

THỰC TRẠNG NHIỄM MẶN TẠI ĐIỂM KHAI THÁC NƯỚC THÔ CẤP CHO THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG GIAI ĐOẠN 2005 – 2016, XU HƯỚNG ĐẾN NĂM 2030

✍ Mai T Thùy Dương*, Phan T Hà Giang*,
Huỳnh Văn Tài*, Đặng T Huyền Ny*,
Võ Ngọc Dương*, Trần T Việt Nga**



Tóm tắt: Nghiên cứu nhằm phân tích xu hướng biến đổi độ mặn tại điểm khai thác nước thô cấp cho nhà máy nước Cầu Đỏ (Đà Nẵng). Nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu về độ mặn tại điểm lấy nước thô nhà máy nước Cầu Đỏ vào 6 tháng mùa khô trong 12 năm (2005-2016). Phương pháp chính được sử dụng trong nghiên cứu này là thống kê phi tham số, phân tích Mann – Kendall và phân tích độ dốc dựa vào phân tích Theil – Sen, dưới sự hỗ trợ của phần mềm MAKESENS. Dựa trên dữ liệu 12 năm, kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng quá trình xâm nhập mặn vào mùa khô tại vị trí nghiên cứu diễn ra ngày càng sớm và xấu hơn so với các năm trước. Thông qua chỉ số về xu hướng Z và Q dương, nghiên cứu cũng dự báo về xu hướng tăng độ mặn đến năm 2030. Đây là một trong các cơ sở để xây dựng giải pháp trong việc khai thác và sử dụng nước bền vững cho Đà Nẵng.

Từ khóa: Xu hướng, nhiễm mặn, phân tích Mann – Kendall, phương pháp Theil – Sen, phi tham số, MAKESENS.

Abstract: This study is to analyze the trend of salinization at the water intake point of Cau Do water plant (Da Nang). The study used data on salinity of Cau Do water plant in the 6 months of the dry season for 12 years (2005-2016). The main method used in this study is non-parametric method, specifically Mann - Kendall analysis and slope analysis based on Theil - Sen analysis with the support of MAKESENS software. Based on data of more than 12 years, from 2005 to 2016, research results show that the saline intrusion at

the research site during dry season would occur earlier and was getting worse than previous years. Through the positive Z and Q trend indicators, the study also shows a forecast of the increasing trend of salinity to 2030. It is one of the basis to develop solutions to sustainable withdrawals and supply of freshwater.

Key words: Trend, salinization, Mann – Kendall test, Theil-Sen's method, non-parametric method, MAKESENS.

Nhận ngày 25/7/2022, chỉnh sửa ngày 10/8/2022, chấp nhận đăng ngày 29/8/2022.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Quy hoạch cấp nước thành phố Đà Nẵng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 [1], trong tương lai, nhu cầu dùng nước của thành phố Đà Nẵng dự kiến sẽ tăng 7% mỗi năm. Nguyên nhân là do sự gia tăng dân số nhanh chóng và sự thay đổi của lối sống, lối sản xuất. Để đáp ứng được điều đó, các trạm xử lý đặc biệt là hệ thống cấp nước Cầu Đỏ - nguồn cấp nước chính cho toàn thành phố Đà Nẵng luôn phải đảm bảo nguồn nước đầu ra ổn định cả về trữ lượng và chất lượng.

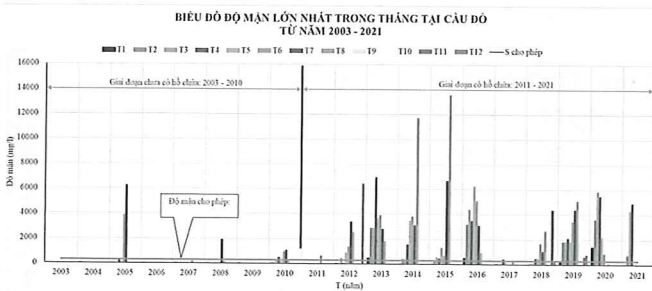
Kết quả tổng hợp chất lượng nước thô từ Sông Cầu Đỏ ta có thể thấy đa số các chỉ số phân tích của sông Cầu Đỏ đều đạt so với TCXD 233-1999 [2] và QCVN 01-1:2018/BYT [3]. Tuy nhiên, chỉ có 2 thông số thường biến động và có một số thời điểm có giá trị rất cao gây ảnh hưởng đến quá trình xử lý của hệ thống cấp nước đó chính là độ đục vào mùa mưa (NTU) và độ mặn vào mùa khô.

