

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA ĐẬP NGẦM LÀM CHẬM DÒNG CHẢY TRONG TẦNG CUỘI SỎI VÙNG NINH THUẬN, BÌNH THUẬN

Phan Trường Giang, Tô Quang Trung

Viện thủy công

Tóm tắt: Đập ngầm là một kết cấu chắn để trữ nước hoặc làm chậm quá trình tiêu thoát nước dưới đất trong tầng chứa nước (cát, cuội sỏi, vv...). Đã có nhiều tài liệu giới thiệu các loại đập ngầm ở nhiều nước trên thế giới. Tuy nhiên, hầu như chưa có tài liệu nào đánh giá hiệu quả của đập ngầm, đặc biệt trong điều kiện đập ngầm không chắn hết được toàn bộ (theo cắt ngang) tầng chứa nước. Bài báo giới thiệu về giải pháp thiết kế, thi công và kết quả quan trắc của một mô hình đập ngầm đã xây dựng tại nhà máy nước sạch Mỹ Thạnh - Huyện Hàm Thuận Nam - Tỉnh Bình Thuận. Trước khi xây dựng đập ngầm tại đây thì nhà máy nước (với công suất thiết kế $80 \text{ m}^3/\text{ng.đ}$ vào mùa khô) thường xảy ra thiếu nước vào 3 tháng cuối mùa khô. Sau khi xây dựng đập ngầm tại đây thì nhà máy đã cung cấp đủ nước sinh hoạt theo thiết kế và lượng nước trữ được vượt mức so với thực tế khoảng 6000 m^3 . Đây là tài liệu tham khảo tốt trong việc áp dụng kết cấu đập ngầm vào thực tế sản xuất tại các vùng có điều kiện địa chất tương tự.

Từ khóa: Đập ngầm; không chắn hết tầng chứa nước; vùng khan hiếm nước

Abstract: A subsurface dam is a structure that is arranged across a groundwater channel to store shallow groundwater or slow down the seepage in the aquifer (sand, gravel, etc...). Subsurface dam technologies have been widely applied and documented in the literature, especially in dry riverbeds around the world. However, there are a few assessments of the efficiency of the available technologies, particularly the efficiency of the subsurface dam type that is partly cut-off the interflows in gravel layers. This paper presents the solutions of designing and implementing as well as monitoring results of a full-scale experiment of a semi-cross-section arrangement subsurface dam at a freshwater treatment plant in My Thanh commune, Ham Thuan Nam district, Binh Thuan province (with a design capacity of $80 \text{ m}^3/\text{day}$ in the dry season), a region where experiences severe droughts in the last 3 months of the dry season. It is found that when the subsurface dam was constructed, the water treatment plant supplied sufficient water as designed and the groundwater storage exceeded the actual yield about 6000 m^3 . This is a good reference for applying the subsurface dam in those places that have similar geological conditions.

Keywords: subsurface dam; semi-cross-section arrangement; water scarcity regions

1. MỞ ĐẦU

Ninh Thuận, Bình Thuận là hai tỉnh khan hiếm nước nhất của nước ta hiện nay. Vào mùa khô, tại một số vùng thường xuyên xảy ra tình trạng hạn hán, việc cung cấp nước sinh hoạt cho

nhân dân là hết sức khó khăn vì các nguồn khai thác nước mặt và nước ngầm đều bị cạn kiệt. Nhằm lưu trữ nước dưới đất trong mùa mưa để cấp nước sinh hoạt cho mùa khô đã có nhiều giải pháp công trình được đưa ra. Bài báo giới thiệu về giải pháp thiết kế, thi công và kết quả quan trắc của một mô hình đập ngầm đã được xây dựng thử nghiệm ở tỉnh Bình Thuận. Đập ngầm này có tác dụng chặn, làm

Ngày nhận bài: 16/5/2018

Ngày thông qua phản biện: 20/6/2018

Ngày duyệt đăng: 12/7/2018

chậm dòng chảy, chống thất thoát nước được xây dựng tại khu vực nhà máy nước sạch Mỹ Thạnh – Huyện Hàm Thuận Nam – Tỉnh Bình Thuận. Đây là một trong những kết quả nghiên cứu của đề tài độc lập cấp nhà nước do Viện Khoa Học Thủy Lợi Việt Nam chủ trì “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”.

