

ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC BIỂN VỊNH HẠ LONG, TỈNH QUẢNG NINH VÀ XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ TRỌNG YẾU CẦN GIÁM SÁT

Đỗ Hữu Tuấn¹

Tóm tắt: Vịnh Hạ Long là di sản thiên nhiên thế giới có tầm quan trọng đặc biệt đối với tỉnh Quảng Ninh và Việt Nam. Đánh giá diễn biến chất lượng môi trường nước biển trong vịnh là nhiệm vụ hết sức cấp thiết để xác định hiện trạng và xu thế thay đổi. Trong nghiên cứu này, tác giả tiến hành sử dụng phương pháp thống kê kết hợp phương pháp đánh giá cấp bậc để đánh giá diễn biến chất lượng nước trong vịnh trong 5 năm, xác định xu thế diễn biến và các thông số trọng yếu cần quan tâm. Nghiên cứu tiến hành phân tích số liệu của 28 trạm quan trắc trên vịnh trong 5 năm. Kết quả cho thấy về tổng thể chất lượng nước biển vịnh Hạ Long vẫn tốt. Hầu hết các thông số được đánh giá đều nằm trong giới hạn theo QCVN 10 - MT:2015/BTNMT. Các thông số Fe, Mn, dầu mỡ đang có xu thế tăng; Zn và TSS xu thế ổn định; trong khi Amoni đang có xu thế giảm trong 5 năm qua. Nghiên cứu cũng chỉ rằng, cần kiểm soát các thông số Amoni và dầu mỡ tốt hơn để nâng cao chất lượng nước biển trong vịnh Hạ Long.

Từ khóa: Chất lượng nước biển, diễn biến chất lượng nước, vịnh Hạ Long, AHP, trọng số.

Ban Biên tập nhận bài: 11/2/2020 Ngày phản biện xong: 18/3/2020 Ngày đăng bài: 25/3/2020

1. Mở đầu

Trong quản lý môi trường, quan trắc môi trường là một trong những hoạt động rất quan trọng để làm căn cứ đưa ra những quyết định phù hợp với hiện trạng chất lượng môi trường. Trong hoạt động quan trắc, thu thập, phân tích mẫu và xử lý số liệu là những bước cơ bản đánh giá được hiện trạng môi trường của khu vực hay đối tượng cần quan tâm. Trong đó đánh giá diễn biến chất lượng môi trường và dự báo các xu thế là bước rất quan trọng trong hoạt động quan trắc.

Trên thế giới, hoạt động đánh giá chất lượng môi trường nước biển được nghiên cứu rất rộng rãi và là một trong những hoạt động quan trọng trong quản lý môi trường. Nghiên cứu của Xiao và cộng sự năm 2019 đã đánh giá chất lượng môi trường nước biển ven bờ vịnh Daya Trung Quốc từ đó tính toán mối liên quan với nước ngầm trong rừng ngập mặn [23]. Tại Argentina nhóm nghiên cứu của Verga đã đánh giá chất lượng nước biển tại vịnh San Jorge theo mùa để xác định các thông số quan trọng vượt ngưỡng cần quan tâm để có những kiểm soát phù hợp [22].

Tại Tunisia, El Zrelli và các cộng sự đã đánh giá chất lượng nước biển tại vịnh Gabes nhằm xác định các nguồn gây ô nhiễm từ các hoạt động công nghiệp trong vùng [3]. Để đánh giá chất lượng nước biển tại nhà máy sản xuất nước ngọt từ nước biển tại Israel, Kress và cộng sự đã phân tích dữ liệu quan trắc 6 năm để xác định nước thải từ nhà máy sản xuất nước ngọt từ nước biển là nguyên nhân tăng nồng độ photpho hữu cơ trong nước biển [6]. Như vậy có thể thấy, các nghiên cứu quốc tế đã đánh giá chất lượng nước biển và các diễn biến của nó để xác định các mối liên hệ với các nguồn ô nhiễm, xu thế diễn biến hay các thông số ưu tiên kiểm soát.

Tại Việt Nam, đã có nhiều các nghiên cứu về diễn biến chất lượng môi trường nước biển như nghiên cứu của Phạm Hữu Tâm (2016) về áp dụng chỉ số chất lượng nước để đánh giá chất lượng nước biển phía Nam [11]. Nghiên cứu của Phạm Văn Hiếu và Lê Xuân Tuấn (2012) đã nghiên cứu chất lượng môi trường nước biển và tác động của nó tới khu bảo tồn biển Côn Cỏ từ đó xác định các nguy cơ tiềm ẩn gây ô nhiễm

¹Khoa môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học QGHN
Email: tuandh@vnu.edu.vn

môi trường biển khu vực [13]. Phạm Hữu Tâm (2011) đánh giá diễn biến chất lượng nước vịnh Nha Trang từ đó xác định xu thế [10]. Để nghiên cứu diễn biến chất lượng môi trường tại các rạn san hô ven bờ Khánh Hòa, Phạm Hữu Tâm (2019) đã tiến hành phân tích dữ liệu quan trắc từ 2010-2018 để đánh giá xu thế diễn biến chất lượng nước tại các rạn san hô [12].

