Chiều dày của TCN; Chất lượng nước dưới đất; (2) Nhóm tiêu chí nguồn nước bổ sung bao gồm các tiêu chí: Lượng mưa; Khoảng cách đến nguồn nước mặt, khoảng cách đến ranh giới mặn, vị trí giồng cát; (3) Nhóm tiêu chí quản lý

bao gồm các tiêu chí: Khoảng cách đến khu vực cấp nước; Khoảng cách đến khu vực nguy cơ ô nhiễm, vị trí giếng.

2.3. Dữ liệu sử dụng

Số liệu sử dụng phân tích đánh giá 13 tiêu chí vùng đồng bằng Nam Bộ được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Dữ liệu sử dụng xây dựng bộ tiêu chí đánh giá ứng với từng giải pháp

STT	Tiêu chí	Tác động đến giải pháp	Số liệu sử dụng
1	Chiều sâu mực nước dưới đất	I, II, III, IV, VI	Tầng qh có 469 lỗ khoan; Tầng qp ₃ có 535 lỗ khoan; Tầng qp _{2,3} có 558 lỗ khoan; Tầng qp ₁ có 438 lỗ khoan; Tầng n ₂ ² có 452 lỗ khoan; Tầng n ₂ ¹ có 275 lỗ khoan.
2	Hệ số thấm của TCN	I, II, IV, VI	Tầng qh có 0 lỗ khoan; Tầng qp ₃ có 20 lỗ khoan; Tầng qp _{2,3} có 40 lỗ khoan; Tầng qp ₁ có 20 lỗ khoan; Tầng n ₂ ² có 49 lỗ khoan; Tầng n ₂ ¹ có 51 lỗ khoan.
3	Chiều dày của TCN	I, II, III, IV, VI	Tầng qh có 469 lỗ khoan; Tầng qp ₃ có 535 lỗ khoan; Tầng qp _{2,3} có 558 lỗ khoan; Tầng qp ₁ có 438 lỗ khoan; Tầng n ₂ ² có 452 lỗ khoan; Tầng n ₂ ¹ có 275 lỗ khoan.
4	Chất lượng nước dưới đất (TDS)	I, II	Tầng qh có 70 mẫu nước; Tầng qp ₃ có 224 mẫu nước; Tầng qp _{2,3} có 258 mẫu nước; Tầng qp ₁ có 132 mẫu nước; Tầng n ₂ ² có 298 mẫu nước; Tầng n ₂ ¹ có 180 mẫu nước;
5	Lượng mưa	I, II	Lượng mưa trung bình nhiều năm (1980 - 2020) của 16 trạm khí tượng, đo mưa trong vùng đồng bằng Nam Bộ và lân cận gồm các trạm: Vũng Tàu, Ba Tri, Cần Thơ, Long Xuyên, Sa Đéc, Vĩnh Long, Châu Đốc, Cao Lãnh, Mỹ Tho, Tân An, Mộc Hóa, Cà Mau, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Rạch Giá.
6	Chiều dày giồng cát	I	Trên cơ sở bản đồ phân bố giồng cát đồng bằng Nam Bộ và số liệu chiều dày TCN qh đã đề cập trong tiêu chí chiều dày TCN.
7	Khoảng cách đến nguồn nước mặt	II, III	Hiện trạng phân bố các nguồn nước mặt (sông ngòi, kênh, rạch) đảm bảo chức năng nguồn nước phục vụ cấp nước sinh hoạt và công nghiệp.
8	Khoảng cách đến khu vực cấp nước	I, II, IV	Hiện trạng các công trình cấp nước (các nhà máy nước, trạm cấp nước) trong vùng đồng bằng Nam Bộ, có quy mô lưu lượng trên 500 m ³ /ngày gồm 708 công trình (khu vực) với tổng công suất thiết kế khai thác khoảng 2.052.175 m ³ /ngày, trong đó hiện nay đang khai thác nguồn nước mặt là 1.458.726 m ³ /ngày, khai thác nguồn nước dưới đất là 545.813 m ³ /ngày.
9	Khoảng cách đến khu vực nguy cơ ô nhiễm	I, II, III, IV, V	Bản đồ hiện trạng sử dụng đất vùng đồng bằng Nam Bộ (nguồn Bộ Tài nguyên và Môi trường), xác định các khu vực nguy cơ ô nhiễm gồm các bãi rác, bãi chôn lấp chất thải, nghĩa trang.
10	Khoảng cách đến giồng cát	I	Tiêu chí này chỉ tác động đến giải pháp sử dụng nước giồng cát làm nguồn bổ cập, chính vì vậy khoảng cách từ giồng cát đến vị trí triển khai công trình sẽ được xác định dựa vào bản đồ phân bố giồng cát và các công trình nhiễm mặn dự kiến bổ cập.
11	Vị trí giếng	III, IV, V	Vị trí các giếng khoan bị nhiễm mặn tác động nhiều đến giải pháp hút nước mặn, tối ưu lưu lượng khai thác và các lỗ khoan bị thấm lậu qua vách lỗ khoan. Chính vì vậy khoảng cách từ giếng đến vị trí nguồn thải, ranh giới mặn nhạt rất quan trọng và sẽ được xác định dựa trên bản đồ phân bố của chúng.

