

**NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP TỔNG HỢP CHỈ SỐ PHỤ
KHI TÍNH TOÁN CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG NƯỚC BIỂN**

Nguyễn Thị Thế Nguyên¹

Tóm tắt: *Hiện tại trên thế giới và tại Việt Nam có khá nhiều công thức tính chỉ số chất lượng nước mặt (WQI) với các phương pháp tổng hợp chỉ số phụ khác nhau. Tuy nhiên, các chỉ số chất lượng nước biển lại chưa được nghiên cứu nhiều. Trong nghiên cứu này, bốn phương pháp tổng hợp chỉ số phụ là tổng có trọng số, tích có trọng số, dạng Solway và bình phương điều hòa đã được xem xét với các tiêu chí đánh giá của Cục Bảo vệ Môi trường của Mỹ để lựa chọn ra một phương pháp tính toán tối ưu, phản ánh tốt nhất tình trạng ô nhiễm và áp dụng cho môi trường biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy dạng tích có trọng số là phương pháp tính toán có tính mơ hồ và tính che khuất nhỏ, độ nhạy lớn, dễ dàng trong tính toán. Nghiên cứu cũng đã đề xuất hiệu chỉnh lại dạng tích có trọng số của Mỹ để có thể áp dụng đánh giá sơ bộ hiện trạng chất lượng nước trong trường hợp thiếu số liệu tính toán.*

Từ khóa: *Chỉ số chất lượng nước, tổng có trọng số, tích có trọng số, dạng Solway và bình phương điều hòa.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bắt đầu vào năm 1965, Horton (Mỹ) đã đề xuất công thức tính toán đầu tiên với ý tưởng dùng một chỉ số để tổng hợp các số liệu cần thiết khi đánh giá chất lượng nước mặt (US EPA, 1978). Đến nay, chỉ số chất lượng nước (WQI) đã được nghiên cứu và sử dụng rộng rãi tại Mỹ, Canada, Bỉ, Thổ Nhĩ Kỳ, Ấn Độ, Thái Lan, Malayxia, Đài Loan... Hầu hết các nước trên thế giới và Việt Nam đều xây dựng công thức tính WQI cho môi trường nước mặt là chủ yếu và đã ứng dụng một số phương pháp chính sau đây:

*** Chỉ số chất lượng nước mặt**

+ Phương pháp tính chỉ số chất lượng nước của Quỹ Vệ sinh Môi trường Mỹ (xem công thức 1, 2 trong mục 2)

Đây là phương pháp sử dụng dạng tổng hoặc tích không có trọng số hoặc có trọng số. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi ở nhiều nghiên cứu về chỉ số chất lượng nước cũng như áp dụng để đánh giá, phân loại chất lượng nước tại nhiều nước trên thế giới. Ưu điểm của phương

pháp này là cách tính không quá phức tạp và cho kết quả khá hợp lý đối với các nguồn nước sử dụng đa mục tiêu.

Do tính che khuất của phép tổng cộng nên nó đã được cải tiến dạng thành dạng tổng Solway (Chaiwat Prakirake et al., 2009). Dạng tổng Solway (xem công thức 4 mục 2) đã được áp dụng để đánh giá chất lượng nước cấp tại Thái Lan, nước cửa sông tại Nam Phi và trong khá nhiều nghiên cứu về nước mặt (Phạm Thị Minh Hạnh, 2009).

Liou và các cộng sự đã đề xuất một công thức kết hợp cả dạng tổng và dạng tích nhằm hạn chế tính che khuất của dạng tổng cộng thông thường khi các chỉ số phụ khác nhau quá lớn (Liou et al., 2004). Dựa trên công thức của Liou và các cộng sự, Phạm Thị Minh Hạnh đã cải tiến và đưa ra công thức tính WQI cho môi trường nước mặt lục địa của Việt Nam trong luận án tiến sĩ của mình (Phạm Thị Minh Hạnh, 2009). Dựa vào nghiên cứu này, ngày 01 tháng 7 năm 2011, Tổng cục Môi trường Việt Nam đã ban hành Sổ tay hướng dẫn tính toán chỉ số chất lượng nước mặt dựa trên dạng tổng là chủ yếu.

+ Một số phương pháp khác

¹ Trường Đại học Thủy lợi.