Như vậy có thể thấy, các nghiên cứu trong và ngoài nước về chất lượng môi trường nước biển tập trung vào đánh giá hiện trạng, diễn biến, xác định nguồn ô nhiễm, hay các xu thế diễn biến chất lượng nước. Phương pháp phân tích cấp bậc AHP (Analytic Hierarchy Process) được phát triển bởi Saaty (1980) [17]. Đây là phương pháp rất hiệu quả trong việc phân tích đa tiêu chí để xác định các tiêu chí ưu tiên dựa trên trọng số [21]. Các nghiên cứu đã sử dụng AHP như một công cụ quan trọng trong việc phân tích xác định các lựa chọn [1, 2, 4, 8]. Trong nghiên cứu về môi trường nước, AHP cũng là công cụ hữu hiệu được sử dụng để đáp ứng các mục tiêu nghiên cứu [5, 7, 15, 16, 18, 19].

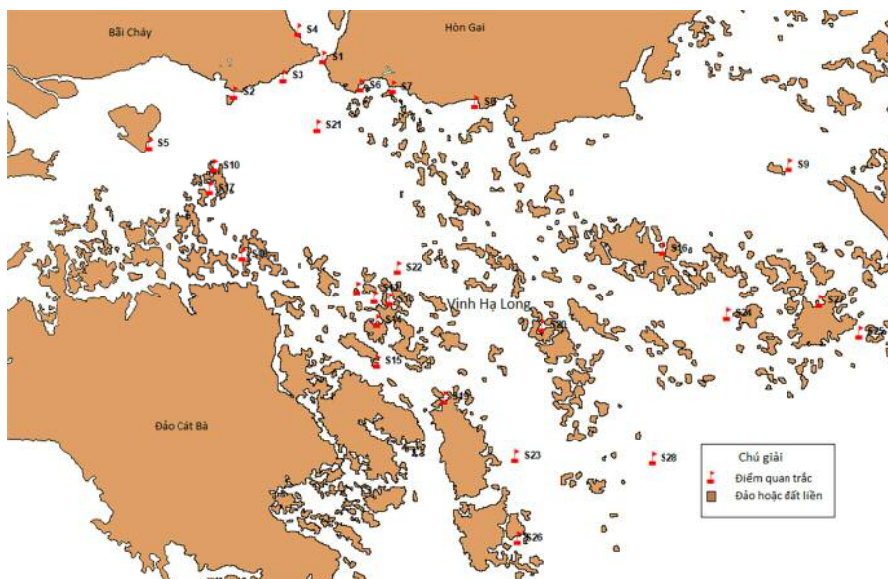
Vịnh Hạ Long là di sản thiên nhiên thế giới mang lại cho Quảng Ninh giá trị to lớn về kinh tế đặc biệt là hoạt động du lịch. Việc khai thác

bền vững di sản thiên nhiên thế giới này là một thách thức không nhỏ đối với thành phố Hạ Long và tỉnh Quảng Ninh. Do đó việc quan trắc đánh giá chất lượng nước biển vịnh Hạ Long để xác định hiện trạng chất lượng nước biển là hết sức quan trọng. Bên cạnh đó, việc phân tích chuỗi số liệu để xác định diễn biến và xu thế là việc cấp thiết nhằm đưa ra những quyết sách trong quản lý và sử dụng hợp lý các giá trị và tài nguyên của vịnh Hạ Long. Trước yêu cầu từ thực tế đó, nghiên cứu này đã tiến hành phân tích thống kê và đánh giá chuỗi số liệu quan trắc trong 5 năm với các mục tiêu: (1) Đánh giá được diễn biến chất lượng nước biển vịnh Hạ Long; (2) Xác định được xu thế diễn biến của các thông số chất lượng nước biển; (3) Tìm ra được các thông số trọng yếu cần quan tâm để duy trì và cải thiện chất lượng nước biển trong vịnh.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các điểm quan trắc và các thông số quan trắc hiện đang được Ban quản lý vịnh Hạ Long quan tâm giám sát là Fe, Zn, Mn, dầu mỡ, TSS, Amoni. Phạm vi nghiên cứu là các điểm quan trắc trên vịnh Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh (Hình 1).



Hình 1. Vị trí các điểm quan trắc

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a) Phương pháp thu thập dữ liệu

Dữ liệu quan trắc được thu thập trong 5 năm từ năm 2013-2017 làm cơ sở cho việc phân tích

dữ liệu đánh giá diễn biến và những thông số trọng yếu [20].

b) Phương pháp xử lý thống kê

Các số liệu quan trắc được xử lý bằng phần

mềm thống kê SPSS để xác định sự phân bố tần suất các giá trị và xu thế diễn biến của chất lượng nước.

c) Phương pháp phân tích trọng số

Để đánh giá trọng số của các thông số cần quan tâm, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp phân tích cấp bậc AHP.

Để phân tích mức độ ưu tiên theo cấp bậc của các thông số tác giả sử dụng phương pháp phân tích AHP kết hợp với các yêu cầu về quy chuẩn chất lượng nước biển ven bờ theo QCVN 10 - MT:2015/BTNMT.

$$T_j = \sum_{s=1}^s \frac{M_i}{S_i} \quad (1)$$

Trong đó T_j là tổng giá trị của thông số j ; s là tổng số trạm; S_i là giá trị tối đa theo quy chuẩn; M_i là giá trị quan trắc của thông số tại trạm i .