Nghiên cứu

STT	Tiêu chí	Tác động đến giải pháp	Số liệu sử dụng
12	Khoảng cách đến khu vực xả nước	III	Tiêu chí này chỉ tác động đến giải pháp hút nước mặn. Khoảng cách từ công trình hút nước mặn đến khu vực xả nước sẽ được xác định dựa trên sự phân bố ranh giới nước mặt bị xâm nhập mặn trên các bản đồ chuyên môn.
13	Ranh giới mặn các TCN	I, II, III, IV, V, VI	Dữ liệu để xác định giá trị tiêu chí ranh giới mặn được lấy từ tài liệu của Dự án “Biên hội - thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1/200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc”.

3. Các tiêu chí xác định khả năng áp dụng giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn công trình khai thác nước dưới đất

Như đã đề cập ở trên, 06 giải pháp dự kiến áp dụng nhằm giảm thiểu nhiễm

mặn các công trình khai thác nước dưới đất bao gồm 13 tiêu chí (Bảng 1). Các tiêu chí này được nhóm lại thành 3 nhóm tiêu chí, đó là: Nhóm tiêu chí TCN; Nhóm tiêu chí nguồn cấp nước bổ sung và nhóm tiêu chí quản lý (Bảng 2).

Bảng 2. Bộ tiêu chí đánh giá xác định tiềm năng ứng dụng các giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn các công trình khai thác cho vùng đồng bằng Nam Bộ

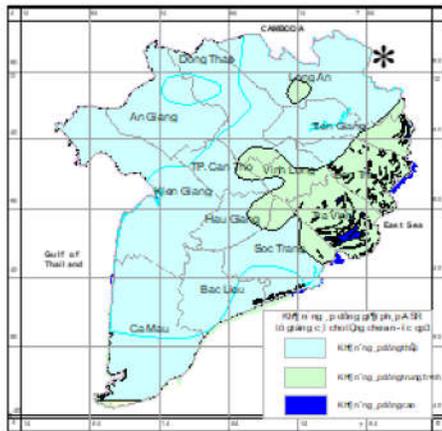
Nhóm tiêu chí	STT các tiêu chí	Tiêu chí	Ký hiệu	Tác động đến giải pháp					
				Giải pháp bổ cấp từ nước giếng cát (I)	Giải pháp bổ cấp từ nước mặt (II)	Giải pháp hút nước mặn (III)	Giải pháp tối ưu hóa lưu lượng khai thác các giếng (IV)	Giải pháp cách ly các tầng chứa nước bị nhiễm mặn cho các lỗ khoan bị thấm lậu qua vách lỗ khoan (V)	Giải pháp xây dựng đập ngầm ngăn mặn (VI)
Tầng chứa nước	1	Chiều sâu mực nước dưới đất	A	x	x	x	x		x
	2	Hệ số thấm của TCN	B	x	x		x		x
	3	Chiều dày của TCN	C	x	x	x	x		x
	4	Chất lượng nước dưới đất (TDS)	D	x	x				
Nguồn nước	5	Lượng mưa	E	x	x				
	6	Chiều dày giồng cát	G	x					
	7	Khoảng cách đến nguồn nước mặt	K		x	x			
	8	Khoảng cách đến khu vực cấp nước	H	x	x		x		
	9	Khoảng cách đến khu vực nguy cơ ô nhiễm	I	x	x	x	x	x	
	10	Khoảng cách đến giồng cát	L	x					
Quản lý	11	Vị trí giếng	M			x	x	x	
	12	Khoảng cách đến khu vực xả nước	N			x			
	13	Ranh giới mặn các TCN	O	x	x	x	x	x	x