Chỉ số chất lượng nước của Canada được tính toán dựa vào tỉ lệ % giữa số thông số không đạt tiêu chuẩn ít nhất một lần, % số mẫu không đạt tiêu chuẩn và độ lệch vượt chuẩn. Ưu điểm của phương pháp này là không hạn chế số lượng thông số tính toán. Hạn chế của công thức tính toán theo phương pháp này là chưa chỉ rõ trọng số của từng thông số, giá trị F_1 ảnh hưởng quá lớn đến kết quả tính WQI, thiếu các hướng dẫn chọn các thông số tối ưu theo mục đích sử dụng, yêu cầu nhiều số liệu tính toán,... (CCME, 2003). Trong điều kiện của Việt Nam, phương pháp tính này khó áp dụng vì để phản ánh được chính xác tình trạng chất lượng nước, thông số F_2 cần được tính từ ít nhất 6 chuỗi số liệu tại một vị trí quan trắc trong thời đoạn tính WQI.

Phương pháp của Bỉ dùng hệ thống cho điểm từ 1 đến 4 để phân hạng chất lượng nước, chưa tính đến mức độ quan trọng của từng thông số và số lượng thông số tính toán còn hạn chế. New Zealand xác định chất lượng nước cho hoạt động giải trí có tiếp xúc với nước bằng giá trị chỉ số phụ nhỏ nhất. Theo mô hình Bhargava (Ấn Độ), WQI riêng lẻ được tính cho mỗi mục đích sử dụng nước (như cấp nước sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp...) theo phương pháp trung bình nhân không trọng số và WQI tổng quát được tính bằng trung bình cộng không trọng số của các WQI riêng lẻ. Trong một số nghiên cứu về WQI của Malayxia, Trung Quốc, Ấn Độ trong những năm gần đây, logic mờ đã áp dụng để tính WQI.

*** Chỉ số chất lượng nước biển**

Các nghiên cứu và ứng dụng WQI cho nước biển tuy không nhiều bằng nước mặt nhưng phương pháp tính khá đa dạng. Cục Bảo vệ môi trường Mỹ đã dùng bộ chỉ số tổng hợp đánh giá tình trạng nước biển, bao gồm chỉ số chất lượng nước, chỉ số chất lượng trầm tích, chỉ số điều kiện sinh thái, chỉ số đa dạng sinh vật đáy, chỉ số tích tụ chất ô nhiễm trong cá. Trong đó, WQI nước biển của Mỹ được xác định dựa vào số lượng thông số chất lượng nước ở mức trung bình và xấu (US EPA, NOAA, 2012). Trong một nghiên cứu đề xuất WQI cho vịnh Bengan - Ấn Độ (Sangeeta Pati et al., 2012), WQI được

tính dựa trên phương pháp phân tích theo nhóm và phân tích khác biệt. Tim Carruthers và Catherine Wazniak (2004) tính WQI cho vịnh Maryland - Mỹ bằng cách cho điểm 0 cho thông số không đạt tiêu chuẩn và 1 cho thông số đạt tiêu chuẩn, sau đó lấy trung bình cộng các điểm số. Humphrey F. Darko (2013) lại sử dụng dạng Solway để tính WQI cho vùng ven biển Ghana.

*** Tình hình nghiên cứu chỉ số chất lượng nước tại Việt Nam**

Tại Việt Nam, một số nhà khoa học đã đưa ra các dạng công thức tính WQI cho môi trường nước mặt là chủ yếu. Đi đầu trong các công trình nghiên cứu này là Phạm Ngọc Hồ, Lê Trình, Tôn Thất Lăng. Đến nay các công trình nghiên cứu chuyên sâu về WQI dành riêng cho nước biển ven bờ không có nhiều mặc dù Tổng cục Môi trường đã ban hành Sổ tay hướng dẫn tính toán WQI cho nước mặt lục địa.

Từ yêu cầu trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân tích một số phương pháp tính toán WQI thường áp dụng trên thế giới và tại Việt Nam, từ đó đề xuất phương pháp tính tối ưu nhằm phản ánh tốt nhất hiện trạng ô nhiễm môi trường biển, phục vụ công tác đánh giá, phân vùng và quản lý chất lượng nước biển Việt Nam. Nghiên cứu này chỉ tập trung đánh giá lựa chọn phương pháp tính toán WQI. Các thông số chất lượng nước biển và trọng số của các thông số sử dụng nghiên cứu này được tham khảo từ Nguyen et al., 2013. Nghiên cứu xây dựng WQI hoàn chỉnh cho môi trường biển sẽ được đề cập trong các bài báo tiếp theo.

2. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Theo Cục Bảo vệ Môi trường của Mỹ (US EPA, 1978), phương pháp tính WQI cần phải thỏa mãn một số tiêu chí sau: (1) Tính toán dễ dàng; (2) Mô tả được mức độ quan trọng của các thông số tính toán; (3) Tránh được tính che khuất và tính mơ hồ; (4) Nhạy cảm với sự thay đổi giá trị chất lượng nước. Phần sau đây sẽ phân tích, đánh giá 4 phương pháp tổng hợp chỉ số phụ thường dùng theo các tiêu chí trên và lựa chọn ra phương pháp tính tối ưu nhất. Các phương pháp tổng hợp được lựa chọn là:

+ Dạng tổng có trọng số :

$$\sum_1^n w_i q_i \quad (1)$$

+ Dạng tích có trọng số :

$$\prod_1^n q_i^{w_i} \quad (2)$$

+ Dạng bình phương điều hòa có trọng số:

$$\sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{q_i^2}}} \quad (3)$$

+ Dạng Solway có trọng số:

$$\frac{1}{100} (\sum_1^n w_i q_i)^2 \quad (4)$$

Trong đó: q_i là chỉ số phụ của thông số thứ i ; w_i là trọng số của thông số thứ i ; n là số lượng các thông số sử dụng để tính WQI.

Hai dạng trung bình cộng và trung bình nhân được sử dụng khá phổ biến trong tính toán WQI trên thế giới và tại Việt Nam nhưng không được xem xét ở đây do không tính đến trọng số của thông số tính toán.

2.1. Đánh giá tính mơ hồ và tính che khuất của một số phương pháp tổng hợp chỉ số phụ

Các phương pháp tổng hợp trên sẽ được tính với các thông số đã được lựa chọn trong cho môi trường biển, bao gồm: Dầu mỡ (0,17), TSS (0,17), %DO_{BH} (0,07), COD (0,11), TN (0,11), TP (0,11), TOC (0,08), Chl-a (0,11), tổng coliform (0,07) với các trọng số được đưa ra trong dấu ngoặc đơn (Nguyen et al., 2013). Chỉ số phụ được thay đổi trong miền giá trị của q_i (từ 1 đến 100), tương ứng với 3 khoảng giá trị q_i từ rất xấu đến rất tốt (khoảng giá trị xấu: $1 \leq q_i < 34$; khoảng giá trị trung bình $34 \leq q_i < 67$; khoảng giá trị tốt $68 \leq q_i < 100$). Các trường hợp tính toán như sau:

- Trường hợp 1 (các chuỗi số liệu từ 1 đến 4 - Bảng 1) Chỉ số phụ của các thông số đồng thời được thay đổi là 1, 34, 67 và 100.

- Trường hợp 2 (các chuỗi số liệu từ 5 đến 8 - Bảng 1): Chỉ số phụ của dầu (thông số có trọng số lớn nhất) được thay đổi là 1, 34, 67 và 100.

Chỉ số phụ của các thông số khác giữ nguyên bằng 100.

- Trường hợp 3 (các chuỗi số liệu từ 9 đến 12 - Bảng 1): Chỉ số phụ của dầu (thông số có trọng số lớn nhất) được giữ nguyên bằng 67, chỉ số phụ của các thông số khác giữ nguyên bằng 100. Chỉ số phụ của TSS (thông số có trọng số lớn nhất) thay đổi là 1, 34, 67 và 100.

- Trường hợp 4 (các chuỗi số liệu từ 13 đến 16 - Bảng 1): Chỉ số phụ của dầu (thông số có trọng số lớn nhất) được giữ nguyên bằng 34, chỉ số phụ của các thông số khác giữ nguyên bằng 100. Chỉ số phụ của TSS (thông số có trọng số lớn nhất) thay đổi là 1, 34, 67 và 100.

- Trường hợp 5 (các chuỗi số liệu từ 17 đến 20 - Bảng 1): Chỉ số phụ của dầu (thông số có trọng số lớn nhất) được giữ nguyên bằng 1, chỉ số phụ của các thông số khác giữ nguyên bằng 100. Chỉ số phụ của TSS (thông số có trọng số lớn nhất) thay đổi từ là 1, 34, 67 và 100.

