



ÁP DỤNG CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG NƯỚC ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÀI GÒN CHO CÁC MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG NƯỚC

Thủy Châu Tô^{1*}, Phạm Thế Anh², Nguyễn Văn Hợp³

¹ Trường Đại học Thủ Dầu Một

² Sở Tài nguyên và Môi trường Bình Dương

³ Trường Đại học Khoa học Huế

Tóm tắt. Sông Sài Gòn là một trong những nguồn nước mặt quan trọng nhất của tỉnh Bình Dương, được sử dụng cho đa mục đích. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá chất lượng nước sông Sài Gòn và khả năng sử dụng nguồn nước cho các mục đích khác nhau. Dựa trên dữ liệu chất lượng nước sông quan trắc được từ tháng 12 năm 2019 đến tháng 11 năm 2020, mô hình chỉ số chất lượng nước (WQI) được áp dụng để đánh giá chất lượng nước sông cho các mục đích sử dụng nước như cấp nước sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp và bảo vệ đời sống thủy sinh. Thuật toán nội suy (IDW) và hệ thống thông tin địa lý (GIS) cũng được áp dụng để xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng nước sông. Kết quả nghiên cứu cho thấy WQI cho mục đích cấp nước sinh hoạt dao động trong khoảng 10 – 65, nông nghiệp 67 – 100, công nghiệp 26 – 100 và bảo vệ đời sống thủy sinh 3 – 38. Chất lượng nước sông Sài Gòn đáp ứng yêu cầu đối với các mục đích nông nghiệp và công nghiệp, không phù hợp cho mục đích cấp nước sinh hoạt và bảo vệ đời sống thủy sinh. Kết quả nghiên cứu cung cấp thông tin hữu ích cho công tác quản lý nguồn nước và kiểm soát ô nhiễm nước sông.

Từ khóa: sông Sài Gòn, chất lượng nước, WQI, GIS, Bình Dương

1 Mở đầu

Chỉ số chất lượng nước (WQI) là một thông số tổ hợp được tính toán từ nhiều thông số chất lượng nước theo một phương pháp xác định (hay theo một công thức toán học xác định). Mục đích của WQI là chuyển đổi nhiều thông số chất lượng nước (thông số hóa học, vật lý, sinh học) thành một giá trị duy nhất, từ đó thuận lợi cho việc so sánh chất lượng nước giữa các mẫu khác nhau trên cơ sở giá trị WQI của từng mẫu [1]. WQI được dùng để mô tả định lượng về chất lượng nước và được biểu diễn qua thang điểm xác định, thông thường 0 – 100, một số trường hợp 10 – 100, 0 – 1000... [1, 2]. Phương pháp chung để xây dựng một mô hình WQI bao gồm 4 bước [1, 2]: i) lựa chọn các thông số chất lượng nước (x_i), ii) chuyển đổi các thông số có đơn vị khác nhau thành các chỉ số phụ (q_i) theo một thang điểm nhất định, iii) xác định phần trọng lượng đóng góp của từng thông số (w_i) và iv) tính toán WQI theo một công thức toán học

* Tác giả liên hệ: totc@tdmu.edu.vn

từ các giá trị q_i và w_i . Mỗi bước có thể được thực hiện theo ý kiến chủ quan của tác giả (Horton, 1965 [2]; Dinius, 1972 [2]; Bhargava, 1983 [3]), tập hợp ý kiến theo kỹ thuật Delphi (Brown và cộng sự, 1970 [2]; Dunnette, 1979 [1]) hay sử dụng các kỹ thuật thống kê (Shoji và cộng sự, 1996 [1]; Juong và cộng sự, 1979 [1]). Trong mô hình WQI, chỉ số phụ (q_i) thể hiện chất lượng của thông số lựa chọn và được xác định dựa vào mối quan hệ giữa q_i và giá trị đo của thông số lựa chọn (x_i) dưới dạng phương trình toán, đồ thị (tuyến tính hoặc phi tuyến) hoặc bảng tra cứu [1, 2]; trọng lượng đóng góp (w_i) thể hiện tầm quan trọng của mỗi thông số lựa chọn, song cũng có một số mô hình WQI không tính đến phần trọng lượng đóng góp [1, 2]. Theo Abbasi và cộng sự [1], công thức tập hợp để tính WQI có 3 dạng: dạng tổng, dạng tích và dạng logic. Trong đó, công thức dạng tổng và dạng tích được sử dụng phổ biến hơn. Chẳng hạn, Horton (1965), Brown và cộng sự (1970), Prati và cộng sự (1971), Dinius (1972), Otto (1978) sử dụng công thức dạng tổng, trong khi Landwehr và cộng sự (1975), Walski và Parker (1974), Bhargava (1983), Dinius (1987) sử dụng công thức dạng tích. Việc sử dụng WQI được các nhà chuyên môn, các cơ quan chịu trách nhiệm về vấn đề cấp nước và kiểm soát ô nhiễm nước ủng hộ vì có nhiều ưu điểm. WQI đóng vai trò như một công cụ hữu ích để xem xét các xu hướng biến động chất lượng nước, đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến chất lượng nước và giúp các nhà hoạch định chính sách của chính phủ đánh giá hiệu quả của các chương trình quản lý nguồn nước [1].