2. GIỚI THIỆU HIỆN TRẠNG KHU VỰC

XÂY DỰNG

Vùng nghiên cứu thuộc xã Mỹ Thạnh, huyện Hàm Thuận Nam, tỉnh Bình Thuận, là xã miền núi, cách trung tâm thành phố Phan Thiết khoảng 40km về phía Tây Bắc.

Khu vực Mỹ Thạnh nằm trong dạng địa hình thung lũng giữa núi; hai phía đông và tây là các dải núi thấp, ở giữa là thung lũng suối Bom Bi, kéo dài và thấp dần từ Bắc xuống Nam. Suối Bom Bi là dòng chảy chính trong vùng, thường bị kiệt nước vào mùa khô.



Hình 1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu xã Mỹ Thạnh, huyện Hàm Thuận Nam, tỉnh Bình Thuận

Bảng 1. Hiện trạng Nhà máy nước sạch Mỹ Thạnh

Công suất thiết kế (m ³ /ng.đ)	150 (mùa mưa); 80 (mùa khô)
Nguồn nước sử dụng	Nước ngầm
Hệ thống xử lý	Hệ thống lắng đứng, xử lý PAC, Soda, Clo
Năm đưa vào khai thác	2010
Số hộ sử dụng nước	194/242

Năm thiếu nước	2014; 2015; 2016
Tháng thiếu nước	3; 4; 5

Nguồn: TT NS & VSMT NT Bình Thuận [2]

Nguồn nước sinh hoạt được cấp từ Nhà máy nước sạch Mỹ Thạnh do Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn tỉnh Bình Thuận quản lý, khai thác. Nước cấp cho Nhà máy được lấy từ 6 giếng đào (Từ GMT1 – GMT6, đường kính 1,5m, sâu khoảng 8,0 m là đến đá) dọc suối Bom Bi. Vào mùa khô, nguồn nước này cấp cho nhà máy bị hạn chế do các giếng bị cạn kiệt. Từ khi nhà máy đưa

vào khai thác (2010) thì vào cuối mùa khô (tháng 3, 4, 5) các năm 2014, 2015, 2016 nhà máy có lúc phải ngừng hoạt động do thiếu nước nghiêm trọng.

3. ĐÁNH GIÁ NGUYÊN NHÂN VÀ GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC

3.1. Đánh giá nguyên nhân.

Do đây là tầng chứa là cát, cuội sỏi trầm tích, hình thành trên suối miền núi có độ dốc địa hình lớn và hệ số thấm lớn. Theo bản đồ địa chất thủy văn vùng Mỹ Thạnh thì kích thước của tầng chứa nhỏ $L*B*M = 3000*500*10m$. Trạm bơm Mỹ Thạnh nằm ở phần thượng lưu của tầng chứa, cách đầu phía thượng lưu khoảng 1000m. Vào mùa khô khi không có mưa, không có bổ sung nước từ hai bên tầng chứa, nước ngầm chỉ được bổ cập từ suối. Vào cuối mùa khô khi dòng suối khô cạn, nước ngầm không được bổ cập từ suối thì sẽ bị khô cạn dần do khai thác, bốc hơi và dòng ngầm chảy về hạ lưu (do hệ số thấm lớn 2,96m/ngày và độ dốc đáy tầng chứa lớn khoảng 1.0%).



Hình 2. Mặt bằng khu cấp nước sạch Mỹ Thạnh



Hình 3. Lòng suối thượng lưu nhà máy nước khô cạn (T4/2016)

3.2. Giải pháp thiết kế đập ngầm.

Từ kết quả khảo sát địa chất và địa vật lý, chúng tôi thiết kế 1 tuyến đập ngầm chạy giữa 2 giếng GMT1 và GMT2, cắt ngang tầng cuội sỏi lòng suối, có vai trái và chân đập găm vào đá phong hóa vừa có tính thấm nước kém, vai phải vẫn nằm trong lớp cuội sỏi có tính thấm nước mạnh. Do giếng GMT1 ở xa trạm bơm và cuối nguồn nước nên vào mùa khô thường xuyên bị cạn, giếng này chỉ dùng để khai thác nước trong mùa mưa nên khi xây đập ngầm qua đây sẽ không ảnh hưởng đến việc khai thác nước của nhà máy. Mặt khác, sau khi xây đập ngầm thì việc quan trắc, so sánh mực nước trong giếng GMT1 (hạ lưu đập) với mực nước trong các giếng còn lại (thượng lưu đập) sẽ cho ta đánh giá được hiệu quả làm việc của đập ngầm.