*ĐH Bách khoa, ĐH Đà Nẵng;

**ĐH Xây dựng

Về độ đục tại các thời điểm ở sông Cầu Đỏ đạt giá trị cao, đặc biệt vào mùa mưa. Nguyên nhân thường là do các tác động từ phía thượng nguồn như: Khai thác vàng, khai thác cát, xây dựng công trình mưa và các hoạt động làm thay đổi dòng chảy, mưa lũ.

Vào mùa khô, từ tháng 3 đến tháng 8 hàng năm, quá trình xâm nhập mặn diễn ra càng nghiêm trọng trên hạ lưu sông Vu Gia, ảnh hưởng trực tiếp tới việc khai thác nước thô cung cấp cho các nhà máy sản xuất nước sạch trên địa bàn. Các phương pháp xử lý độ mặn hiện nay còn quá nhiều nhược điểm như: Quá tốn kém, khó vận hành và chỉ áp dụng với công suất nhỏ,... Do đó, đối với xử lý nước cấp hiện nay ở Đà Nẵng vẫn chưa có hệ thống xử lý mặn và khi độ mặn tăng quá 250mg/l thì các trạm xử lý nước sẽ lấy nước từ trạm phòng mặn trên sông Yên (Đập dâng An Trạch) về cấp bổ sung hoặc cấp hoàn toàn. Chính vì thế, việc nghiên cứu dự báo về nhiễm mặn tại điểm lấy nước trên sông Cầu Đỏ là vấn đề cấp thiết, nhằm chuẩn bị trước cho tình huống nhiễm mặn để giảm thiểu bớt thiệt hại mà nó gây ra, đảm bảo cấp nước an toàn.



Hình 1: Biểu đồ mặn trong các tháng tại Cầu Đỏ [4]

2. Đối tượng, nội dung, phương pháp

2.1. Đối tượng

- Đối tượng: Độ mặn của nguồn nước thô cấp cho nhà máy cấp nước Cầu Đỏ và nhà máy nước Sân Bay - Đà Nẵng.

- Phạm vi nghiên cứu: Tại vị trí điểm khai thác nước thô cho nhà máy cấp nước Cầu Đỏ và nhà máy nước Sân Bay.



Hình 2: Điểm lấy nước thô nhà máy nước Cầu Đỏ

- Mục tiêu nghiên cứu: Xu hướng nhiễm mặn tại điểm khai thác nước cấp cho nhà máy nước Cầu Đỏ từ năm 2005 – 2016. Dự báo xu hướng biến đổi mặn đến năm 2030.

- Dữ liệu: Dữ liệu độ mặn quan trắc định kỳ tại Trạm đo mặn Cẩm Lệ, cách cửa sông Hàn 11 km với chuỗi dữ liệu của 6 tháng mùa khô (tháng 3 đến tháng 8) trong 12 năm (2005-2016).

2.2. Nội dung

2.2.1. Đánh giá xu hướng nhiễm mặn

- Đánh giá xu hướng nhiễm mặn điểm khai thác nước cấp cho nhà máy nước Cầu Đỏ từ năm 2005 – 2016:

Dữ liệu gồm có: Độ mặn cực đại, Độ mặn cực tiểu và Độ mặn trung bình trong 6 tháng mùa khô (từ tháng 3 đến tháng 8)

2.2.2. Sử dụng công cụ đánh giá xu hướng cho hiện tại.

Dự báo xu thế biến đổi mặn trong tương lai.