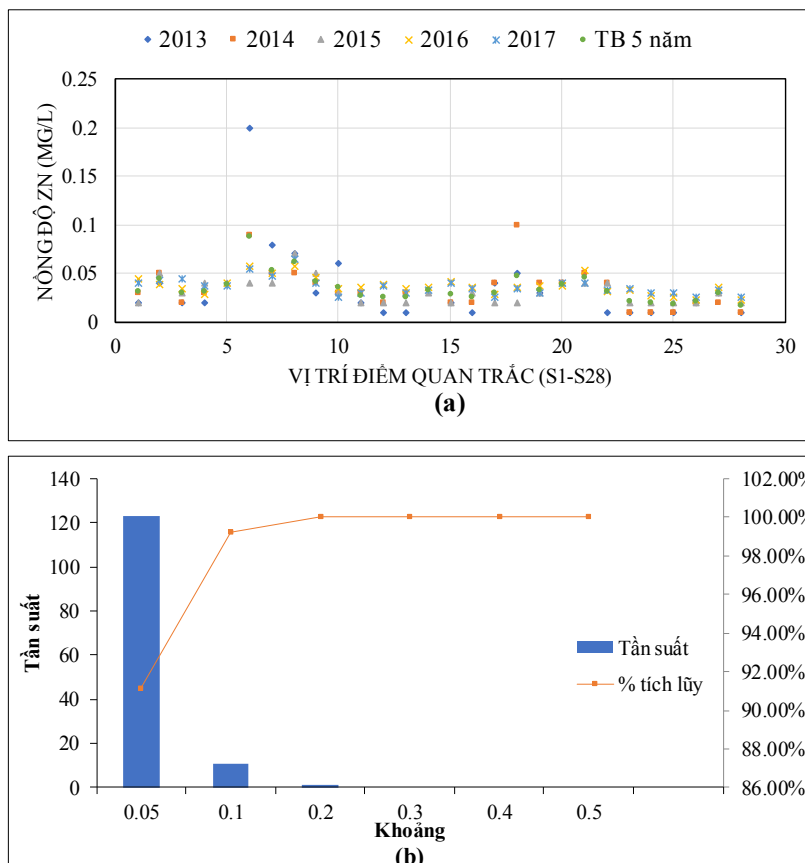
Sau khi xác định được T_j các giá trị sẽ được so sánh cặp thông số sử dụng phương pháp AHP được tích hợp trong phần mềm ExpertChoice.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Diễn biến chất lượng nước biển vịnh Hạ Long

a) Diễn biến nồng độ sắt Fe

Nồng độ trung bình của sắt trong nước biển dao động từ 0,01 mg/l đến 0,5 mg/l. Tại tất cả các điểm quan trắc nước biển, nồng độ Fe trung bình 5 năm đều nhỏ hơn QCVN 10 - MT:2015/BTNMT cho nước biển ven bờ là 0,5mg/l (Hình 2a). Nồng độ trung bình của Fe trong nước biển 5 năm có tới 62,22% nồng độ dưới 0,1mg/l; 85,93% nồng độ dưới 0,2 mg/l (Hình 2b). Từ đó có thể thấy nồng độ Fe trong nước biển vịnh Hạ Long rất tốt, thấp hơn rất nhiều so với QCVN 10 - MT:2015/BTNMT, trong đó 94,81% số mẫu tại các điểm quan trắc nồng độ thấp hơn 1/2 so với quy chuẩn. Phân tích thống kê cho thấy, nồng độ Fe trong nước biển vịnh Hạ Long có xu thế đi lên (Hình 8). Tuy nhiên mức tăng không đáng kể và còn khoảng cách rất xa so với quy chuẩn.

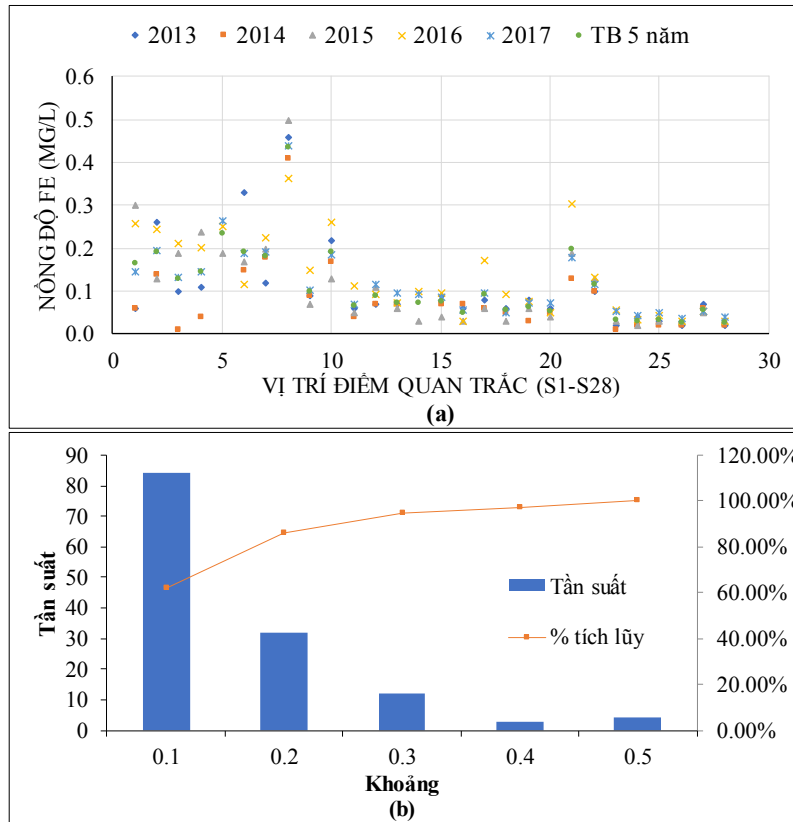


Hình 2. Diễn biến nồng độ (a), tần suất và phần trăm tích lũy (b) theo nồng độ Fe

b) Diễn biến nồng độ Zn

Hình 3a cho thấy, nồng độ Zn dao động từ 0,01 mg/l đến 0,2 mg/l. Các điểm quan trắc nồng độ Zn đều thấp hơn QCVN 10 – MT:2015/BTNMT (0,5mg/l). Số liệu quan trắc cho thấy 99,26% số mẫu có nồng độ $\leq 0,1$ mg/l,

thấp hơn 5 lần so với Quy chuẩn. Trong đó 91,11% có nồng độ $\leq 0,05$ mg/l (Hình 3b). Xu thế diễn biến nồng độ Zn trong 5 năm rất ổn định, hầu như không thay đổi (Hình 8). Như vậy có thể thấy, nồng độ Zn trong nước biển vịnh Hạ Long rất tốt và ổn định.