Ở Việt Nam, có nhiều nghiên cứu xây dựng và áp dụng WQI cho các sông, hồ, kênh rạch như sông Hương ở tỉnh Thừa Thiên Huế, sông Kiến Giang ở tỉnh Quảng Bình, sông Thạch Hãn ở tỉnh Quảng Trị [4], các sông và kênh rạch ở thành phố Hồ Chí Minh [5], sông Hậu ở thành phố Cần Thơ [6], sông Thị Tính và sông Sài Gòn ở tỉnh Bình Dương [7, 8], sông Tiền ở tỉnh Tiền Giang [9], vùng thượng nguồn sông Đồng Nai [10]... Trong số các mô hình WQI, WQI được phát triển bởi Bhargava (1983) [3] là một trong những mô hình được sử dụng rộng rãi để đánh giá, phân loại chất lượng nước cho cả mục đích tổng quát và các mục đích sử dụng riêng. WQI của Bhargava đã được áp dụng cho các nguồn nước mặt như sông Euphrates ở Iraq cho các mục đích nước cấp sinh hoạt và tưới tiêu [11, 12]; sông Netravathi ở miền Bắc Ấn Độ cho mục đích cấp nước sinh hoạt [13]; hồ Polyphytos và sông Aliakmon ở Hy Lạp cho đa mục đích sử dụng nước [14]; sông Hương, sông Thạch Hãn, sông Kiến Giang ở miền Trung Việt Nam [4] và sông Thị Tính, sông Sài Gòn ở miền Nam Việt Nam cho mục đích sử dụng nước chung và cả các mục đích riêng như cấp nước sinh hoạt, tưới tiêu nông nghiệp và bảo vệ đời sống thủy sinh [7, 8].

Sông Sài Gòn chảy qua địa phận tỉnh Bình Dương có chiều dài khoảng 107 km – từ hồ Dầu Tiếng đến cầu Bình Phước, chiều rộng thay đổi từ 87 – 199 m, độ sâu 7 – 14 m và diện tích lưu vực khoảng 600 km² [15]. Sông được chia thành 2 tiểu lưu vực: tiểu lưu vực I (phía thượng nguồn sông) – từ hồ Dầu Tiếng đến nơi hợp nhau với sông Thị Tính và tiểu lưu vực II (phía hạ nguồn sông) – từ nơi gặp nhau với sông Thị Tính đến cầu Bình Phước. Tiểu lưu vực I có mật độ dân cư thấp, hoạt động chủ yếu là canh tác nông nghiệp. Tiểu lưu vực II có mật độ dân cư cao,

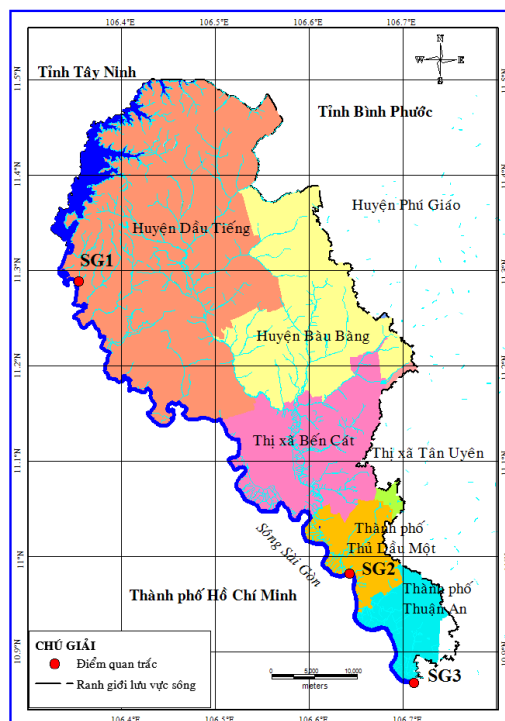
đặc biệt ở các đô thị lớn như Thủ Dầu Một, Thuận An và có nhiều khu công nghiệp, cụm công nghiệp hoạt động. Nguồn nước sông Sài Gòn sử dụng chủ yếu cho mục đích cấp nước sinh hoạt và tưới tiêu, và các hoạt động khác như cấp nước công nghiệp, giao thông thủy. Bên cạnh đó, sông còn giữ chức năng tiêu nước và tiếp nhận nước thải từ các hoạt động trong lưu vực [15].