Lớp 1a+b: Sét pha màu nâu đỏ, nâu vàng, trạng thái cứng (thấm nước kém)

Lớp 2a: Cuội sỏi đa khoáng lẫn cát (chứa nước chính) ; Lớp 2b: Cuội lẫn đất

Lớp 3a,3b: Đá dacite phong hóa vừa- mạnh (thấm nước kém đến không thấm)

Lớp 4: Đá granite (không thấm nước)

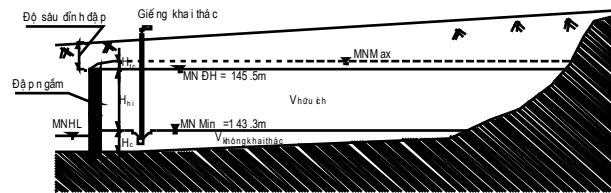
Hình 4. Mặt cắt địa chất dọc tuyến đập

3.2.1 Phân chia các dụng tích làm việc của hồ ngầm

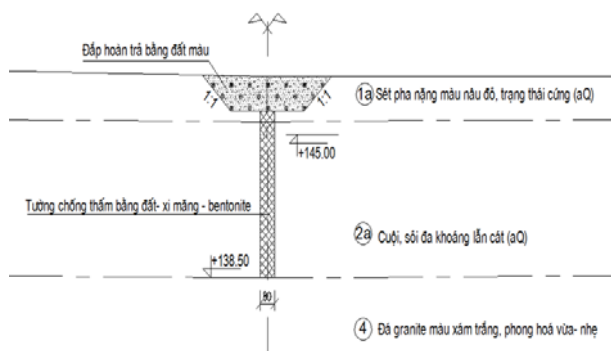
Với cao độ khu vực của bãi giếng khai thác khoảng +147,5 m, chúng tôi chọn cao trình đỉnh đập cách mặt đất từ 1,5m – 2,0 m

- Chọn cao trình đỉnh đập: +145,5m

- Chiều dài đập : 300 m
- Chọn kết cấu đập: đất + xi măng + bentonite
- Mức nước min theo quan sát nhiều năm ứng với giới hạn khai thác của giếng trạm bơm là: +143,3m



Hình 5. Các dung tích của hồ ngầm



Hình 6. Mặt cắt đập điển hình

3.2.2 Tính toán nhu cầu cấp nước cho sinh hoạt (Vsh):

+ Theo thiết kế trạm bơm: lưu lượng bơm mùa khô là 80m³/ng.đêm, tính cho 6 tháng mùa khô:

$$V_{sh1} = 80 \cdot 6 \cdot 30 = 14.400 \text{ (m}^3\text{)} \quad (1)$$

+ Theo dân số hiện tại: 952 người

$$V_{sh2} = 952 \cdot 60 \cdot (6 \cdot 30) / 1000 = 10.282 \text{ (m}^3\text{)} \quad (2)$$

(theo TCXDVN 33:2006 Cấp nước, với vùng nông thôn lượng dùng là 60 lít/người/ngày)

=> Lượng nước cần cung cấp từ hồ ngầm trong các tháng mùa khô (Vyc)

$$V_{yc} = \max(V_{sh1}, V_{sh2}) = 14.400 \text{ m}^3 \quad (3)$$

3.2.3 Tính toán lượng nước chứa trong dung tích hữu ích của hồ ngầm (Vnhi):

$$V_{nhi} = F_{itb} \cdot H_i \cdot \mu_i = 10.980 \cdot 2,2 \cdot 0,14 = \mathbf{33.818 \text{ (m}^3\text{)}} \quad (4)$$

Trong đó: (Theo kết quả khảo sát tại [1])

+ F_{itb} diện tích trung bình của dung tích hữu ích, $F_{itb} = 10.980 \text{ m}^2$

+ H_i chiều cao của dung tích hữu ích, $H_i = 145,5 - 143,3 = 2,2 \text{ (m)}$

+ Hệ số nhả nước trọng lực của tầng chứa $\mu_i = 0,14$

3.2.4 Tổn thất qua thân và nền đập:

$$V_{tt1} = (q_d \cdot L_d + q_n \cdot L_d) \cdot t \quad (5)$$

Trong đó:

q_d, q_n - lưu lượng đơn vị dòng thấm qua đập và nền;

L_d - Chiều dài thân đập;

t - thời gian tính tổn thất (6 tháng).