Hình 3. Diễn biến nồng độ (a), tần suất và phần trăm tích lũy (b) theo nồng độ Zn

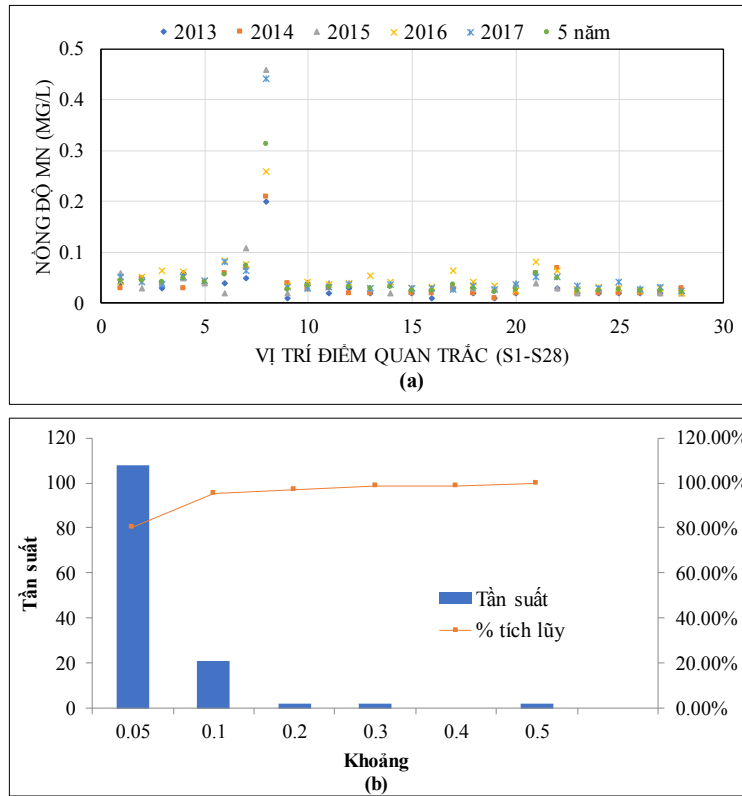
c) Diễn biến nồng độ Mn

Nồng độ Mn thay đổi trong khoảng từ 0,01 đến 0,46 mg/l (Hình 4a). Trong đó các điểm quan trắc có nồng độ rất ổn định và dưới 0,1 mg/l. Chỉ riêng có điểm quan trắc S8 nồng độ Mn cao hơn, dao động từ 0,2 mg/l đến 0,46 mg/l. Điểm S8 có nồng độ Mn cao do đây là cảng than Nam Cầu Trắng, Mn trong than theo nước mưa chảy xuống biển dẫn tới nước biển khu vực cảng than có nồng độ Mn cao. Phân tích thống kê cho thấy, 95,56% có nồng độ Mn $\leq 0,1$ mg/l (Hình 4b). Xu thế diễn biến nồng độ Mn có xu thế tăng (Hình 8). Tuy nhiên xu hướng tăng vẫn chưa đáng lo ngại do nồng độ Mn hiện tại trong nước biển còn rất thấp so với QCVN 10 – MT:2015/BTNMT.

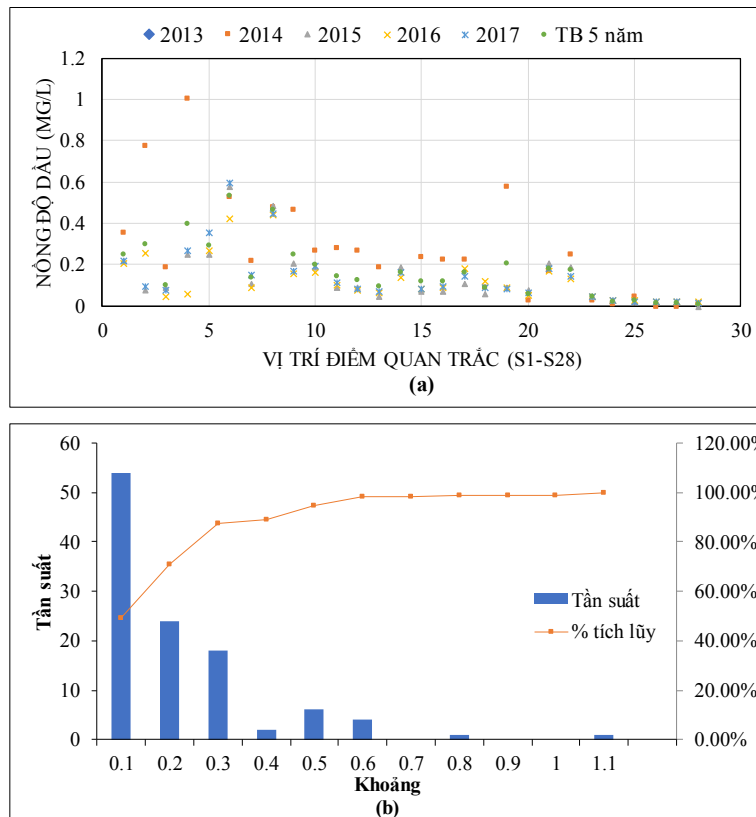
d) Diễn biến nồng độ dầu mỡ

Hoạt động du lịch và hoạt động vận tải đường biển trên vịnh Hạ Long diễn ra rất sôi động. Do đó dầu mỡ trong nước biển là một trong những