Dựa vào kết quả độ mặn trong mùa khô của 12 năm, sử dụng công cụ để dự báo xu thế trong tương lai đến năm 2030.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phương pháp thống kê phi tham số, cụ thể là sử dụng Mann- Kendall (MK) và Theil- Sen (Sen's slope) dưới sự hỗ trợ của mẫu excel MAKESENS.

2.3.1. Phân tích Mann – Kendall

MK được phát triển bởi Mann, giáo sư Toán – Thống kê tại Đại học bang Ohio, Hoa Kỳ và Kendall nhà Thống kê người Anh vào năm 1975. Phương pháp này được sử dụng phổ biến ở các nghiên cứu trong lĩnh vực môi trường và đặc biệt là khí tượng thủy văn. Điểm nổi bật của công cụ này không bị ảnh hưởng bởi thiếu hoặc sai trong việc đo lường dữ liệu về khí tượng thủy văn, thiếu giá trị được cho phép và dữ liệu không cần phải phù hợp với bất kỳ phân phối cụ thể nào. Nhóm tác giả Nguyễn Hoàng Tuấn, Trương Thanh Cảnh nghiên cứu xu thế biến đổi lượng mưa ở Ninh Thuận trong bối cảnh biến đổi khí hậu cho thấy rất phù hợp để phân tích xu thế [5]. Cùng với đó, nghiên cứu của Ngô Đức Thành cũng sử dụng thống kê MK để đánh giá xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007, kết quả tính toán phù hợp với các kết quả đã được công bố ở Việt Nam [6]. Nghiên cứu của Đoàn Thị Ngọc Cảnh cũng sử dụng MK để đánh giá xu thế biến đổi của các yếu tố khí tượng thủy văn khu vực Quảng Nam – Đà Nẵng [7].

Phương pháp phi tham số MK được tính theo công thức:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{sgn}(x_j - x_i)$$

Trong đó:

$$\text{Sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_i) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_i) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_i) < 0 \end{cases}$$

Nếu kết quả tính chỉ số thống kê MK (S) dương thì xu hướng tăng, ngược lại nếu (S) âm thì xu hướng giảm. Tuy nhiên, cần phải tính phương sai (VAR), độ dốc Theil-Sen và cỡ mẫu n để xác định mức ý nghĩa của xu hướng. Phương sai được tính theo công thức sau:

$$VAR(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^8 tp(t_p-1)(2t_p+5)]$$

Trong đó, t_p được coi là số lượng các mối quan hệ với mẫu p , g là số các nhóm có giá trị dữ liệu giống nhau. $VAR(S)$ và độ dốc ước lượng Sen đều được sử dụng để ước tính xu hướng trong dữ liệu chuỗi thời gian; Nếu giá trị S tích cực cho biết xu hướng tích cực và giá trị âm cho biết xu hướng tiêu cực trong chuỗi dữ liệu thời gian. Để tuân theo luật phân phối chuẩn trung bình 0, phương sai 1, chỉ số MK - Z được tính theo công thức:

$$Z = \frac{S-1}{[VAR(S)]^{1/2}}, S > 0$$

$$Z = 0, S = 0$$

$$Z = \frac{S+1}{[VAR(S)]^{1/2}}, S < 0$$

Nếu $Z > 0$ thì xu hướng được xác định là tăng; $Z < 0$ thì xu hướng được xác định là giảm. Thông thường trong phân tích thống kê, P-value phải có giá trị nhỏ 0,05 thì mới được xem là có ý nghĩa thống kê.

2.3.2. Phân tích Theil - Sen (Sen's slope)

Cách tính độ dốc Sen được phát triển vào năm 1950 bởi Theil và sau đó được Sen phát triển vào năm 1968. Đây là phương pháp thường được sử dụng để định lượng các xu thế tuyến tính quan trọng trong chuỗi thời gian. Độ dốc (Q) được tính theo công thức:

$$Q = \frac{x'_i - x_i}{i' - i}$$

Trong đó: Q là độ dốc giữa hai A điểm x_i và x'_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$); x'_i dữ liệu đo lường tại thời điểm i' ; x_i dữ liệu đo lường tại thời điểm i ; i' thời gian sau thời gian i . Ước tính độ dốc của Sen là do độ dốc trung bình (Q'), được tính theo công thức:

$$Q' = \begin{cases} Q \left[\frac{N+1}{2} \right], & N = \{2k+1, \forall k \in \mathbb{Z}\} \\ \frac{Q[N+1] + Q[N+2]}{2}, & N = \{2k, \forall k \in \mathbb{Z}\} \end{cases}$$

Nếu Q' mang giá trị dương thì giá trị của độ dốc của Sen cho thấy xu hướng tăng và giá trị âm cho thấy xu hướng giảm.