Trong bài báo này, dựa trên số liệu quan trắc chất lượng nước sông Sài Gòn đoạn chảy qua địa bàn tỉnh Bình Dương từ tháng 12/2019 đến tháng 11/2020, chúng tôi áp dụng mô hình chỉ số chất lượng nước đã xây dựng cho các sông ở tỉnh Bình Dương [7, 8] kết hợp với hệ thống thông tin địa lý để đánh giá biến động chất lượng nước sông, khả năng sử dụng nguồn nước và lập bản đồ phân vùng chất lượng nước cho các mục đích sử dụng nước, bao gồm cấp nước sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp và bảo vệ đời sống thủy sinh.

2 Phương pháp nghiên cứu

2.1 Phạm vi nghiên cứu và lấy mẫu

Phạm vi nghiên cứu là đoạn sông Sài Gòn chảy qua địa phận tỉnh Bình Dương với chiều dài khoảng 107 km – từ hồ Dầu Tiếng đến cầu Bình Phước. Trên đoạn sông, tiến hành lấy mẫu ở 03 vị trí (ký hiệu SG1, SG2 và SG3) trong khoảng thời gian từ tháng 12/2019 đến tháng 11/2020 với 12 lần lấy mẫu, tần suất lấy mẫu 1 tháng/lần. Vị trí SG1 (tọa độ 11°17'17"N, 106°21'15"E) cách đập Dầu Tiếng 2 km về phía hạ lưu, được lựa chọn để đánh giá chất lượng nước thượng nguồn sông Sài Gòn bắt đầu chảy qua địa bàn tỉnh Bình Dương. Vị trí SG2 (10°58'55"N,



Hình 1. Các vị trí quan trắc trên sông Sài Gòn

106°38'36"E) tại hõng thu nước nhà máy nước Thủ Dầu Một, được lựa chọn để đánh giá tác động của các hoạt động đô thị và công nghiệp thuộc thị xã Bến Cát và thành phố Thủ Dầu Một đến chất lượng nguồn nước, đồng thời giám sát chất lượng nước cho mục đích cấp nước sinh hoạt ở thành phố Thủ Dầu Một. Vị trí SG3 (10°52'01"N, 106°42'48"E) cách ngã 3 rạch Vĩnh Bình và sông Sài Gòn 50 m về phía hạ lưu, là điểm cuối nguồn của sông ở tỉnh Bình Dương, được lựa chọn để đánh giá tác động của nước thải đô thị và công nghiệp từ thành phố Thuận An và phía thành phố Hồ Chí Minh. Tại mỗi vị trí tiến hành lấy mẫu ở 2 điểm, mỗi điểm lấy mẫu ở 2 độ sâu 50 cm và 100 cm dưới mặt nước. Tại mỗi điểm, tiến hành lấy 01 phần mẫu - là mẫu trộn ở 2 độ sâu 50 cm và 100 cm (tỷ lệ 1:1). Mẫu đem về phòng thí nghiệm để phân tích là mẫu tổ hợp từ 02 phần mẫu ở 2 điểm với tỷ lệ thể tích 1:1. Các mẫu nước sông được lấy theo TCVN 6663-6:2018 [16] và bảo quản theo TCVN 6663-3:2016 [17].

2.2 Phân tích các thông số chất lượng nước

pH, oxy hòa tan (DO), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), độ dẫn điện (EC) và tổng chất rắn hòa tan (TDS) được đo trực tiếp tại hiện trường sử dụng máy kiểm tra chất lượng nước TOA QC 22A và Hach Sension 5. Nhu cầu oxy hóa học (COD), amoni (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), photphat (PO_4^{3-}), độ cứng tổng, tổng sắt tan và coliform được phân tích trong phòng thí nghiệm theo các Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) và Các phương pháp phân tích nước và nước thải (SMEWW) [18].