4. Kết quả xác định các giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn công trình khai thác nước dưới đất

Nhóm tác giả xây dựng các bản đồ phân bố các mức độ về khả năng áp dụng giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn vùng đồng bằng Nam Bộ như sau:

4.1. Giải pháp tích chứa và khai thác trong tầng chứa nước bằng nguồn nước bổ cập từ các giếng cát

Sơ đồ phân vùng tiềm năng cho các tầng chứa nước qp_3 và $qp_{2,3}$ trong khu vực đồng bằng Nam Bộ được trình bày trong Hình 3. Khu vực tiềm năng ứng dụng giải pháp bổ cập nước dưới đất từ các giếng cát tập trung chủ yếu ở ven biển các tỉnh phía Đông giáp biển như Trà Vinh, Sóc Trăng, Bến Tre, nơi các giếng cát hình thành và phát triển tương đối nhiều.



(a)

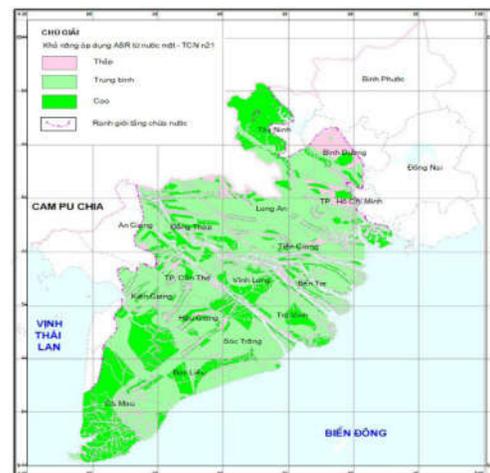


(b)

Hình 3: Bản đồ phân vùng tiềm năng ứng dụng công nghệ ASR bằng nguồn bổ cập từ các giếng cát ở đồng bằng Nam Bộ (a) Tầng chứa nước qp_3 ; b) Tầng chứa nước $qp_{2,3}$