2.3.3. Công cụ hỗ trợ excel MAKESENS

Mẫu excel MAKESENS được sử dụng để ước tính xu hướng biến đổi theo thời gian của các giá trị trong năm. Phù hợp áp dụng cho các số liệu thuộc lĩnh vực môi trường đặc biệt là lĩnh vực khí tượng thủy văn. Phần mềm hoạt động dựa trên phương pháp thống kê phi tham số Mann- Kendall và phân tích Theil- Sen ước tính độ dốc cho độ lớn của xu hướng.

Sử dụng mẫu excel MAKESENS: Mẫu bao gồm 4 trang tính: Giới thiệu (About), Dữ liệu hàng năm (Annual data), Thống kê xu hướng (Trend statistics) và Hình (Figure). Trang tính cung cấp thông tin chung về mẫu, dữ liệu của chuỗi thời gian được nhập vào trang tính Annual data, để bắt đầu thống kê xu hướng, sử dụng nút tính xu hướng thống kê (Calculate trend statistics) và trang tính Trend statistics chứa các kết quả. Cuối cùng, xem trực quan dữ liệu và kết quả ở trang tính Figure.

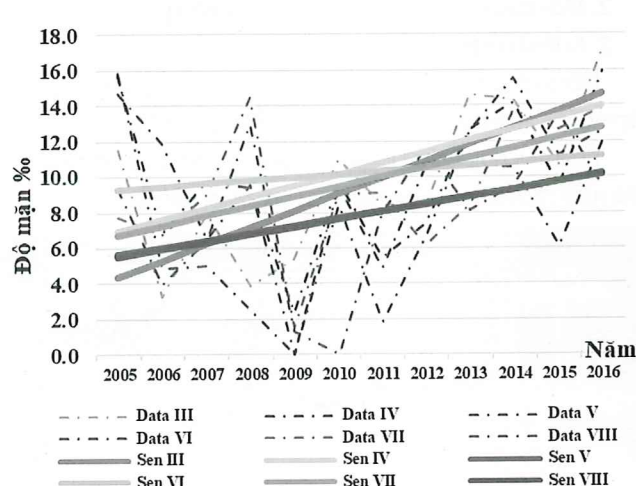
3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Xu hướng biến đổi độ mặn theo tháng

Kết quả tính toán dựa trên công cụ MAKESENS cho thấy độ mặn ở hầu hết các tháng trong mùa khô đều tăng do chỉ số $Z > 0$. Xu hướng tăng giảm tùy thuộc rất nhiều vào số năm thống kê, số năm càng nhiều thì kết quả càng chính xác và chắc chắn. Với 12 năm thống kê là tương đối nên kết quả sẽ có một số tháng chưa thực sự thể hiện được xu hướng tăng hay giảm của độ mặn.

Bảng 1: Kết quả phân tích xu hướng độ mặn trung bình 2005 - 2016

Time series	First year	Last year	n	Test S	Test Z	Signific.	Q	B
III	2005	2016	12		2,13	*	0,932	4,38
IV	2005	2016	12		0,89		0,64	6,96
V	2005	2016	12		1,17		0,41	5,63
VI	2005	2016	12		0,55		0,171	9,29
VII	2005	2016	12		1,51		0,549	6,72
VIII	2005	2016	12		1,3		0,423	5,51