2.2. Đánh giá độ nhạy của một số phương pháp tổng hợp chỉ số phụ

Quá trình này được thực hiện như sau: Giá trị q_1 (thông số có trọng số lớn nhất) được thay đổi từ 10 đến 100 trong khi các chỉ số phụ còn lại giữ nguyên ở các giá trị 1, 50 và 100. Sau đó, giá trị q_3 (thông số có trọng số nhỏ nhất) cũng được thay đổi từ 10 đến 100 trong khi các chỉ số phụ còn lại giữ nguyên ở các giá trị 1, 50 và 100.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả đánh giá tính mơ hồ, tính che khuất

Kết quả tính WQI với 4 phương pháp tổng hợp chỉ số phụ khi thay đổi giá trị chỉ số phụ trong miền giá trị của q_i trình bày trong bảng 1 cho thấy:

+ Tính che khuất của dạng tổng thể hiện rõ ở chuỗi số liệu 8, 12, 16 đến 20. Ví dụ tại chuỗi số liệu 8, trong khi một thông số có chỉ số phụ rất thấp ($q_i = 1$) nhưng kết quả tính lại rất cao so với các phương pháp khác (bảng 84). Kết quả tính toán này là không thật hợp lý.

Bảng 1. Tổng hợp kết quả tính toán WQI với các phương pháp tính khác nhau

TT	Chỉ số phụ của các thông số									Dạng tích	Dạng tổng	Solway	Bình phương điều hòa
	Dầu mỡ	TSS	COD	TP	TN	Chl-a	%DO _{BH}	T.Coli	TOC				
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	45	67
3	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	12	34
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	67	100	100	100	100	100	100	100	100	94	95	89	91
7	34	100	100	100	100	100	100	100	100	84	89	79	66
8	1	100	100	100	100	100	100	100	100	47	84	70	2
9	67	100	100	100	100	100	100	100	100	94	95	89	91
10	67	67	100	100	100	100	100	100	100	88	89	79	84
11	67	34	100	100	100	100	100	100	100	78	84	70	64
12	67	1	100	100	100	100	100	100	100	44	78	61	2
13	34	100	100	100	100	100	100	100	100	84	89	79	66
14	34	67	100	100	100	100	100	100	100	78	84	70	64
15	34	34	100	100	100	100	100	100	100	70	78	61	53
16	34	1	100	100	100	100	100	100	100	39	73	53	2
17	1	100	100	100	100	100	100	100	100	47	84	70	2
18	1	67	100	100	100	100	100	100	100	44	78	61	2
19	1	34	100	100	100	100	100	100	100	39	73	53	2
20	1	1	100	100	100	100	100	100	100	22	67	45	2

Ghi chú: TP: tổng phốt pho, TN: tổng nitơ, %DO_{BH}: phần trăm ôxi bão hòa.

+ Tính che khuất của dạng tổng thể hiện rõ ở chuỗi số liệu 8, 12, 16 đến 20. Ví dụ tại chuỗi số liệu 8, trong khi một thông số có chỉ số phụ rất thấp ($q_i = 1$) nhưng kết quả tính lại rất cao so với các phương pháp khác (bằng 84). Kết quả tính toán này là không thật hợp lý.

+ Tính mơ hồ lại thể hiện rõ ở dạng bình phương điều hòa và dạng Solway, khi kết quả tính thường thiên về giá trị chỉ số phụ nhỏ hơn. Tại chuỗi số liệu 2, 3, 4, kết quả tính toán bằng dạng Solway thấp hơn các chỉ số phụ. Ví dụ như tại chuỗi số liệu thứ 2, trong khi chỉ số phụ các nhóm đều bằng 67 thì giá trị tính cuối cùng lại là 45. Điều này là không hợp lý.

+ Kết quả tính bằng dạng bình phương điều hòa cho các chuỗi số liệu 8, 12, 16, từ 17 đến 20

cũng khá thấp so với các chỉ số phụ. Điều này chứng tỏ tính mơ hồ của dạng bình phương điều hòa thể hiện khá lớn ở các chuỗi số liệu này. Ngoài ra, độ nhạy của dạng bình phương điều hòa rất thấp ở các chuỗi số liệu 17 đến 20. Trong các chuỗi số liệu này, chỉ số phụ của TSS thay đổi từ 1 đến 100 nhưng kết quả tính WQI theo phương pháp bình phương điều hòa lại chỉ cho giá trị bằng 2.