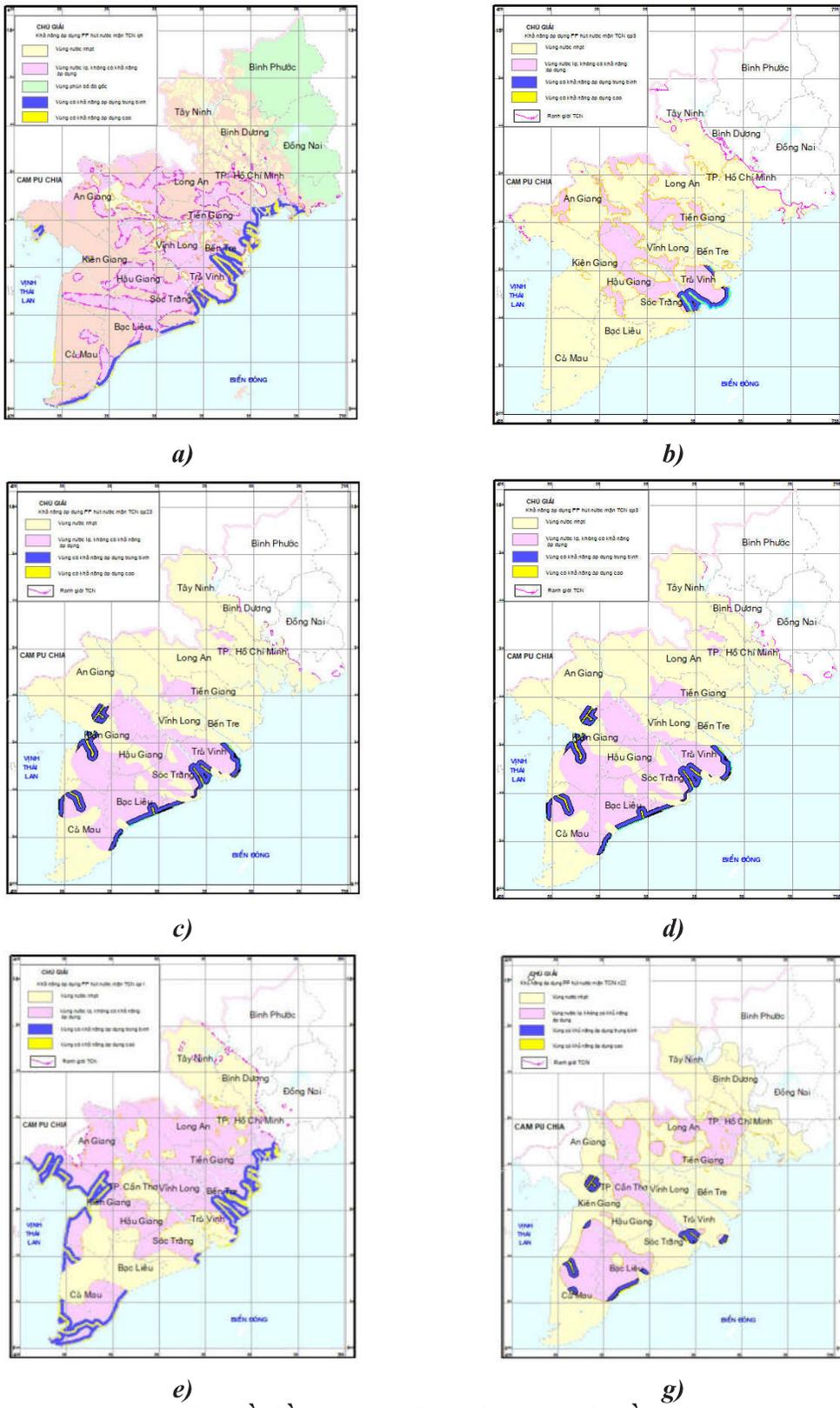
4.2. Giải pháp tích chứa và khai thác trong tầng chứa nước bằng nguồn nước bổ cập từ nước mặt

Kết quả nghiên cứu khả năng áp dụng phương pháp bổ cập nước dưới đất từ nước mặt trình bày trong Hình 4. Khả năng áp dụng từ trung bình đến tốt trong tầng chứa nước n_2^1 trên khắp đồng bằng, trừ một số vùng Long An giáp biên giới Campuchia, một số khu vực thuộc thành phố Hồ Chí Minh và Bình Dương. Tầng chứa nước n_2^1 hiện đang được khai thác phục vụ sinh hoạt cho các tỉnh Đồng Tháp, Tây Ninh, Tiền Giang, Cần Thơ, An Giang, Sóc Trăng và Cà Mau.



Hình 4: Bản đồ phân vùng tiềm năng ứng dụng công nghệ ASR bằng nguồn bổ cập từ nước mặt ở đồng bằng Nam Bộ (Tầng chứa nước n_2^1)

4.3. Giải pháp hút nước mặn



Hình 5: Bản đồ tiềm năng hút nước mặn các tầng chứa nước
 a) TCN qh, b) TCN qp₃, c) TCN qp_{2,3}, d) TCN qp_p, e) TCN n₂², g) TCN n₂¹

Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng ứng dụng giải pháp hút nước mặn: i) Đối với tầng chứa nước qh (Hình 5a) tập trung vùng ven biển từ thành phố Hồ Chí Minh, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu và Cà Mau; ii) Đối với tầng chứa nước qp₃ (Hình 5b), khả năng ứng dụng chủ yếu ở vùng Sóc Trăng, Trà Vinh; iii) Đối với tầng chứa nước qp_{2,3}, qp₁ (Hình 5c, Hình 5d) tập trung ở các tỉnh Sóc Trăng, Trà Vinh, An Giang, Bạc Liêu, Cà Mau; iv) Đối với tầng chứa nước n₂² (Hình 5e) tập trung ở các tỉnh An Giang, Cà Mau, Bạc Liêu, Trà Vinh, Tiền Giang, Bến Tre, TP. Hồ Chí Minh và TP. Cần Thơ; v) Đối với tầng chứa nước n₂¹ (Hình 5g) tập trung ở các tỉnh Bạc Liêu, Cà Mau, Trà Vinh và TP. Cần Thơ.

4.4. Giải pháp tối ưu hóa lưu lượng khai thác các giếng

4.4.1. Giải pháp tối ưu hoá lưu lượng

Kết quả ứng dụng giải pháp tối ưu hoá lưu lượng: i) Đối với tầng chứa nước qh (Hình 6a) tập trung tại các vùng ven biển từ TP. Hồ Chí Minh đến Cà Mau; ii) Đối với tầng chứa nước qp₃ (Hình 6b) tập trung chủ yếu tại ven biển và ven các sông lớn ở Trà Vinh, Sóc Trăng; iii) Đối với tầng chứa nước qp_{2,3}, qp₁ (Hình 6c, Hình 6d) tập trung ở các tỉnh Kiên Giang, Cà Mau, Bạc Liêu, Sóc Trăng, Trà Vinh; iv) Đối với tầng chứa nước n₂² (Hình 6e) tập trung ở ven biển các tỉnh TP. Hồ Chí Minh đến Bến Tre, Cà Mau đến Tiền Giang; v) Đối với tầng chứa nước n₂¹ (Hình 6g) tập trung ở các tỉnh Bạc Liêu, Cà Mau, Trà Vinh và TP. Cần Thơ.



a)



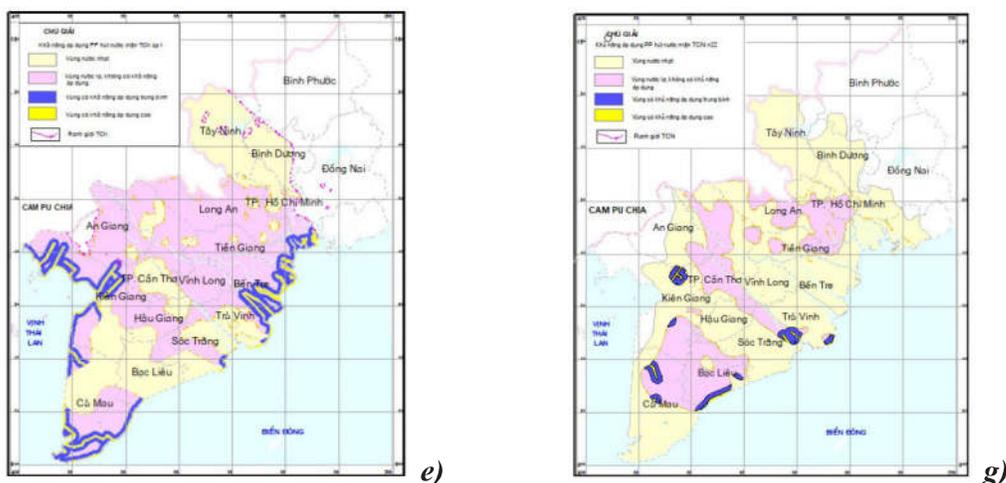
b)



c)



d)



Hình 6: Bản đồ tiềm năng giải pháp tối ưu hoá lưu lượng
a) TCN qh, b) TCN qp, c) TCN qp_{2,3}, d) TCN qp, e) TCN n₂², g) TCN n₂¹