thông số cần được quan tâm quan trắc sát sao. Nồng độ dầu mỡ biến động nhiều hơn giữa các điểm quan trắc, dao động từ 0,01 mg/l đến 1,01 mg/l (Hình 5a). Nồng độ dầu mỡ cao tập trung ở những nơi có hoạt động tàu thuyền lớn như cao nhất tại cảng cá sau chợ Hạ Long 1 (S6), cảng than Nam Cầu Trắng (S8), cảng Cái Lân (S4) và bến tàu du lịch tại Tuần Châu (S5). Phân tích thống kê cho thấy 94,55% nồng độ dầu mỡ tại các điểm quan trắc nằm trong QCVN 10 – MT:2015/BTNMT là 0,5 mg/l (Hình 5b). Còn lại 5,45% có nồng độ dầu mỡ cao hơn quy chuẩn. Tuy nhiên tính trung bình 5 năm thì chỉ có 1 điểm có nồng độ dầu mỡ cao hơn Quy chuẩn là điểm S6 (chiếm 3,57%). Còn lại các điểm khác đều nằm trong giới hạn cho phép theo quy chuẩn. Diễn biến nồng độ dầu mỡ trong nước biển trong 5 năm có xu thế đi lên, tuy nhiên mức tăng không đáng kể (Hình 8).



Hình 4. Diễn biến nồng độ (a), tần suất và phần trăm tích lũy (b) theo nồng độ Mn

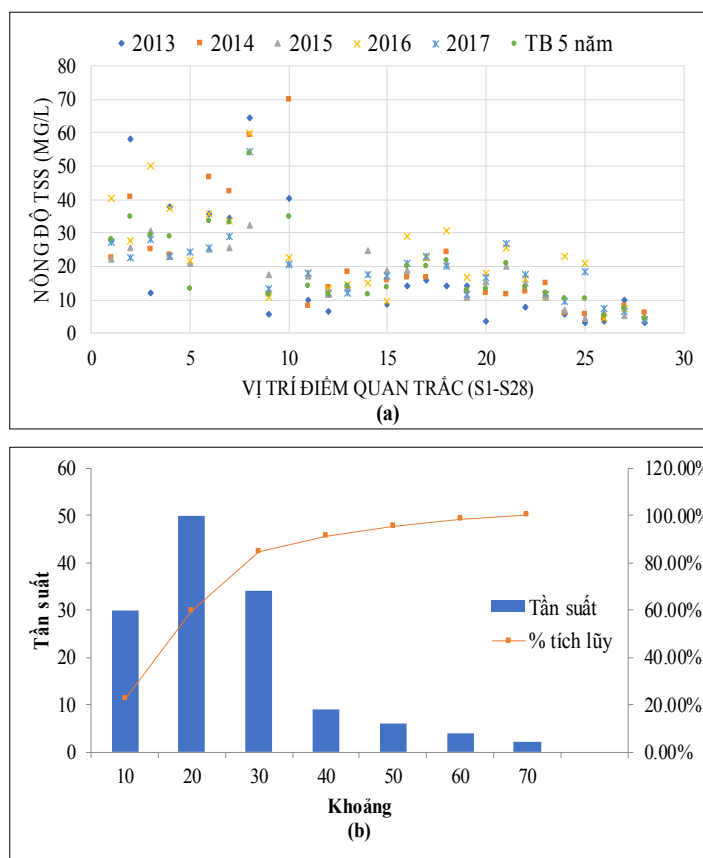


Hình 5. Diễn biến nồng độ (a), tần suất và phần trăm tích lũy (b) theo nồng độ dầu mỡ

e) *Diễn biến nồng độ TSS*

Nồng độ TSS dao động từ 3 mg/l đến 69,8 mg/l (Hình 6a). Có tới 95,56% số mẫu có nồng độ dưới QCVN 10 –MT:2015/BTNMT là 50 mg/l (Hình 6b). Một số điểm có nồng độ cao hơn quy chuẩn như tại cảng Nam Cầu Trắng (S8). Nồng độ trung bình 5 năm tại điểm S8 là 53,9

mg/l cao hơn quy chuẩn (50 mg/l) một chút (3,9 mg/L). Còn lại các điểm đều có nồng độ trung bình 5 năm dưới Quy chuẩn. Nồng độ TSS trong vòng 5 năm đánh giá đều có xu thế ổn định không tăng (Hình 8). Như vậy nồng độ TSS khu vực vịnh Hạ Long vẫn còn khá tốt 95,56% dưới quy chuẩn trong đó 84,44% dưới 30mg/l.