+ Dạng tích có trọng số có tính che khuất và tính mơ hồ nhỏ hơn hai dạng Solway và dạng bình phương điều hòa. Khi các giá trị chỉ số phụ chênh nhau lớn thì dạng tích vẫn có xu hướng thiên về các giá trị chỉ số phụ nhỏ nhất hơn là dạng tổng (ví dụ như tại chuỗi số liệu 8, 12, 16 đến 20).

Từ các kết quả tính toán và các phân tích ở trên, có thể kết luận rằng, dạng tổng không có tính mơ hồ nhưng tính che khuất lớn nên nhiều trường hợp không phản ánh đúng mức độ ô nhiễm của thông số tính WQI. Dạng bình phương điều hòa và dạng Solway có tính mơ hồ lớn và do vậy nhiều khi cho kết quả tính không hợp lý. Dạng tích có tính che khuất và tính mơ hồ nhỏ hơn hai dạng Solway và dạng bình phương điều hòa.

3.2. Kết quả phân tích độ nhạy

Một số kết quả phân tích độ nhạy được trình bày trong hình 1, 2,3,4. Kết quả phân tích độ nhạy cho thấy:

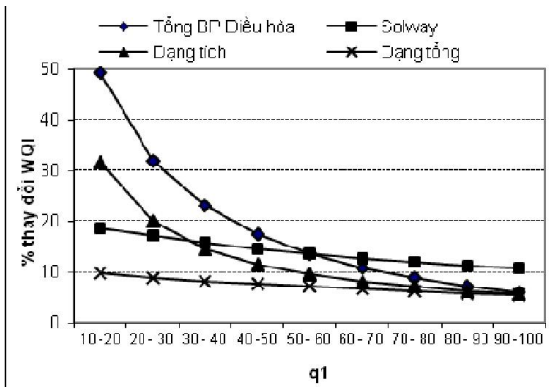
+ Trọng số của chỉ số phụ ảnh hưởng lớn đến độ nhạy của phương pháp tổng hợp. Thông số có trọng số càng cao làm cho độ nhạy của

phương pháp tính toán thay đổi càng lớn.

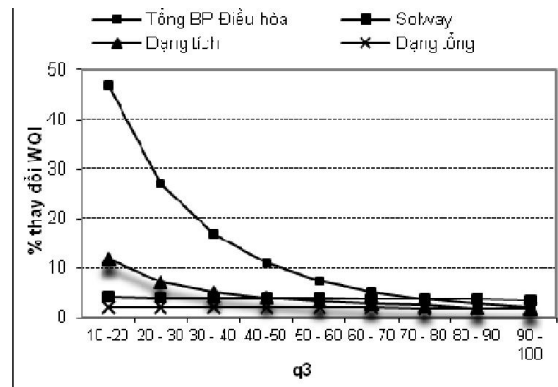
+ Độ nhạy của các phương pháp tổng hợp thay đổi và chênh lệch nhau lớn khi giá trị chỉ số phụ giảm dần.

+ Dạng tổng bình phương điều hòa thay đổi lớn nhất khi giá trị chỉ số phụ giảm dần. Tuy nhiên, khi có một chỉ số phụ tiến dần đến 1 (hay thông số chất lượng nước ở mức rất xấu) thì độ nhạy của dạng tổng bình phương điều hòa bằng 0. Lúc này, dạng tổng bình phương điều hòa không còn cho kết quả hợp lý nữa. Có thể thấy rõ điều này ở chuỗi số liệu từ 17 đến 20 trong Bảng 1.

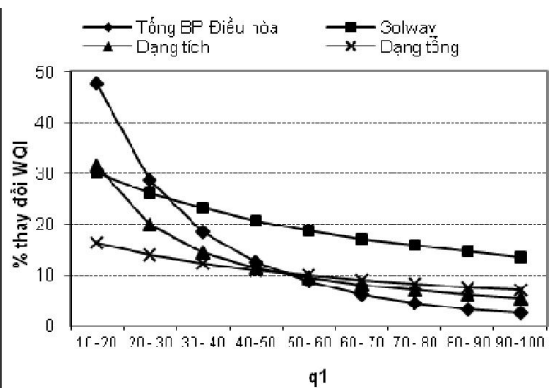
+ Độ nhạy của dạng tích nhìn chung lớn hơn dạng Solway và dạng tổng khi chỉ số phụ giảm dần. Khi chỉ số phụ tăng dần, dạng Solway lại có độ nhạy cao hơn.