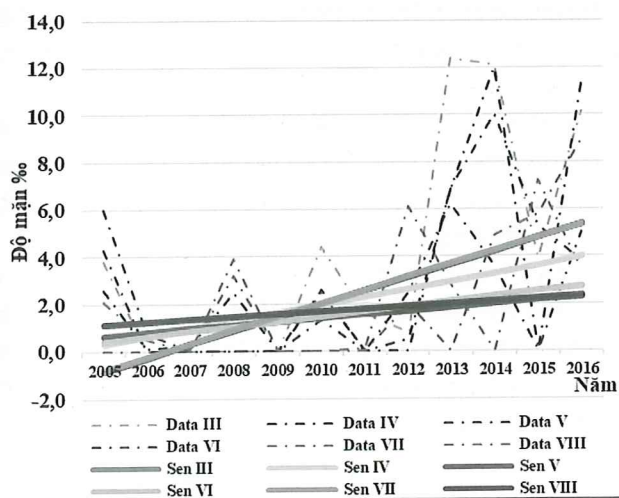
Hình 3: Biểu đồ xu hướng thay đổi mặn trung bình 2005 - 2016

Phân tích số liệu từ 2005 đến 2016 cho thấy, độ mặn trung bình các tháng mùa khô tại cửa khai thác nước thô nhà máy nước Cầu Đỏ là 8,97‰. Độ mặn

trung bình tại vị trí này có xu hướng tăng theo năm. Kết quả kiểm định chỉ số Z luôn dương ($Z > 0$) cho thấy ở các thời điểm đánh giá độ mặn luôn tăng. Chỉ số Z từ tháng 3 đến tháng 8 lần lượt là 2,13; 0,89; 1,17; 0,55; 1,51; 1,30 với độ dốc của Sen Q tương ứng là 0,932; 0,640; 0,410; 0,171; 0,549; 0,123 đều lớn hơn 0 thể hiện ở bảng 1. Xu hướng biến đổi độ mặn được thể hiện theo hình 3. Từ đó cho thấy, độ mặn ở tháng 3 có xu hướng tăng nhanh hơn các tháng khác. Xu hướng nhiễm mặn tăng nhanh hơn, sớm hơn vào đầu mùa khô.

Bảng 2: Kết quả phân tích xu hướng độ mặn cực tiểu 2005 – 2016

Time series	First year	Last year	N	Test S	Test Z	Signific.	Q	B
III	2005	2016	12		2,03	*	0,565	-0,85
IV	2005	2016	12		0,76		0,333	0,3
V	2005	2016	12		1,18		0,151	0,65
VI	2005	2016	12		0,93		0,213	0,41
VII	2005	2016	12		2,21	*	0,562	-0,79
VIII	2005	2016	12		0,91		0,109	1,16



Hình 4: Biểu đồ xu hướng thay đổi độ mặn cực tiểu 2005 – 2016

Độ mặn cực tiểu ở cửa lấy nước nhà máy nước Cầu Đỏ có xu hướng tăng. Kết quả kiểm định cho thấy, chỉ số Z luôn dương ($Z > 0$) cho thấy ở các thời điểm đánh giá độ mặn luôn tăng. Chỉ số Z từ tháng 3 đến tháng 8 lần lượt là 2,03; 0,76; 1,18; 0,93; 2,21; 0,91 với độ dốc của Sen Q tương ứng là 0,565; 0,333; 0,151; 0,213; 0,562; 0,109 đều lớn hơn 0 thể hiện ở bảng 2. Xu hướng biến đổi độ mặn được thể hiện theo hình 4. Từ kết quả cho thấy, độ mặn ở tháng 3 và tháng 7 có xu hướng tăng nhiều hơn các tháng khác.

Bảng 3: Kết quả phân tích xu hướng độ mặn cực đại 2005 – 2016

Time series	First year	Last year	n	Test S	Test Z	Signific.	Q	B
III	2005	2016	12		0,62		0,190	14,21
IV	2005	2016	12		-0,21		0,069	15,99
V	2005	2016	12		0,42		0,037	14,69
VI	2005	2016	12		-0,21		0,100	17,20
VII	2005	2016	12		0,48		0,127	15,55
VIII	2005	2016	12		0,41		0,172	14,63