4.4.2. Giải pháp xây dựng đập ngầm ngăn mặn

Giải pháp xây dựng đập ngầm nhằm ngăn sự xâm nhập mặn vào TCN. Các đập ngầm này được xây dựng ở các khu vực cửa sông, ven biển nơi TCN bị khai thác mạnh. Giải pháp này có ưu điểm đó là giúp ngăn mặn, tích trữ nước ngọt, điều tiết áp lực giữa các TCN và với biển. Tuy nhiên giải pháp này khó thi công và giá thành cao. Ở vùng Đông Nam Bộ, giải pháp này có thể được triển khai cho các TCN bờ rời ven rìa đồng bằng, tuy nhiên trong thực tế các vùng đó không tồn tại ranh giới mặn nhạt hoặc có công trình khai thác bị nhiễm mặn.

4.4.3. Giải pháp cách ly các tầng chứa nước bị nhiễm mặn cho các lỗ khoan bị thấm lậu qua vách lỗ khoan

Đối với giải pháp cách ly các TCN bị nhiễm mặn cho các lỗ khoan bị thấm lậu qua vách lỗ khoan hiện nay có rất ít số liệu về các lỗ khoan nhiễm mặn bị thấm lậu qua vách lỗ khoan và các lỗ khoan trám lấp do bị nhiễm mặn thông tầng nên việc đánh giá cho giải pháp này rất hạn chế. Đối với các lỗ khoan mà nguyên nhân nhiễm mặn công trình đã được xác định rõ thì nơi đó bắt buộc phải ứng dụng giải pháp này.

5. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu đã xác lập được bộ tiêu chí đánh giá, khoanh định các khu vực có thể áp dụng các giải pháp giảm thiểu nhiễm mặn trong từng TCN ngầm vùng gồm 13 tiêu chí thuộc 3 nhóm tiêu chí: (1) Nhóm tiêu chí TCN (gồm các tiêu chí: Chiều sâu mực nước dưới đất; Hệ số thấm của TCN; Chiều dày của TCN; Chất lượng nước dưới đất); (2) Nhóm tiêu chí nguồn nước bổ sung (gồm các tiêu chí: Lượng mưa; khoảng cách đến nguồn nước mặt, khoảng cách đến ranh giới mặn, vị trí giồng cát); (3) Nhóm tiêu chí quản lý (gồm các tiêu chí: Khoảng cách đến khu vực cấp nước; Khoảng cách đến khu vực nguy cơ ô nhiễm, vị trí giếng). Đã xác định được vị trí, phạm vi, diện tích các khu vực có thể áp dụng các giải pháp giảm thiểu xâm nhập mặn.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của Đề tài “*Nghiên cứu giải pháp khôi phục các công trình khai thác nước dưới đất bị nhiễm mặn phục vụ cấp nước sinh hoạt cho vùng khan hiếm nước ở đồng bằng Nam Bộ*”. Mã số: ĐTDL.CN-65/21

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017). *Báo cáo Tổng quan Tài nguyên nước*.