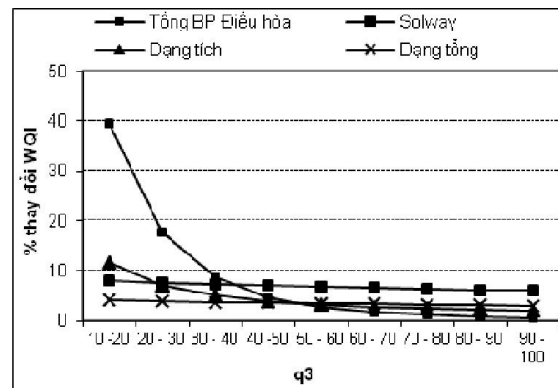
Hình 1. Mức độ thay đổi của WQI khi thay đổi q_1 (trọng số lớn nhất) từ 10 đến 100 và các chỉ số phụ còn lại là 100



Hình 2. Mức độ thay đổi của WQI khi thay đổi q_3 (trọng số nhỏ nhất) từ 10 đến 100 và các chỉ số phụ còn lại là 100



Hình 3. Mức độ thay đổi của WQI khi thay đổi q_1 (trọng số lớn nhất) từ 10 đến 100 và chỉ các số phụ còn lại là 50



Hình 4. Mức độ thay đổi của WQI khi thay đổi q_3 (trọng số nhỏ nhất) từ 10 đến 100 và các chỉ số phụ còn lại là 50

3.3. Đánh giá chung và lựa chọn phương pháp tổng hợp chỉ số phụ tối ưu

Bốn phương pháp tổng hợp đã đề cập ở trên được đánh giá chung bằng cách cho điểm để lựa chọn ra phương pháp tính tối ưu nhất. Điểm số được cho từ 1 đến 4, trong đó phương pháp

để tính toán thì điểm số càng cao, tính mơ hồ hoặc tính che khuất càng lớn điểm số càng thấp, độ nhạy càng lớn thì điểm số càng cao. Các điểm số được cho dựa vào các kết quả phân tích tính mơ hồ, che khuất và đánh giá độ nhạy ở trên.

Bảng 2. Đánh giá chung các phương pháp tổng hợp chỉ số phụ

TT	Tính chất	Tổng có trọng số	Tích có trọng số	Tổng BP điều hòa có trọng số	Solway có trọng số
1	Tính toán dễ dàng	4	4	2	3
2	Tính mơ hồ	4	3	2	1
3	Tính che khuất	1	3	4	4
4	Độ nhạy	1	3	3	4
	Tổng cộng	10	13	11	12

Dựa vào các kết quả phân tích tính mơ hồ, tính che khuất, độ nhạy của một số phương pháp tính và kết quả đánh giá chung trong Bảng 2, dạng tích có trọng số là phương pháp tổng hợp tối ưu nhất. Với trọng số đã lựa chọn, dạng tích có tính mơ hồ và tính che khuất nhỏ, độ nhạy lớn. Ngoài ra, cách tính theo dạng tích có trọng số khá dễ dàng so với tổng bình phương điều hòa hoặc dạng Solway.

3.4. Đề xuất hiệu chỉnh dạng tích có trọng số

Như đã phân tích ở trên, dạng tích có trọng số theo công thức (2) cho kết quả tối ưu nhất khi đánh giá mức độ ô nhiễm của môi trường nước. Tuy nhiên, trong trường hợp thiếu số liệu tính toán, công thức (2) sẽ không cho kết quả phân loại chất lượng nước đúng với thực tế do không có phần đóng góp q_i của thông số bị thiếu. Tổng trọng số của các thông số tính lúc này nhỏ hơn 1. Bảng 3 đưa ra một số ví dụ về kết quả tính WQI với 9 thông số đã lựa chọn. Trong trường hợp q_i của 9 thông số này là 100, kết quả tính WQI theo công thức (2) bằng 100 là hợp lý. Tuy nhiên, nếu thiếu số liệu của %DO_{BH} hoặc COD, TOC, dầu mỡ, ... kết quả tính WQI theo công thức (2) không bằng 100 khi tất cả các q_i bằng 100. Điều này không hợp lý. Hiện tượng này xảy ra tương tự trong các trường hợp $q_i < 100$.