Phân tích dữ liệu 12 năm, độ mặn lớn nhất vào các tháng mùa khô có thời điểm lên đến 23,3 ‰. Kết quả kiểm định độ mặn cực đại cho thấy, chỉ số Z ở các tháng 3,5,7,8 lần lượt là 0,62; 0,42; 0,48; 0,41 với độ dốc Sen Q tương ứng là 0,19; 0,037; 0,127; 0,172 lớn hơn 0 cho thấy xu hướng tăng độ mặn. Riêng tại các tháng 4 và 6 có chỉ số Z là -0,21 và độ dốc Sen Q lần lượt là -0,069 và -0,100. Các chỉ số này tuy bé hơn 0, tuy nhiên lại không bé hơn quá nhiều, thêm vào đó khi đặt vào bảng thống kê chung thì độ mặn cực đại có xu hướng tăng nhẹ. Với chỉ số Z cao nhất trong các tháng, ta thấy được xu hướng nhiễm mặn của tháng 3 cao hơn các tháng khác.

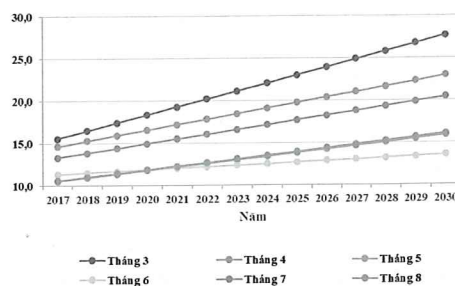
Nhìn chung, thống kê phi tham số Mann – Kendall cho thấy được xu hướng nhiễm mặn tại cửa lấy nước thô nhà máy nước Cầu Đỏ vào mùa khô (tháng 3 đến tháng 8) có xu hướng tăng. Độ mặn cực tiểu, độ mặn cực đại và độ mặn trung bình có xu hướng tăng cao rõ ràng từ sau 2012, khi các nhà máy thủy điện lớn khu vực thượng nguồn được đưa vào vận hành, hoạt động.

3.2. Dự báo xu hướng biến đổi đến tương lai

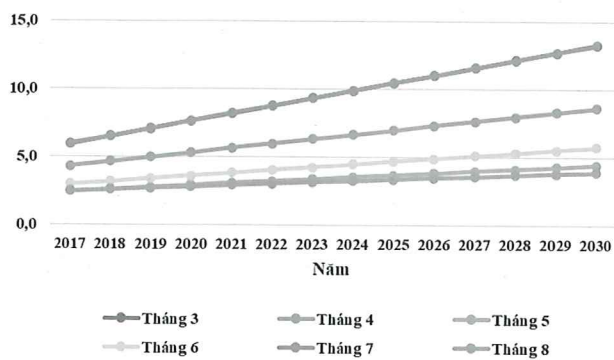
Ngoài việc thống kê xu hướng biến đổi mặn theo tháng của các năm đã cho, công cụ MAKESEN còn tạo ra một công cụ ước tính của Sen cho một xu hướng tuyến tính được tính với phương trình:

$$f(\text{year}) = Q \times (\text{year} - \text{First data year}) + B$$

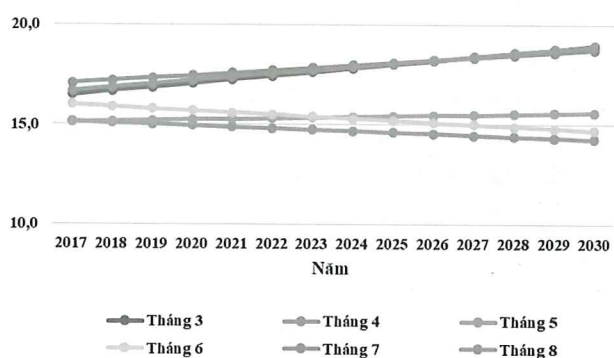
Trong đó, Q là độ dốc Sen và B là một giá trị trung gian cố định. Cả hai giá trị này đã được thể hiện ở bảng 1, 2, 3. First data year = 2005. Kết quả ước lượng xu thế Sen về độ mặn tại vị trí khai thác nước thô cho nhà máy Cầu Đỏ đến năm 2030 được thể hiện ở hình 5, 6, 7.