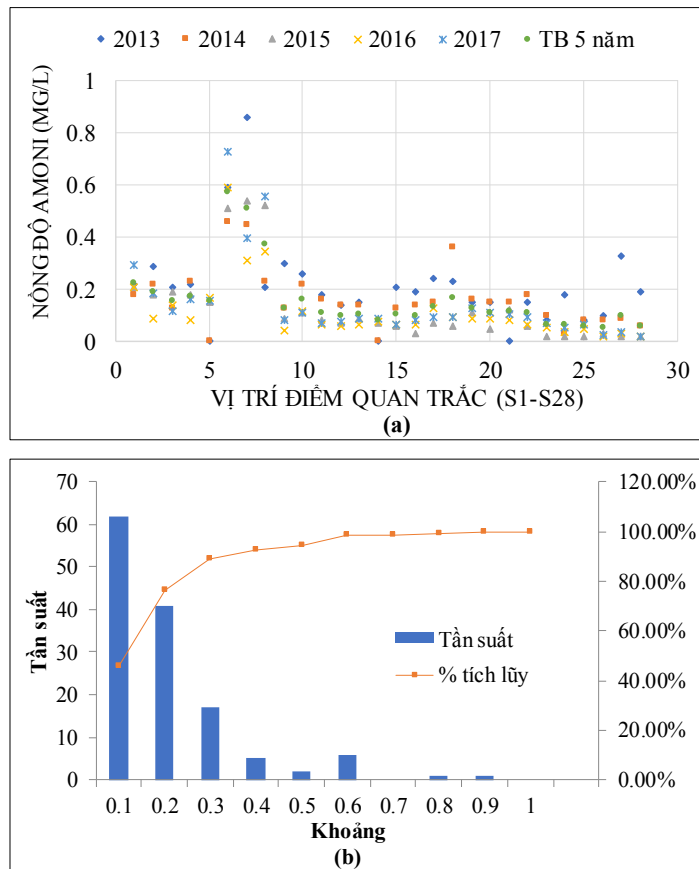
Hình 6. Diễn biến nồng độ (a), tần suất và phần trăm tích lũy (b) theo nồng độ TSS

f) *Diễn biến nồng độ Amoni*

Số liệu quan trắc Amoni tại vịnh Hạ Long cho thấy, nồng độ trung bình năm biến động từ 0,02 đến 0,86 mg/l (Hình 7a). Trong đó 94,07% số điểm quan trắc có nồng độ thấp hơn QCVN 10 –MT:2015/BTNMT dành cho vùng bãi tắm và thể thao dưới nước (0,5 mg/l). Trong đó 45,93% có nồng độ thấp hơn QCVN 10 –MT:2015/BTNMT dành cho vùng nuôi trồng thủy sản và bảo tồn thủy sinh (0,1 mg/l) (Hình 7b). Tuy nồng độ Amoni trên vịnh Hạ Long có một số điểm cao hơn quy chuẩn tuy nhiên nhìn xu thế chung 5 năm cho thấy nồng độ Amoni lại đang có xu thế

giảm rõ rệt (Hình 8). Như vậy có thể thấy Quảng Ninh đã có những biện pháp hiệu quả trong việc quản lý nguồn gây ô nhiễm Amoni trên vịnh như thu gom xử lý nước thải sinh hoạt trước khi xả thải vào Vịnh Hạ Long, cấm các tàu du lịch xả nước thải vệ sinh xuống vịnh, di chuyển các làng chài trên vịnh lên bờ.

Đánh giá chung chất lượng nước biển vịnh Hạ Long tuy còn một số thông số tại điểm gần bờ cao hơn quy chuẩn, nhìn chung còn rất tốt so với các vịnh khác tại Việt Nam như vịnh Vân Phong [9], vịnh Nha Trang [14]



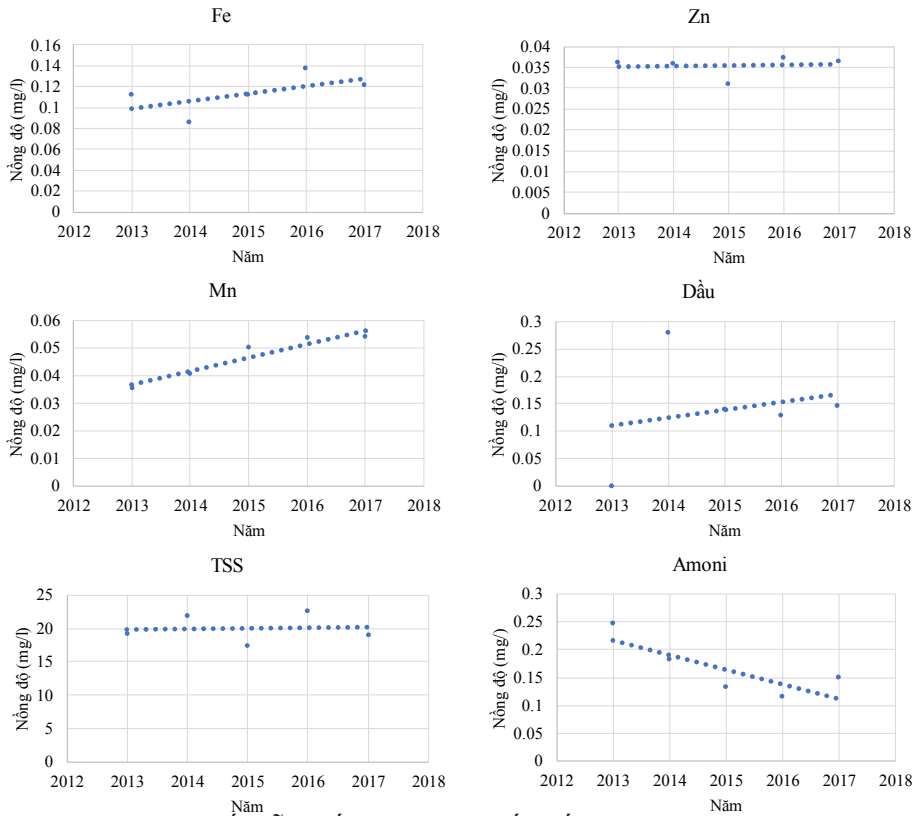
Hình 7. Diễn biến nồng độ (a), tần suất và phần trăm tích lũy (b) theo nồng độ Amoni