Do vậy, trong trường hợp thiếu số liệu tính toán, kết quả tính WQI theo công thức (2) cần phải được hiệu chỉnh lại sao cho tổng trọng số

của các thông số có mặt bằng 1. Về mặt toán học, để hiệu chỉnh lại hệ số mũ w_i bằng 1 thì cần phải nhân thêm hệ số mũ là nghịch đảo tổng trọng số của các thông số có mặt. Do vậy công thức tính dạng tích có trọng số trong công thức (2) được hiệu chỉnh lại như sau:

$$WQI = \left(\prod_1^{n-m} q_i^{w_i} \right)^{1/\sum_1^{n-m} w_i} \quad (5)$$

Trong đó : q_i : chỉ số phụ của thông số thứ i ; w_i : trọng số của thông số thứ i ; n : số lượng các thông số đã được lựa chọn để tính WQI, m : số lượng thông số bị thiếu.

* Trường hợp có đủ số liệu tính WQI

Khi có đủ 9 thông số chất lượng nước đã được lựa chọn để tính WQI, giá trị của các số hạng trong công thức (5) như sau: $n = 9$, $m = 0$, $\sum_1^{n-m} w_i = 1$. Do vậy, công thức (5) sẽ chuyển về dạng tích có trọng số thông thường như trong công thức (2).

* Trường hợp thiếu số liệu tính WQI

Khi không có đủ 9 thông số chất lượng nước đã được lựa chọn để tính WQI, giá trị của các số hạng trong công thức (5) là: $n = 9$, $m \neq 0$, $\sum_1^{n-m} w_i < 1$. Do vậy, cần phải hiệu chỉnh lại tổng trọng số của các thông số tính sao cho bằng 1. Việc hiệu chỉnh này được thực hiện bằng cách nhân thêm hệ số mũ $1/\sum_1^{n-m} w_i$ vào trọng số của các thông số tính. Một số ví dụ cụ thể về cách tính toán hiệu chỉnh theo công thức (5) như sau:

- Ví dụ 1: Thiếu số liệu %DO_{BH}. Khi đó, n = 1/0,93 như sau:

$$WQI = (q_{COD}^{0,11} * q_{TOC}^{0,08} * q_{Dầu\mỡ}^{0,17} * q_{F.Coli}^{0,07} * q_{TSS}^{0,17} * q_{TN}^{0,11} * q_{TP}^{0,11} * q_{Chla}^{0,11})^{(1/0,93)}$$
 9, m = 1, $\sum_1^8 w_i = 0,93$, kết quả tính WQI cần phải được hiệu chỉnh lại với một hệ số mũ là

Bảng 3. Kết quả tính WQI với hai dạng tích có trọng số trong trường hợp đủ số liệu và thiếu số liệu

Các trường hợp về số liệu	Chỉ số phụ các thông số tính WQI (với các trọng số kèm theo)									WQI = $(\prod_1^n q_i^{w_i})$	WQI = $(\prod_1^{n-m} q_i^{w_i})^{1/\sum_1^{nm} w_i}$
	% DO _{BH}	COD	TOC	T.coli	Dầu mỡ	TSS	TN	TP	Chl-a		
	0,07	0,11	0,08	0,07	0,17	0,17	0,11	0,11	0,11		
Đủ số liệu	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Thiếu số liệu %DO _{BH}	-	100	100	100	100	100	100	100	100	72	100
Thiếu số liệu COD	100	-	100	100	100	100	100	100	100	60	100
Thiếu số liệu TOC	100	100	-	100	100	100	100	100	100	69	100
Thiếu số liệu dầu mỡ	100	100	100	100	-	100	100	100	100	46	100

- Ví dụ 2: Thiếu số liệu %DO_{BH} và TOC. Khi đó, n = 9, m = 2, $\sum_1^7 w_i = 0,82$, kết quả tính WQI cần phải được hiệu chỉnh lại với một hệ số mũ là 1/0,82 như sau:

$$WQI = (q_{COD}^{0,11} * q_{Dầu\mỡ}^{0,17} * q_{F.Coli}^{0,07} * q_{TSS}^{0,17} * q_{TN}^{0,11} * q_{TP}^{0,11} * q_{Chla}^{0,11})^{(1/0,82)}$$

Kết quả tính WQI bằng công thức (5) với một số trường hợp có đủ số liệu và thiếu số liệu tính toán trong Bảng 3 cho thấy công thức này cho kết quả khá hợp lý do kết quả tính WQI chỉ dựa vào các số liệu hiện có và không bị ảnh hưởng với số liệu bị thiếu.