2.3 Tính toán WQI

WQI cho mỗi mục đích sử dụng nước được tính toán theo công thức sau [3, 7, 8]:

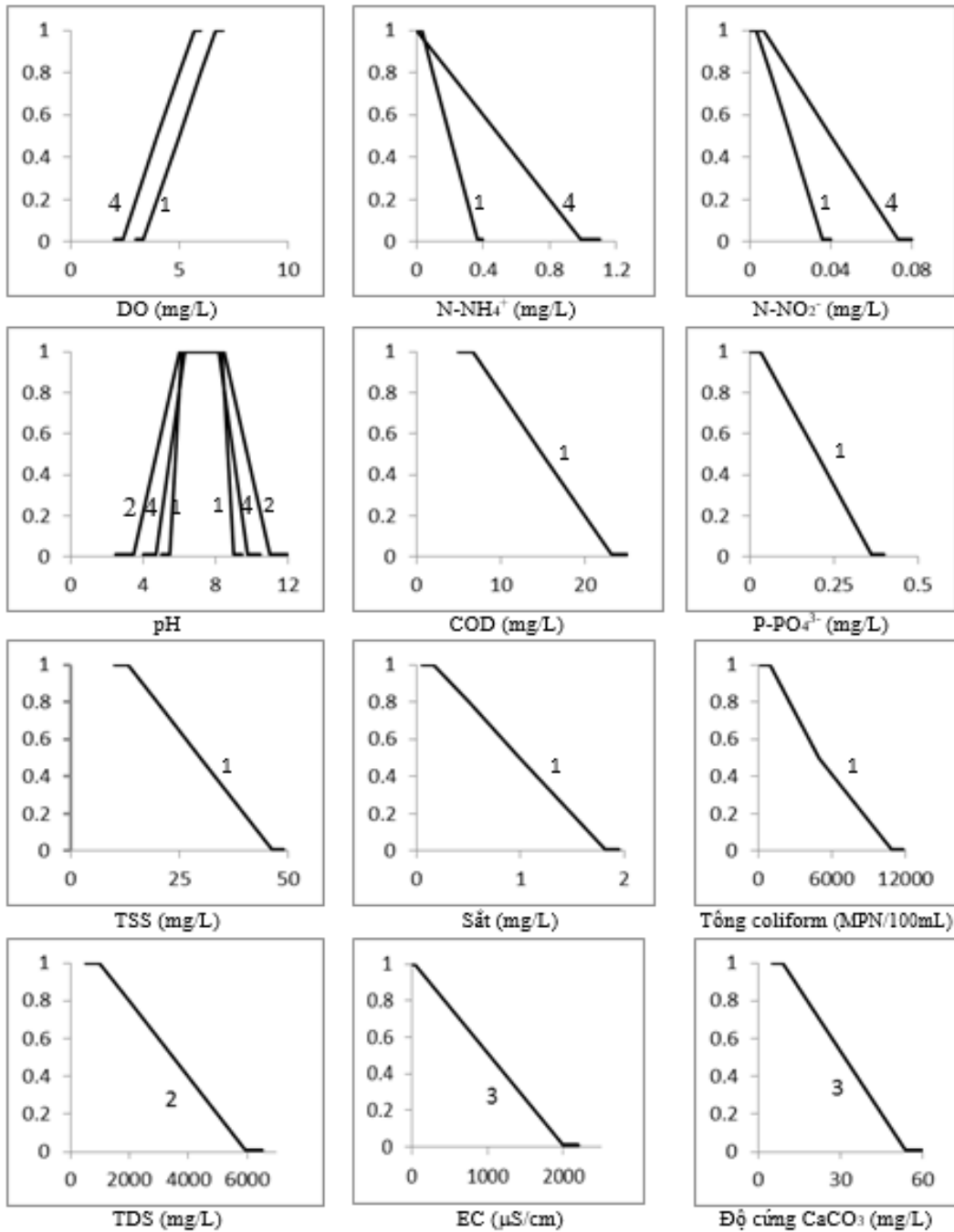
$$\text{WQI} = \left[\prod_{i=1}^n F_i \right]^{1/n} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó, F_i là giá trị hàm nhảy của thông số i , nhận giá trị trong khoảng 0,01 (tương ứng với mức chất lượng kém nhất) và 1 (tương ứng với mức chất lượng tốt nhất) và được xác định từ đồ thị hàm nhảy đối với thông số i (Hình 2), n là số thông số lựa chọn cho từng mục đích sử dụng nước (Bảng 1).