- [2]. Thủ tướng Chính phủ nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2019). *Quyết định số 1553/QĐ-TTg của Thủ tướng chính phủ ký ngày 08/11/2019 về việc phê duyệt điều chỉnh chương trình điều tra, tìm kiếm nguồn nước dưới đất để cung cấp nước sinh hoạt ở các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước.*
- [3]. Đoàn Văn Cảnh (2010). *Nghiên cứu cơ sở khoa học và xây dựng các giải pháp lưu giữ nước mưa vào lòng đất phục vụ chống hạn và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất vùng Tây Nguyên.* Báo cáo tổng kết đề tài độc lập trọng điểm cấp Nhà nước giai đoạn 2007 - 2010. Mã số ĐTDL.2007G/44. Lưu trữ Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [4]. Đỗ Tiến Hùng (1994). *Tính toán lưu lượng khai thác bền vững cũng như bố trí lại các công trình khai thác nước ven biển nhằm giảm thiểu xâm nhập mặn.*
- [5]. Phạm Quý Nhân, Nguyễn Bách Thảo, Phạm Hồng Đức (2008). *Tiềm năng nước dưới đất tại đảo Côn Cỏ.* Tuyên tập báo cáo Hội nghị Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất.
- [6]. Nguyễn Quốc Dũng (2019). *Nghiên cứu xây dựng mô hình thu và lưu giữ nước phục vụ cấp nước sạch hiệu quả cho vùng khô hạn khan hiếm nước Ninh Thuận - Bình Thuận.* Báo cáo tổng kết đề tài ĐLCNN, mã số ĐTDL-CN.63/15.
- [7]. Nguyễn Việt Kỳ, Nguyễn Đình Tứ (2011). *Mô hình Pilot bổ sung nhân tạo nước dưới đất bằng nước mưa tại ký túc xá Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.* Lưu trữ Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
- [8]. Tạ Thị Thoảng (2019). *Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ hạn chế xâm nhập mặn đối với các tầng chứa nước ven biển miền Trung trong bối cảnh biến đổi khí hậu; ứng dụng thí điểm cho công trình cụ thể trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận.* Đề tài cấp Nhà nước, BDKH.16/16-20, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- [9]. Triệu Đức Huy (2013). *Nghiên cứu mô hình trữ nước mưa bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất bảo đảm phát triển kinh tế xã hội các đảo khu vực Đông Bắc Việt Nam; Thử nghiệm ở đảo Quan Lạn.* Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Bắc, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia.
- [10]. Abdoulhalik, A.; Ahmed, A.A., (2017). *The effectiveness of cutoff walls to control saltwater intrusion in multi-layered coastal aquifers: Experimental and numerical study.* J. Environ. Manag, 199 (Suppl. C), 62 - 73.
- [11]. Costantino Masciopinto (2013). *Management of aquifer recharge in Lebanon by removing seawater intrusion from coastal aquifers.* J Environ Manage. Nov 30:130:306-12. Doi: 10.1016/j.jenvman.2013.08.021. Epub 2013 Oct 5.
- [12]. Koussis, A.D., Georgopoulou, E., Kotronarou, A., Mazi, K., Restrepo, P., Destouni, G., Prieto, C., Rodriguez, J.J., Rodriguez-Mirasol, J., Cordero, T., (2010). *Cost-efficient management of coastal aquifers via recharge with treated wastewater and desalination of brackish groundwater: Application to the Akrotiri basin and aquifer.* Cyprus, Hydrol. Sci. J., 55, 1234 - 1245.
- [13]. Luyun, R.; Momii, K.; Nakagawa, K., (2011). *Effects of recharge wells and flow barriers on seawater intrusion.* Ground Water, 49, 239 - 249.
- [14]. Nawa, N.; Miyazaki, K., (2009). *The analysis of saltwater intrusion through Komesu underground dam and water quality management for salinity.* Paddy Water Environ, 7, 71 - 82.
- [15]. Nico Wolthek, Klaasjan J. Raat, Jan Arie de Ruijter, Antoine Kemperman (2012). *Desalination of brackish groundwater and concentrate disposal by deep well injection.* Desalination and Water Treatment 51(4):1 - 6. Doi:10.1080/19443994.2012.694205.
- [16]. Rejani, R., Jha, M., Panda, S.N., Mull, R., (2008). *Simulation modeling for efficient groundwater management in Balasore coastal basin, India.* Water Resour. Manag., 22, 23 - 50.
- [17]. Sherif, M., Hamza, K., (2001). *Mitigation of seawater intrusion by pumping brackish water.* Transp. Porous Media, 43, 29 - 44.
- [18]. T.L. Saaty (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority setting, Resource allocation.* McGraw-Hill International Book Company, p287.
- [19]. Wisam M. Khadra, Pieter J Stuyfzand (2016). *Mitigation of saltwater intrusion by 'integrated fresh-keeper' wells combined with high recovery reverse osmosis.* The Science of The Total Environment 574(7):796 - 805. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.156.