Hình 5: Biểu đồ xu hướng biến đổi độ mặn trung bình đến năm 2030



Hình 6: Biểu đồ xu hướng biến đổi mặn cực tiểu đến năm 2030



Hình 7: Biểu đồ xu hướng biến đổi mặn cực đại đến năm 2030

Thông qua biểu đồ xu hướng đến năm 2030, đối với độ mặn trung bình và cực tiểu, độ mặn có xu hướng ngày càng tăng mạnh, trong đó tăng mạnh nhất là độ mặn trung bình. Với độ mặn cực đại, xu hướng biến đổi mặn không thể hiện rõ rệt. Nhìn chung, với các điều kiện tác động không thay đổi, độ mặn sẽ có xu hướng tăng mạnh trong tương lai.

Kết luận

Xu hướng biến đổi giá trị độ mặn trong quá khứ sẽ cung cấp một cái nhìn tổng quan cho việc phân tích, dự đoán biến đổi các yếu tố trong tương lai.

Với kết quả phân tích, độ mặn trong 12 năm (2005-2016) có xu hướng tăng. Nước càng nhiễm mặn càng làm khó khăn trong việc đảm bảo nguồn nước thô cho hoạt động sống và sản xuất của người dân tại Đà Nẵng.

Trước đây sông Cầu Đỏ thường có xu hướng nhiễm mặn nhiều hơn vào giữa mùa khô. Tuy nhiên, thời gian gần đây, nhiễm mặn có xu hướng diễn ra sớm hơn vào đầu mùa khô.

Trong tương lai đến năm 2030, độ mặn có xu hướng tăng mạnh. Do đó, cần có các biện pháp cả về kỹ thuật và quản lý một cách sớm hơn, nhanh chóng hơn, nhằm thay đổi các tác động giúp hạn chế sự nhiễm mặn gia tăng.

Cần có những nghiên cứu tiếp theo để có thể tính toán dự báo và có phương án giảm thiểu thiệt hại do nhiễm mặn gây ra.

Đào và vận hành hồ chứa trên lưu vực sông Cầu Đỏ nhằm dự trữ nước không bị nhiễm mặn.

Cần quản lý và vận hành đập An Trạch hợp lý hơn nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng đập.

Kêu gọi đầu tư tài chính để phục vụ các công trình ngăn mặn hay các hệ thống lọc nước nhiễm mặn để đảm bảo chất lượng sử dụng nước cho người dân.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được tài trợ bởi Tập đoàn Vingroup – Công ty CP và hỗ trợ bởi Chương trình học bổng thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn, mã số VINIF.2021.TS.086.

Tài liệu tham khảo:

UBND TP Đà Nẵng, "Quy hoạch cấp nước Thành phố Đà Nẵng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050", 2016.

Bộ Xây dựng, "TCXD 233-1999 – Các chỉ tiêu lựa chọn nguồn nước mặt – nước ngầm phục vụ hệ thống cấp nước sinh hoạt", 1999.

Bộ Y tế, "QCVN 01-1:2018/BYT – Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ăn uống", 2018.

TS. Lê Hùng; Vận hành linh hoạt các hồ chứa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.

Nguyễn Hoàng Tuấn; "Nghiên cứu xu thế biến đổi lượng mưa ở Ninh Thuận trong bối cảnh biến đổi khí hậu bằng phương pháp phi tham số"; Tạp chí khí tượng thủy văn, 722, p. 23-37, 2021.

Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân; "Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007"; Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 28, số 3S, p. 129-135, 2012.

Đoàn Thị Ngọc Cảnh, Lê Dân, Võ Ngọc Dương; "Đánh giá xu thế biến đổi của các yếu tố khí tượng thủy văn khu vực Quảng Nam – Đà Nẵng bằng phương pháp ước lượng phi tham số"; Tạp chí khoa học và công nghệ Đại học Đà Nẵng, Vol. 19, No. 1, p. 8-13, 2021.



Cần quản lý và vận hành đập An Trạch hợp lý hơn nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng đập