4. KẾT LUẬN

Sau khi xem xét, đánh giá tính che khuất và tính mơ hồ, độ nhạy... của một số phương pháp tổng hợp chỉ số phụ thường dùng, có thể thấy dạng tích có trọng số là phương pháp tối ưu nhất vì có tính mơ hồ và tính che khuất nhỏ, độ nhạy lớn, dễ dàng trong tính toán. Để có thể áp dụng dạng tích có trọng số để đánh giá sơ bộ chất lượng nước trong trường hợp thiếu số liệu, nghiên cứu đã đề xuất hiệu chỉnh lại công thức tính toán của Mỹ bằng cách nhân thêm hệ số mũ tương ứng với nghịch đảo của tổng trọng số các thông số có mặt khi tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- CCME (2003), *National Water Quality Index Workshop Proceedings*, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Chaiwat Prakirake, Pawinee Chaiprasert and Sudarut Tripetchekul (2009), “*Development of Specific Water Quality Index for Water Supply in Thailand*”. Songklanakarin J. Sci. Technol., Volume 31(1), pages 91-104.
- Humphrey F.Darko, Osmund Ansa-Asare, Adwoa Paintsil (2013), “*A Number Description of Ghanaian Water Quality - A Case Study of the Southwestern and Coastal Rivers Systems of Ghana*”, Journal of Environmental Protection, Volume 4, pages 1318-1327.

- Liou, S., Lo, S., Wang S. (2004), “*A generalized water quality index for Taiwan*”, Journal of Environmental Monitoring and Assessment, Volume 96, pages 35-52.
- Nguyen Thi The Nguyen, Dong Kim Loan, Nguyen Chu Hoi (2013), “*Development of water quality index for coastal zone and application in the Ha Long Bay*”, VNU Journal of Earth and Environmental Sciences, Volume 29 (4), Pages 43-52.
- Pham Thi Minh Hanh (2009), *Development of Water Quality Indices for Surface Water Quality Evaluation in Vietnam*, Thesis for Ph.D.'s Degree, Korea.
- Sangeeta Pati M.K. Dash, and C.K. Mukherjee (2012), “*Development of Water Quality Index for assessment of quality of water in the coastal water of Bay of Bengal at Visakhapatnam zone, India*”, The Macrotheme Review, Volume 6 (2), pages 61-69.
- Tim Carruthers, Catherine Wazinak (2004), *Development of Water Quality Index for Maryland Coastal Bays - Maryland's Coastal Bays – Ecosystem Health Assessment*, Maryland Department of Natural Resources, U.S.
- US EPA (1978), *Water Quality Indices: A survey of indices used in the United States*, U.S. Environmental Protection Agency, U.S
- US EPA, NOAA (2012), *National Coastal Condition Report IV*, United State Environmental Protection Agency, U.S.

Abstract:

**SELECTION METHOD OF AGGREGATING SUB – INDICES
FOR MARINE WATER QUALITY INDEX**

Currently, there are many formulas of surface water quality index (WQI) with the different synthesis of sub-indices in the world and in Vietnam. However, marine water quality index has not been studied much. In this study, four methods of aggregating sub-indices including the weighted arithmetic, the weighted geometric, the weight harmonic, the weight Solway were reviewed with the evaluation criteria of the US Environmental Protection Agency to select an optimal calculation methodology which best reflect environmental pollution and is applied to the marine environment. Research results show that the weight geometric method has small ambiguous and eclipsing, great sensitivity, ease of calculation. The study also suggested adjusting the weighted geometric formed by the US so that it could be apply in cases of lacking data.

Keywords: *Water quality index, weighted arithmetic, the weighted geometric, the weight harmonic, the weight Solway.*

BBT nhận bài: 01/8/2016

Phản biện xong: 19/8/2016