

XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG TỐI ƯU CỦA HÀNH LANG KHAI THÁC Ở CÔN ĐẢO BẰNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH

Ngô Đức Chân

Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam

(Bài nhận ngày 29 tháng 05 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 11 năm 2008)

TÓM TẮT: Để đơn giản hoá việc tính toán và thiết kế hành lang khai thác nước dưới đất (NDD), thường người ta sẽ thiết kế các lỗ khoan có kết cấu và lưu lượng khai thác giống nhau. Việc thiết kế và tính toán này chỉ phù hợp trong những tầng chứa nước vô hạn và giàu nước. Trong trường hợp vùng mỏ có độ giàu nước kém, không đồng nhất và diện phân bố hẹp có thể gây lãng phí vì không đạt được công suất khai thác lớn nhất. Bài báo sẽ xác định công suất tối ưu từ một bãi giếng cụ thể ở Côn Đảo từ kết quả tính toán của một mô hình dòng chảy NDD đã có.

Từ khóa: Lưu lượng tối ưu, hành lang khai thác, mô hình, mực nước hạ thấp, công suất, quan trắc động thái.

1. MỞ ĐẦU

Tính toán mực nước hạ thấp của một hành lang khai thác (HLKT) là bài toán thường gặp trong đánh giá trữ lượng khai thác NDD theo phương pháp thủy động lực. Trong bài toán này việc tính toán mực nước hạ thấp nhằm kiểm tra mực nước nước hạ thấp lớn nhất tại vị trí lỗ khoan nào đó trong HLKT (thường lỗ khoan trung tâm) xem có lớn hơn mực nước cho phép lớn nhất hay không. Để đơn giản hoá việc tính toán, thường người ta sẽ chọn các lỗ khoan có cùng cấu trúc lỗ khoan và lưu lượng khai thác. Điều này chỉ phù hợp với những tầng giàu nước như ở Đồng bằng Nam bộ, nhưng lại không phù hợp với những vùng mỏ có mức độ giàu nước hạn chế, có bề dày và tính thấm không đồng nhất, ví dụ như các tầng chứa nước phân bố ở ven rìa đá gốc lộ trên mặt hoặc vùng mỏ có trữ lượng hạn chế như ở Côn Đảo thì việc tính toán như truyền thống càng không hợp lý vì khả năng khai thác nước tại các lỗ khoan trong bãi giếng khác nhau mặc dù cấu trúc lỗ khoan giống nhau.

Tại một HLKT nếu tính toán theo truyền thống sẽ có tình trạng khác nhau về mực nước hạ thấp tại các lỗ khoan, nhiều khi giá trị chênh lệch này khá lớn. Điều này dẫn đến suy nghĩ, cùng HLKT này tại sao không thay đổi lưu lượng (tăng hoặc giảm) tại từng lỗ khoan cụ thể để có được mực nước hạ thấp giống nhau? Làm được điều này chắc hẳn sẽ làm cho công suất sẽ tăng thêm đáng kể dù kết cấu HLKT không thay đổi.

Trường hợp có một vài lỗ khoan trong HLKT không đạt mực nước hạ thấp cho phép thì chỉ cần điều chỉnh lưu lượng của các lỗ khoan liên quan. Lúc đó công suất của bãi giếng sẽ không giảm nhiều như giảm đồng loạt lưu lượng các lỗ khoan.

Mặt khác, trong vùng mỏ có bề dày và tính thấm không đồng nhất thì việc tính toán mực nước hạ thấp sẽ rất khó khăn. Đặc biệt, trong những vùng này thường mức độ giàu nước hạn chế cần phải tính toán khả năng khai thác tối ưu của từng vị trí nhằm đưa công suất HLKT lớn nhất. Bài báo sẽ giải bài toán trong trường hợp này bằng một mô hình dòng chảy NDD để xác định công suất tối ưu của HLKT đã có tại Côn Đảo.

Mô hình này được thực hiện trong dự án: “Điều tra bổ sung, xây dựng mạng quan trắc, quy hoạch khai thác sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước vùng Côn Đảo” ([3]) và được trình bày chi tiết trong chuyên đề khoa học “Mô hình dòng chảy nước dưới đất vùng đảo Côn Sơn” ([2]). Độ tin cậy của mô hình này đã được kiểm chứng qua số liệu quan trắc 12 trạm quan trắc

động thái. Kết quả đã được thông qua Hội đồng khoa học và đã được chuyển giao cho Sở tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu để sử dụng trong quản lý tài nguyên NĐĐ ở Côn Đảo.