Do đáy tầng chứa là tầng đá không thấm nên $q_n = 0$;

$$q_d = K_d \cdot J \cdot F = K_d \cdot (\Delta H / d) \cdot F \quad (6)$$

Với hệ số thấm thân đập $K_d = 8,64 \cdot 10^{-4} \text{ m/ngày}$

ΔH - chênh lệch mực nước thượng-hạ lưu, $\Delta H = 145,5 - 143,3$

d - Chiều dày đập ngầm, $d = 0,8 \text{ m}$; gradien thấm $J = \Delta H / d$;

F - Diện tích mặt đập, $F = 300 \cdot 6,5 \text{ (m}^2\text{)}$

$$\text{Thay số vào công thức (5): } V_{tt1} = 8,64 \cdot 10^{-4} \cdot (145,5 - 143,3) / 0,8 \cdot 300 \cdot 6,5 \cdot (6 \cdot 30) = \mathbf{833,4 \text{ (m}^3\text{)}}$$

3.2.5 Tổn thất qua vai đập:

$$V_{tt2} = (Q_{vt} + Q_{vp}) \cdot t \quad (7)$$

Trong đó:

Q_{vt}, Q_{vp} - lưu lượng đơn vị dòng thấm qua vai đập;

t - thời gian tính tổn thất (6 tháng).

Do vai trái đập là tầng đá không thấm nên $Q_{vt} = 0$;

Tính lượng tổn thất qua vai phải đập ngầm [4]:

$$Q_{vp} = 0,732 \cdot K \cdot H \cdot M \cdot \lg(B/r_0) \quad (8)$$

Với: K - hệ số thấm vai đập $K = 2,96 \text{ m/ngày}$

H - chênh lệch mực nước thượng-hạ lưu, $H = 145,5 - 143,3 \text{ (m)}$

M - Chiều dày tầng chứa, $M = 6,5 \text{ m}$

B - xác định theo Verighin N.N, $B = L/\square =$

200/3,14 (m)

L - khoảng cách từ vai phải đập đến biên bên phải của tầng chứa, tức là phần còn lại của tầng chứa mà đập ngầm không cắt qua. $L = \text{bề rộng tầng chứa} - \text{chiều dài đập cắt qua} = 500 - 300 = 200 \text{ (m)}$

r_0 - Bán kính của vòng tròn mà nửa chu vi của nó bằng đường viền thấm vai đập, $r_0 = 0,4\text{m}$

Thay số vào công thức (7):

$$V_{tt1} = 0,732 \cdot 2,96 \cdot (145,5 - 143,3) \cdot 6,5 \cdot \lg(200/3,14/0,4) \cdot (6 \cdot 30) = 12.294,4 \text{ (m}^3\text{)}$$

3.2.6 *Tính toán lượng nước khai thác từ hồ ngầm (V_{kt}):*

$$V_{kt} = V_{nhi} - V_{tt1} - V_{tt2} \text{ (9)}$$

Trong đó:

V_{nhi} - lượng nước ngầm trữ trong dung tích hữu ích;

V_{tt1} - tổn thất qua thân và nền đập;

V_{tt2} - Tổn thất qua vai đập.

Thay số vào công thức (9): $V_{kt} = 33.818 - 833,4 - 12.294,4 = 20.690,2 \text{ (m}^3\text{)}$

$\Rightarrow$ So sánh lượng nước khai thác với nhu cầu dùng nước:

$$V_{kt} > V_{yc} \text{ (10)}$$

- Lượng trữ được vượt so với thực tế : $20.690 - 14.000 = 6.690 \text{ m}^3$

Vậy đập ngầm thiết kế đảm bảo được nhu cầu dùng nước.