3.2. Các thông số trọng yếu cần quan tâm

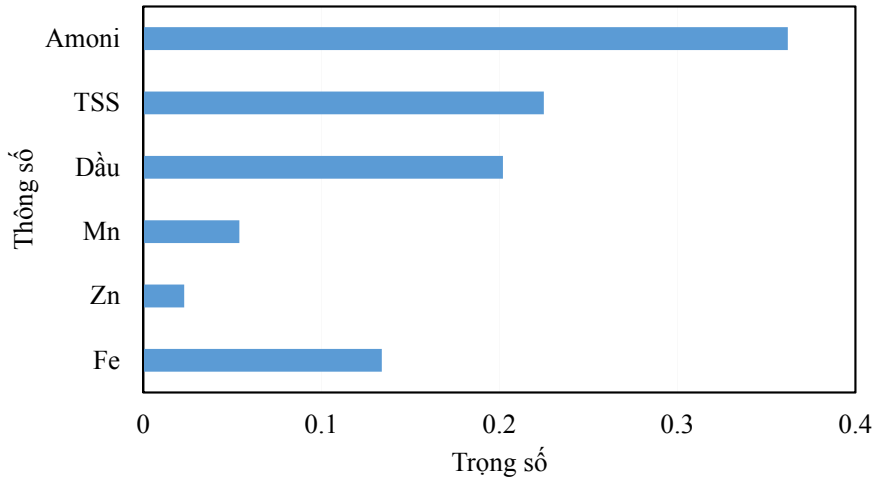
Để xác định các thông số trọng yếu cần quan tâm giám sát khi quan trắc chất lượng nước, nghiên cứu đã so sánh giá trị quan trắc của từng thông số so với quy chuẩn. Thông số có giá trị càng gần quy chuẩn hoặc cao hơn quy chuẩn thì sẽ có mức độ quan tâm nhiều hơn và sẽ có trọng số cao hơn. Áp dụng phương pháp phân tích cấp bậc AHP vào đánh giá các thông số trong nghiên cứu cho thấy trọng số của Amoni có giá trị cao nhất (0,362) tiếp theo là TSS (0,225) và dầu mỡ (0,202). Zn có trọng số thấp nhất (0,023) tiếp

theo là Mn (0,054) và Fe (0,134). Giá trị phi nhất quán (Inconsistency) rất thấp 0,00002 như vậy cho thấy sự so sánh tương quan giữa các thông số là rất tốt.

Từ việc phân tích các thông số trọng yếu cần quan tâm bằng AHP so sánh với các diễn biến của giá trị quan trắc phía trên ta thấy Amoni là thông số trọng yếu cần quan tâm nhất. Dầu mỡ có trọng số là 0,202 đứng thứ 3 về mức độ ưu tiên, tuy nhiên biểu đồ xu thế cho thấy, dầu mỡ đang có xu hướng tăng (Hình 8).



Hình 8. Xu thế diễn biến các thông số chất lượng nước trong 5 năm



Hình 9. Trọng số của các thông số

4. Kết luận

Qua nghiên cứu này có thể đưa ra các kết luận sau:

Chất lượng môi trường nước biển trên vịnh Hạ Long về cơ bản còn tốt, chỉ có các thông số TSS, dầu mỡ và Amoni tại một số vị trí gần nguồn thải ven bờ có giá trị cao hơn một chút so với QCVN 10 –MT:2015/BTNMT

Fe, Mn, dầu mỡ có xu thế tăng trong 5 năm qua tuy nhiên mức tăng không đáng kể. Các

thông số Zn và TSS ổn định. Trong khi đó Amoni đang có xu thế giảm.

Trong các thông số quan trắc các thông số trọng yếu cần chú ý là Amoni, TSS và dầu mỡ nhận được các giá trị trọng số ưu tiên lần lượt là 0,362, 0,225 và 0,202.