2. TỔNG QUAN VỀ BÀI TOÁN

2.1. Mục tiêu

Xác định lượng khai thác tối ưu của hành lang khai thác đã có ở Côn Đảo.

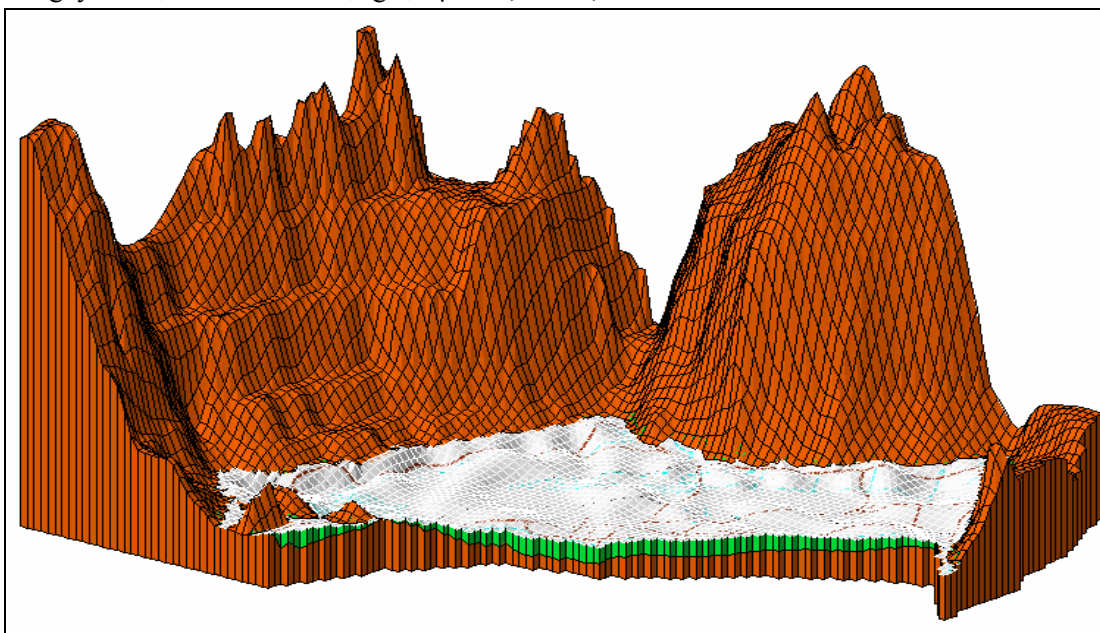
Bài báo sẽ thực hiện bài toán xác định lưu lượng khai thác lớn nhất cho từng lỗ khoan của HLKT ở Côn Đảo nhằm hạ thấp cao độ mực nước đến độ sâu: 0,2m (so với mực nước biển).

2.2. Đặc điểm tầng nghiên cứu

Cấu trúc hệ thống NĐĐ vùng đánh giá trữ lượng như sau:

- Lớp trên (các trầm tích bờ rời Kainozoi): Do hai tầng chứa nước Holocen và Pleistocen không tồn tại lớp cách nước và thành phần thạch học không khác nhau nên về mặt tính thấm có thể xem như là một lớp. Các thông số ĐCTV chủ yếu: Hệ số thấm $K = 6,1$ m/ngày và Hệ số nhả nước trọng lực $\mu = 0,20$. Lớp 1 là lớp chứa nước triển vọng được sử dụng để tính toán trữ lượng (hình 1).

- Lớp dưới (các đá Mezozoi): Bao gồm phần nứt nẻ của các đá Mezozoi đến chiều sâu dự kiến -50m (so với mực nước biển). Các thông số ĐCTV chủ yếu: Hệ số thấm $K = 0,05 \div 0,5$ m/ngày và Hệ số nhả nước trọng lực $\mu = 0,10 \div 0,12$.