4. MỘT SỐ HÌNH ẢNH BIỆN PHÁP THI CÔNG ĐẬP NGẦM

Một số hình ảnh thi công đập ngầm:



Hình 7. Định tuyến, dọn dẹp mặt bằng, tập kết vật liệu, máy móc, nhân công



Hình 8. Đào lớp đất màu để sang một bên phục vụ công tác hoàn trả mặt bằng



Hình 10. Trộn hỗn hợp trầm tích lòng suối với xi măng + bentonite



Hình 9. Đào hào kết hợp giữ vách bằng dung dịch bentonite đến đá gốc (đối với khu vực lòng suối)



Hình 11. Đổ hỗn hợp đã trộn vào hào đến cao trình thiết kế

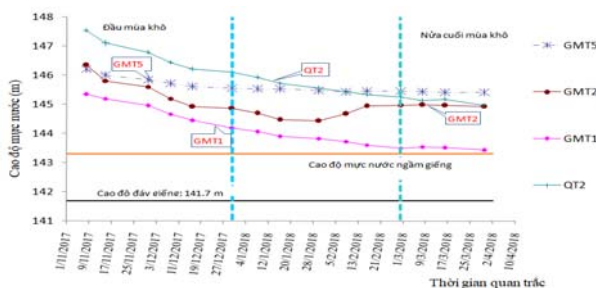


Hình 12. Hoàn trả mặt bằng

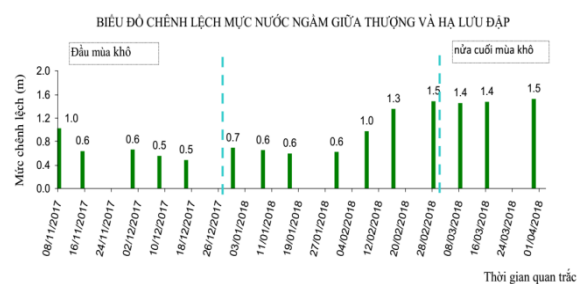
5. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ MÔ HÌNH ĐẬP NGẦM

* Hệ thống giếng quan trắc được bố trí ở 4 vị trí:

- Giếng quan trắc (QT1) được bố trí thượng lưu vai trái của đập ngầm;
- Giếng quan trắc (QT2) được bố trí thượng lưu nằm phía ngoài đập cách vai phải của đập ngầm 20m;
- Sử dụng giếng đào GMT1 (giếng 1) và GMT2 (giếng 2) hiện có.



Hình 13. Số liệu quan trắc trong các giếng (từ tháng 11 năm 2017 đến tháng 4 năm 2018)



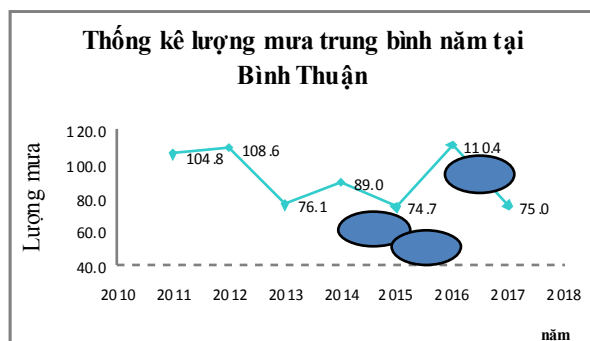
Hình 14. Biểu đồ chênh lệch mực nước ngầm giữa thượng và hạ lưu đập

Quan sát độ chênh lệch mực nước giữa 2 giếng GMT2 (thượng lưu đập) và GMT1 (hạ lưu đập) ta thấy: cuối mùa mưa đầu mùa khô (tháng 11) mức chênh lệch giữa thượng lưu và hạ lưu là 1.0m, nửa cuối mùa khô (Tháng 2-Tháng 3) mức chênh lệch từ 1.4-1.5m. Điều đó chứng tỏ

đập ngầm có chất lượng chống thấm tốt.