Việc sử dụng các công cụ phân tích dữ liệu, trọng số và phần mềm thống kê là phù hợp trong đánh giá diễn biến chất lượng nước biển vịnh Hạ Long.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên trong đề tài mã số TN.19.18. Tác giả xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường Tỉnh Quảng Ninh đã cung cấp tài liệu cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Ardjmand, M., Daneshfar M.A. (2019), Selecting a suitable model for collecting, transferring, and recycling drilling wastes produced in the operational areas of the Iranian offshore oil company (IOOC) using analytical hierarchy process (AHP). *Journal of Environmental Management*, 259 (1), 109791.
2. Aşçhilean, L., Badea, G., Giurca, L., Naghiu, G.S., Iloaie, F.G. (2017), Choosing the Optimal Technology to Rehabilitate the Pipes in Water Distribution Systems Using the AHP Method. *Energy Procedia*, 112, 19-26.
3. El Zrelli, R., Rabaoui, L., Ben Alaya, M., Daghbouj, N., Castet, S., Besson, P., Michel, S., Bejaoui, N., Courjault-Radé, P. (2018), Seawater quality assessment and identification of pollution sources along the central coastal area of Gabes Gulf (SE Tunisia): Evidence of industrial impact and implications for marine environment protection. *Marine Pollution Bulletin*, 127, 445-452.
4. Gdoura, K., Anane, M., Jellali, S. (2015), Geospatial and AHP-multicriteria analyses to locate and rank suitable sites for groundwater recharge with reclaimed water. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 19-30.
5. Khashei-Siuki, A., Keshavarz, A., Sharifan, H. (2019), Comparison of AHP and FAHP methods in determining suitable areas for drinking water harvesting in Birjand aquifer. *Iran. Groundwater for Sustainable Development*, 10, 100328.
6. Kress, N., Gertner, Y., Shoham-Frider, E. (2020), Seawater quality at the brine discharge site from two mega size seawater reverse osmosis desalination plants in Israel (Eastern Mediterranean). *Water Research*, 171, 115402.
7. Lu, Y., Xu, H., Wang, Y., Yang, Y. (2017), Evaluation of water environmental carrying capacity of city in Huaihe River Basin based on the AHP method: A case in Huai'an City. *Water Resources and Industry*, 18, 71-77.
8. Ngai, E.W.T., Chan, E.W.C. (2005), Evaluation of knowledge management tools using AHP. *Expert Systems with Applications*, 29 (4), 889-899.
9. Nguyen Ky Phung, Tran Thi Thu Dung (2014), Initial environmental risk assessment for Van Phong Bay. Truy cập ngày 2 tháng 2 năm 2020, https://www.researchgate.net/publication/281594008_INITIAL_RISK_ASSESSMENT_FOR_VAN_PHONG_BAY
10. Phạm Hữu Tâm (2011), Diễn biến chất lượng nước tại trạm quan trắc môi trường biển Quốc gia, vịnh Nha Trang. <http://iebr.ac.vn/database/HNTQ5/1574.pdf>
11. Phạm Hữu Tâm (2016), Áp dụng chỉ số chất lượng nước để đánh giá chất lượng môi trường tại các trạm quan trắc môi trường biển phía Nam Việt Nam trong 5 năm gần đây (2011-2015). *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 32 (4), 36-45.
12. Phạm Hữu Tâm (2019), Diễn biến chất lượng môi trường tại các rạn san hô ven bờ Khánh Hòa giai đoạn 2010-2018. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 35 (4), 1-11.
13. Phạm Văn Hiếu, Lê Xuân Tuấn (2012), *Chất lượng môi trường nước và những tác động đến khu bảo tồn biển đảo Cồn Cỏ, tỉnh Quảng Trị*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, trang 197-206.
14. Phan Minh Thụ, Nguyễn Trịnh Đức Hiệu, Phạm Thị Phương Thảo (2015), Biến động chất

lượng nước vịnh Nha Trang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 16 (2), 144-150.

15. Rajasekhar, M., Sudarsana Raju, G., Sreenivasulu, Y., Siddi Raju, R. (2019), Delineation of groundwater potential zones in semi-arid region of Jilledubanderu river basin, Anantapur District, Andhra Pradesh, India using fuzzy logic, AHP and integrated fuzzy-AHP approaches. *Hydrology Research*, 2, 97-108.

16. Ren, C., Li, Z., Zhang, H. (2010), Integrated multi-objective stochastic fuzzy programming and AHP method for agricultural water and land optimization allocation under multiple uncertainties. *Journal of Cleaner Production*, 210, 12-24.

17. Saaty, T.L. (1980), *The analytic hierarchy process*. McGraw Hill International.

18. Sener, S., Sener, E., Nas, B., Karagüzel, R. (2010), Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste Management*, 30(11), 2037-2046.

19. Shabbir, R., Ahmad, S.S. (2016), Water resource vulnerability assessment in Rawalpindi and Islamabad, Pakistan using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Journal of King Saud University - Science*, 28(4), 293-299.

20. Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và môi trường - Sở TN&MT Quảng Ninh, *Báo cáo tổng hợp kết quả quan trắc môi trường tỉnh Quảng Ninh năm 2013-2017*, Quảng Ninh.

21. Vaidya, O.S., Kumar, S. (2006), Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169 (1), 1-29.

22. Verga, R. N., Tolosano, J. A., Cazzaniga, N.J., Gil, D.G. (2020), Assessment of seawater quality and bacteriological pollution of rocky shores in the central coast of San Jorge Gulf (Patagonia, Argentina). *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110749.

23. Xiao, K., Li, H., Shananan, M., Zhang, X., Wang, X., Zhang, Y., Zhang, X., Liu, H. (2019), Coastal water quality assessment and groundwater transport in a subtropical mangrove swamp in Daya Bay, China. *Science of The Total Environment*, 646, 1419-1432.

ASSESSMENT OF SEAWATER QUALITY CHANGES IN HALONG BAY, QUANG NINH PROVINCE AND DETERMINE IMPORTANT PARAMETERS TO MONITOR

Do Huu Tuan¹

¹Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, Vietnam National University, Hanoi

Abstract: *Halong bay is a very important world heritage site of Quang Ninh Province and Vietnam. Assessment of seawater quality changes in the bay is a very urgent task to evaluate the current status and changing trend. In this reseach, author combined statistical method and the analytic hierarchy process to assess seawater quality changes in 5 studied years, determine changing trend and important parameters to closer monitor. Monitoring data of 28 stations in 5 studied years was analyzed. The results show that seawater quality in Halong Bay is still good in overall. Almost monitoring values of parameters are under regulated values QCVN 10 –MT:2015/BTNMT. Parameters like Fe, Mn, and Oil trend are increasing; Zn and TSS are stable; while Amonium trend is decreasing in 5 studied years. The research indicates that it is necessary to monitor Amonium and Oil closer to enhance seawater quality in Halong Bay.*

Keyword: *Seawater quality, water quality change, Halong Bay, AHP, weighting value.*