Hình 1. Cấu trúc không gian của tầng chứa nước tính toán

2.3. Phương pháp

Trong mô hình trạng thái không ổn định, mỗi giếng sẽ được mô phỏng như một điểm thu nước vô hạn khi mực nước chung quanh cao hơn cao độ mực nước xác định 0,2m. Nghĩa là, mỗi giếng sẽ được gán điều kiện biên mực nước xác định (Specified Head) với giá trị mực nước 0,2m. Lúc đó mô hình sẽ tính toán lưu lượng chảy vào từng giếng, và có thể xem đó là lưu lượng khai thác tối ưu và tổng lưu lượng này có thể xem như là trữ lượng tối ưu.

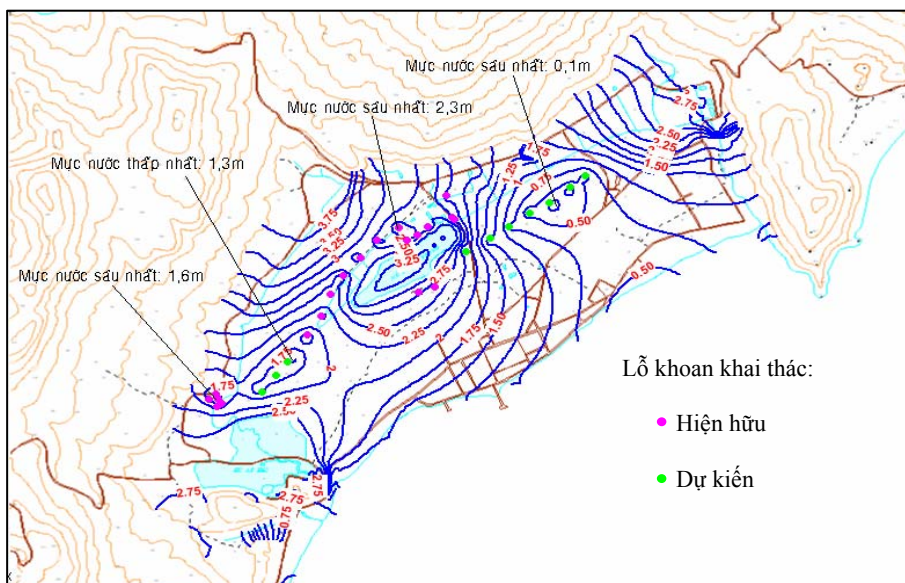
3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

3.1. Cao độ mực nước

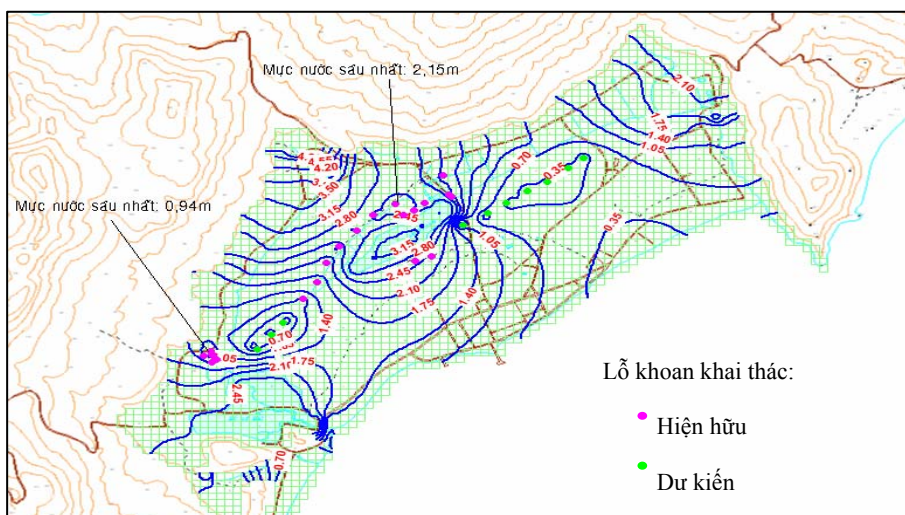
Trường cao độ mực nước tại thời điểm bắt đầu tính toán được thể hiện trong hình 2. Đến cuối thời gian tính toán trường cao độ mực nước đã có sự thay đổi lớn như trong hình 3. Lúc này trường mực nước đã xuất hiện thêm hai phễu hạ thấp chung quanh các giếng khai thác dự kiến. Tại vị trí 10 lỗ khoan dự kiến mực nước đều hạ xuống độ cao 0,2m (so với mực nước biển).