WQI nhận giá trị từ 1 (chất lượng nước kém nhất) đến 100 (chất lượng nước tốt nhất).

Bảng 1. Các thông số chất lượng nước lựa chọn cho các mục đích sử dụng nước [7, 8].

STT	Mục đích sử dụng nước	Các thông số lựa chọn	n
1	Cấp nước sinh hoạt	pH, DO, TSS, COD, NH_4^+ , NO_2^- , PO_4^{3-} , tổng sắt tan và coliform	9
2	Nông nghiệp	TDS và pH	2
3	Công nghiệp	EC, độ cứng	2
4	Bảo vệ đời sống thủy sinh	pH, DO, NH_4^+ và NO_2^-	4



Hình 2. Hàm nhạy của các thông số chất lượng nước [7, 8].

(1, 2, 3, 4 trong hình là các hàm nhạy tương ứng với các mục đích sử dụng nước nêu ở Bảng 1)

2.4 Phân loại và lập bản đồ chất lượng nước

Chất lượng nước sông Sài Gòn được phân thành 5 loại theo giá trị WQI. Trong đó, chỉ có

những giá trị WQI đạt loại I - ứng với mức chất lượng nước “rất tốt” và loại II - ứng với mức chất lượng nước “tốt” thì nguồn nước thỏa mãn cho mục đích sử dụng nước [3].

Bảng 2. Phân loại và đánh giá chất lượng nước theo WQI [3, 7].

Loại	WQI	Giải thích	Màu
I	90 ÷ 100	Rất tốt	Xanh nước biển
II	65 ÷ 89	Tốt	Xanh lá cây
III	35 ÷ 64	Trung bình	Vàng
IV	11 ÷ 34	Xấu	Da cam
V	0 ÷ 10	Rất xấu	Đỏ

Phương pháp nội suy theo thuật toán nghịch đảo khoảng cách (IDW) trên hệ thống thông tin địa lý (GIS) được áp dụng để xây dựng bản đồ phân vùng chất lượng nước sông Sài Gòn cho các mục đích sử dụng nước. Phương pháp IDW cho phép xác định giá trị của các điểm chưa biết bằng cách tính trung bình trọng số khoảng cách các giá trị của các điểm đã biết trong vùng lân cận. Những điểm càng cách xa điểm cần tính, càng ít ảnh hưởng đến giá trị tính toán, dẫn tới trọng số sẽ giảm. Giá trị nội suy tại điểm chưa biết (Z) trên cơ sở các giá trị đã biết xung quanh nó được tính theo công thức sau [19, 20]:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n W_i Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \times \frac{1}{d^k}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d^k}} \tag{2}$$

trong đó: i là các điểm dữ liệu đã biết giá trị, n là số điểm đã biết, Z_i là giá trị điểm thứ i, W_i là trọng số điểm thứ i, d là khoảng cách đến điểm i, k là hằng số IDW (k càng cao thì độ ảnh hưởng của các điểm ở xa càng thấp, thông thường k = 2).

Bản đồ chất lượng nước sông cho từng mục đích sử dụng nước được màu hóa theo thang điểm WQI được nêu ở Bảng 2 sử dụng phần mềm ArcGIS 10.1.

2.5 Phương pháp thống kê

Phương pháp thống kê được áp dụng để tính toán các đại lượng đặc trưng cho các thông số chất lượng nước và các WQI (giá trị lớn nhất, giá trị nhỏ nhất, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn) và xây dựng các phương trình hồi quy tuyến tính. Phương pháp phân tích phương sai 2 yếu tố (ANOVA) được áp dụng để đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố thời gian (tháng) và không gian (vị trí quan trắc) đến xu hướng biến động chất lượng nước sông [21].

Sự biến động chất lượng nước sông (theo WQI) theo không gian và thời gian được biểu diễn bằng biểu đồ hộp (box-and-whisker).

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Chất lượng nước sông Sài Gòn đánh giá qua các thông số riêng biệt

Đặc điểm của một số thông số chất lượng nước sông Sài Gòn năm 2020 theo mùa (mùa khô: từ tháng 12/2019 đến tháng 4/2020 và mùa mưa: từ tháng 5 đến tháng 11/2020) được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Tóm tắt đặc điểm chất lượng nước sông Sài Gòn.