Quan sát mực nước trong QT2 và GMT5 ta thấy được sự vận động của nước ngầm trong tầng chứa nước. Đầu mùa khô, mực nước tại QT2 cao hơn tại GMT5, điều này chứng tỏ khi đó nước ngầm từ bên vai đập có xu hướng bổ cập về phía suối. Bắt đầu từ giữa mùa khô, mực nước tại giếng QT2 thấp hơn tại GMT5, điều này cho thấy lượng nước trên thượng nguồn suối đang giảm (khi mực nước ngầm bắt đầu suy kiệt) nước có xu hướng bổ cập từ suối về phía bên vai trái chảy xuống hạ lưu.

So sánh hiệu quả với các năm trước:



Hình 15. Thống kê lượng mưa trung bình năm tại Bình Thuận

Nguồn: niên giám thống kê BT 2016 & Viện khoa học khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu (2017)[3]

Ký hiệu: ● Nhà máy nước dừng hoạt động vì thiếu nước (Tháng3-Tháng4-Tháng5)

Bình luận:

Năm 2013, lượng mưa trung bình 76.1mm => mùa khô năm 2014 nhà máy dừng hoạt động 3 tháng. Năm 2014, lượng mưa trung bình 89mm => mùa khô năm 2015 nhà máy dừng hoạt động 3 tháng. Năm 2015, lượng mưa trung bình 74,7mm => mùa khô năm 2016 nhà máy dừng hoạt động 3 tháng. Năm 2016, lượng mưa trung bình 110mm => mùa khô năm 2017 nhà máy hoạt động tương đối bình thường.

Nếu theo quy luật, lượng mưa trung bình năm 2017 là 75mm thì đáng lẽ mùa khô năm 2018 nhà

máy sẽ dừng hoạt động. Nhưng nhờ có đập ngầm mới xây dựng (cuối năm 2017) nên mùa khô năm 2018 nhà máy nước vẫn hoạt động bình thường. Chứng tỏ đập ngầm đã phát huy hiệu quả.

Ta thấy có quy luật là lượng mưa trung bình của tỉnh Bình Thuận năm trước sẽ ảnh hưởng lớn đến việc khai thác nước ngầm của nhà máy vào mùa khô năm sau. Khi lượng mưa trung bình của năm trước trên 100mm thì vào mùa khô năm kế tiếp nhà máy có đủ nước hoạt động. Khi lượng mưa trung bình của năm trước thấp hơn 90mm thì vào mùa khô năm kế tiếp nhà máy thiếu nước hoạt động vào 3 tháng cuối mùa khô. Năm 2013, 2014, 2015 Bình Thuận có lượng mưa khá thấp, dẫn đến năm 2014, 2015, 2016 nhà máy thiếu nước nghiêm trọng. Theo thống kê, lượng mưa năm 2017 khá thấp, nếu theo quy luật trên thì mùa khô năm 2018 nhà máy sẽ bị thiếu nước. Tuy nhiên hiện tại nhà máy nước vẫn hoạt động bình thường, mực nước trong các giếng khai thác vẫn cao hơn mực nước không khai thác được. Điều này chứng tỏ đập ngầm đã phát huy được hiệu quả trữ nước của nó.

6. KẾT LUẬN

- Đập ngầm làm tăng khả năng trữ nước trong tầng chứa và làm tăng khả năng khai thác nước ngầm trong mùa khô.
- Giảm ảnh hưởng của hiện tượng lượng mưa trong năm thấp đến sự hoạt động của nhà máy
- Qua công trình thử nghiệm: Đề tài đã xây dựng được quy trình khảo sát, thiết kế hệ thống đập ngầm và công trình khai thác kèm theo.
- Cho phép áp dụng kết cấu đập ngầm thích hợp cho vùng trầm tích lòng suối có khả năng chứa nước.

Cảm ơn: Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài : “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” trong vùng cao, vùng khan hiếm nước.
Chương trình điều tra, tìm kiếm nguồn nước

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Quốc Dũng & nnk, *Đề tài: 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*, 2015, Hà Nội.
- [2] TT NS & VSMT NT Bình Thuận, *Hồ sơ thiết kế Nhà máy nước Mỹ Thạnh*.
- [3] Niên giám thống kê Bình Thuận 2016 & Viện khoa học khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu (2017)
- [4] Tôn Sĩ Kinh, Phan Ngọc Cừ, *Động lực nước dưới đất*, 1981, Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.