3.2. Cao độ mực nước hạ thấp

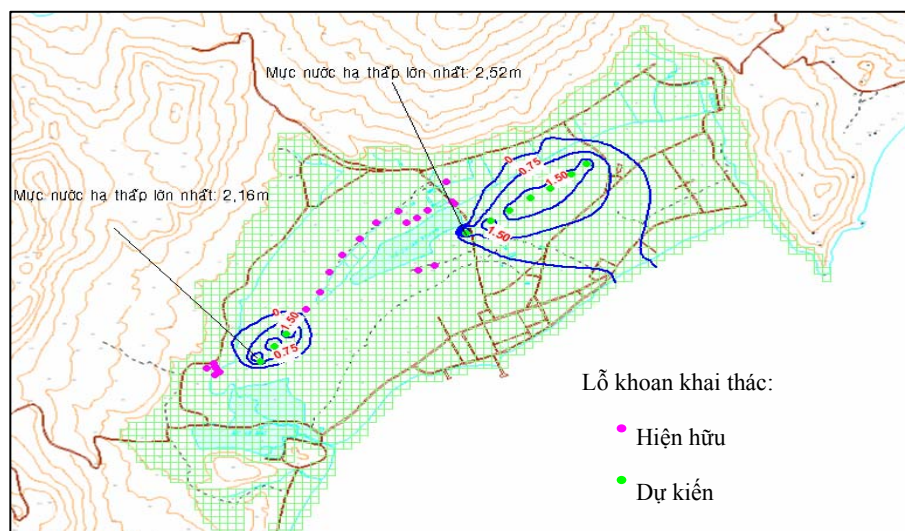
Cao độ mực nước hạ thấp cuối thời gian tính toán (tháng 9/2036) so với cao độ mực nước hiện tại (tháng 9/2006) được thể hiện trong hình 4.



Hình 2. Trường mực nước tại thời điểm bắt đầu tính toán



Hình 3: Trường mực nước cuối thời điểm tính toán



Hình 4: Mức nước hạ thấp so với thời điểm bắt đầu tính

3.3. Nguồn hình thành trữ lượng

Các nguồn hình thành trữ lượng của bài toán vào cuối thời kỳ khai thác được thống kê trong bảng 1.

- Bổ cập từ mưa và bốc hơi: Lượng bổ cập từ mưa tại thời điểm này không thay đổi so với bài toán khác $36\text{m}^3/\text{ngày}$. Riêng quá trình bốc hơi giảm vì phân bố mực nước có độ sâu lớn hơn 3m tăng lên so với các tính toán trước và chỉ làm thoát ra một lượng nước là $-188\text{m}^3/\text{ngày}$.

- Từ sông suối: Tổng lượng nước thấm xuyên vào và ra đáy các sông suối toàn đảo Côn Sơn là $1.584\text{m}^3/\text{ngày}$ trong đó lượng bổ cập là $1.631\text{m}^3/\text{ngày}$ và lượng thoát ngược trở lại ở những nơi khác chỉ là $-46\text{m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, sông suối trong vùng lúc này đóng vai trò bổ cập cho tầng chứa nước chiếm ưu thế.

- Từ hồ Quang Trung: Tổng lượng nước thấm xuyên vào và ra qua đáy hồ Quang Trung là $3.018\text{m}^3/\text{ngày}$. Trong đó, chỉ bổ cập cho tầng chứa nước và không có lượng nước từ tầng chứa nước cung cấp lại cho hồ. Như vậy, hồ Quang Trung lúc này hoàn toàn đóng vai trò cấp nước cho tầng chứa nước.

- Từ hồ An Hải: Tổng lượng nước thấm xuyên vào và ra qua khỏi đáy hồ An Hải là $924\text{m}^3/\text{ngày}$. Trong đó, lượng bổ cập cho tầng chứa nước là $927\text{m}^3/\text{ngày}$ và lượng nước từ tầng chứa nước cung cấp lại cho hồ chỉ có $-3\text{m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, cùng với hồ Quang Trung, hồ An Hải cũng đóng vai trò cấp cho tầng chứa nước là chủ yếu.

- Từ biển: Do địa hình dốc và gradient dòng chảy khá lớn nên dọc theo bờ biển chỉ có lượng NĐĐ thoát ra là $-451\text{m}^3/\text{ngày}$. Như vậy dọc theo bờ biển chỉ có thoát nước nên quá trình xâm nhập mặn xảy ra chưa đáng kể.

- Thấm xuyên theo chiều đứng: Tổng lượng nước thấm xuyên lên và xuống tầng MZ là $43\text{m}^3/\text{ngày}$, trong đó lượng thấm xuyên lên là $65\text{m}^3/\text{ngày}$ và thấm xuyên ngược trở lại ở những nơi khác là $-22\text{m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, quá trình thấm xuyên đóng vai trò cấp nước do tầng chứa nước Pleistocen là chủ yếu.

Từ bảng 1 cho thấy rằng:

- Tổng lượng nước từ các nguồn ngoài hệ thống NĐĐ chảy vào tầng chứa nước Pleistocen tại thời điểm này chỉ có $5.677\text{m}^3/\text{ngày}$, bao gồm $5.612\text{m}^3/\text{ngày}$ từ các nguồn ngoài hệ thống NĐĐ và $65\text{m}^3/\text{ngày}$ từ thấm xuyên từ tầng MZ lên.

- Tổng lượng nước thoát ra khỏi tầng chứa nước Pleistocen $-5.675\text{m}^3/\text{ngày}$, bao gồm $-5.653\text{m}^3/\text{ngày}$ bốc hơi, thoát ra các sông suối, hồ và phía biển, $-22\text{m}^3/\text{ngày}$ thấm xuyên xuống tầng MZ và phần còn lại được khai thác là $-4.964\text{m}^3/\text{ngày}$.

Bảng 1. Bảng thống kê các nguồn hình thành trữ lượng NĐĐ tại thời điểm tháng 9/2006
(bài toán xác định lưu lượng an toàn)

NGUỒN	DÒNG CHẢY - $\text{m}^3/\text{ngày}$		
	Vào	Ra	Tổng
Trữ lượng tĩnh	0	-3	-3
Từ các nguồn			
Biên mực nước xác định	0	-3,004	-3,004
Các hồ chứa nước	3,945	-454	3,491
- Hồ Quang Trung	3,018	0	3,018
- Hồ An Hải	927	-3	924
- Biển	0	-451	-451
Sông suối	1,631	-46	1,584
Khai thác		-1,960	-1,960
Bổ cập từ mưa	36		36
Bốc hơi		-188	-188
Tổng	5,612	-5,653	-41
Dòng chảy			
Chiều đứng			
<i>Phía trên</i>			
<i>Phía dưới</i>	65	-22	43
Chiều ngang			
<i>Theo phương Đông - Tây</i>	26,044	-26,044	0
<i>Theo phương Bắc Nam</i>	28,265	-28,265	0
Tổng	54,374	-54,331	43
TỔNG CỘNG	59,986	-59,983	3

- Trữ lượng tĩnh tầng chứa nước Pleistocen thay đổi rất ít và chiếm tỉ lệ không đáng kể ($-3\text{m}^3/\text{ngày}$) do mực nước đã ổn định.

Nói cách khác, lượng nước khai thác tổng cộng $4.964\text{m}^3/\text{ngày}$ (bao gồm từ các lỗ khoan khai thác hiện hữu là $-1.960\text{m}^3/\text{ngày}$ và các lỗ khoan khai thác dự kiến $-3.004\text{m}^3/\text{ngày}$) toàn vùng Côn Đảo cần được bảo đảm bằng một lượng tổng cộng là $5.677\text{m}^3/\text{ngày}$, từ các nguồn sau:

- Bổ cập từ mưa là $36\text{m}^3/\text{ngày}$.

- Từ các hồ là $3.945\text{m}^3/\text{ngày}$.
- Từ sông suối là $1.631\text{m}^3/\text{ngày}$.
- Thấm xuyên từ tầng MZ lên là $43\text{m}^3/\text{ngày}$.
- Bốc hơi làm thoát đi một lượng nước $-188\text{m}^3/\text{ngày}$.

Bài toán này cũng chỉ ra lưu lượng khai thác tối ưu cho những vị trí lỗ khoan như thiết kế trong hình 1. Nghĩa là với ưu lượng khai thác được thống kê trong bảng 2, cao độ mực nước tại các lỗ khoan sau thời kỳ khai thác sẽ là 0,2m.

Bảng 2: Bảng thống kê lưu lượng khai thác an toàn cho từng lỗ khoan

TT	Lỗ khoan dự kiến	Lưu lượng tối ưu ($\text{m}^3/\text{ngày}$)
1	G10	353
2	G9	395
3	G8	287
4	G11	899
5	G12	351
6	G13	209
7	G14	141
8	G15	81
9	G16	97
10	G17	191
	Tổng	3004

4. KẾT LUẬN

Từ việc giả định các vị trí lỗ khoan dự kiến là các điểm thu nước và được mô phỏng bằng điều kiện mực nước xác định (Specified Head) đã cho phép tính toán được lượng nước tối ưu chảy đến từng vị trí tương ứng với một mực nước cho trước. Ưu điểm của việc tính toán này cho phép việc dự kiến lưu lượng khai thác cho từng giếng khoan nhằm đạt đến độ sâu theo mong muốn.

Trong bài toán này cao độ mực nước được dự kiến là 0,2m (so với mực nước biển). Kết quả đã chỉ ra rằng ngoài lượng khai thác hiện hữu là $1.960\text{m}^3/\text{ngày}$ thì tầng chứa nước Pleistocen có thể cấp cho 10 vị trí dự kiến thêm $3.004\text{m}^3/\text{ngày}$. Như vậy, có thể khai thác được tổng cộng $4.964\text{m}^3/\text{ngày}$ với hành lang khai thác được thiết kế như trong hình 1. Mô hình cũng đã chỉ ra được lưu lượng khai thác tối đa như trong bảng 2. Lưu lượng của từng lỗ khoan khác nhau tùy vị trí tương đối so với các nguồn hình thành trữ lượng, các giếng khoan càng gần hồ chứa nước thì sẽ có khả năng khai thác hơn. Với lượng khai thác tại từng giếng khoan như vậy, cao độ mực nước thấp nhất là 0,2m (mực nước yêu cầu) và đảm bảo nhỏ hơn nhiều so mực hạ thấp cho phép. Các nguồn hình thành trữ lượng chủ yếu cũng chính là từ các hồ chứa nước và các sông suối trong vùng.

Như vậy với hành lang khai thác ban đầu dự kiến là $2.000\text{m}^3/\text{ngày}$ ở Côn Đảo, chúng ta có thể tăng công suất lên $3.004\text{m}^3/\text{ngày}$ (tăng $1.004\text{m}^3/\text{ngày}$, gần 150%). Có thể xem đây là công suất tối ưu của HLKT nước này.

IDENTIFYING THE OPTIMAL DISCHARGE OF EXPLOITATION GALLERY IN CON DAO ISLAND BY MODELLING

Ngo Duc Chan

Division for water resources planning and investigation for the south of Viet Nam

***ABSTRACT:** The exploitation wells are usually designed having the same structure and capacity in order to simply calculation and design of groundwater exploitation galleries. The design and calculation are only suitable for infinitive and highly productive aquifers but will not be suitable, waste and not optimal in case of the aquifer distributes in narrow area, low productive and heterogeneous. The article presents the results of identifying the optimal discharge of exploitation gallery in Con Dao island by using an available groundwater flow model.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ngô Đức Chân, Luận văn cao học *Xây dựng mô hình nước dưới đất để đánh giá trữ lượng tiềm năng và tính toán bổ sung nhân tạo tầng chứa nước Pliocen thượng khu vực TPHCM*, TPHCM, (2004).
- [2]. Ngô Đức Chân, báo cáo chuyên đề: *Mô hình dòng chảy nước dưới đất vùng đảo Côn Sơn* (thuộc Dự án: “*Điều tra bổ sung, xây dựng mạng quan trắc, quy hoạch khai thác sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước vùng Côn Đảo*”). TPHCM, (2006).
- [3]. Nguyễn Hữu Điền, báo cáo kết thực hiện Dự án: *Điều tra bổ sung, xây dựng mạng quan trắc, quy hoạch khai thác sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước vùng Côn Đảo*, TPHCM, (2006).