STT	Thông số	Đơn vị	Mùa mưa (n = 7)		Mùa khô (n = 5)		QCVN 08-MT: 2015/BTNMT ^(c)
			Min – Max ^(a)	TB ± S ^(b)	Min – Max	TB ± S	
1	pH	-	6,0 – 7,5	6,3 ± 0,2	6,1 – 6,8	6,4 ± 0,2	6 – 8,5
2	DO	mg/l	1,2 – 4,3	2,1 ± 0,7	1,4 – 4,6	2,7 ± 0,9	≥ 5
3	EC	μS/cm	25 – 1725	208 ± 365	28 – 1850	578 ± 678	-
4	TDS	mg/l	51 – 3510	349 ± 756	35 – 3772	862 ± 1098	-
5	TSS	mg/l	8 – 38	16 ± 9	5 – 64	26 ± 15	30
6	COD	mg/l	5,0 – 39,0	15,3 ± 9,1	7,0 – 47,0	24,7 ± 12,5	15
	NH ₄ ⁺ (theo N)	mg/l	0,12 – 2,0	1,0 ± 0,63	0,05 – 1,6	0,61 ± 0,50	0,3
	NO ₂ ⁻ (theo N)	mg/l	0,01 – 0,37	0,07 ± 0,08	0,01 – 0,11	0,04 ± 0,03	0,05
	PO ₄ ³⁻ (theo P)	mg/l	0,05 – 0,13	0,08 ± 0,02	0,03 – 0,11	0,06 ± 0,02	0,2
0	Độ cứng tổng	mg/l	9 – 144	27 ± 30	8 – 178	56 ± 62	-
1	Tổng sắt tan	mg/l	0,05 – 1,75	0,83 ± 0,44	0,47 – 1,12	0,82 ± 0,21	1,0
2	Coliform	MPN/100 ml	1500 – 4600	2650 ± 860	1500 – 4300	2290 ± 750	5000

^(a) Min: giá trị nhỏ nhất, Max: giá trị lớn nhất

^(b) TB: giá trị trung bình, S: độ lệch chuẩn

^(c) Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt cột A2 (thông số chất lượng nước thỏa mãn điều kiện giá trị ghi ở cột A2 có thể dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp hoặc các mục đích sử dụng nước thấp hơn như tưới tiêu, thủy lợi (B1), giao thông thủy (B2) ...)

Kết quả quan trắc chất lượng nước sông Sài Gòn năm 2020 cho thấy: pH của nước sông tương đối ổn định, nằm trong khoảng 6,0 – 7,5 và không có sự biến động nhiều theo mùa: mùa khô 6,4 ± 0,2 và mùa mưa 6,3 ± 0,2. Nồng độ COD trong nước sông dao động trong khoảng rộng 5,0 – 47,0 mg/l, trong đó 21/36 giá trị COD (chiếm 58%) > 15,0 mg/l. COD trong nước cao dẫn đến nồng độ oxy hòa tan (DO) trong nước sông khá thấp: DO dao động từ 1,2 – 4,6, đặc biệt tại các vị trí SG2 và SG3: 22/24 (92%) giá trị DO quan trắc được nhỏ hơn 2,5 mg/l. Nồng độ DO trong nước thấp ảnh hưởng đến quá trình chuyển hóa các chất ô nhiễm, đặc biệt là chất hữu cơ trong môi trường nước và tác động xấu đến các sinh vật thủy sinh. Nồng độ các chất dinh dưỡng như amoni và nitrit trong nước sông tương đối cao. Amoni dao động trong khoảng 0,05 – 2,0 mg/l, đặc biệt tại vị trí SG1, 7/12 giá trị amoni lớn hơn 1 mg/l. Nitrit dao động từ 0,01 – 0,37 mg/l và nồng độ cao nhất ghi nhận ở vị trí SG3 với nồng độ nitrit trung bình 0,1 mg/l. Tổng sắt tan và coliform dao động trong khoảng 0,05 – 1,75 mg/l và 1500 – 4600 MPN/100 ml.

So sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT cho thấy: 100% các giá trị pH, photphat và coliform quan trắc được trên tất cả các vị trí (SG1 – SG3) và các tháng (12/2019 – 11/2020), 80% giá trị TSS, 82% giá trị NO_2^- và tổng sắt tan thỏa mãn giá trị ghi ở cột A2; trong khi đó, 100% giá trị DO, 78% giá trị NH_4^+ , 58% giá trị COD không thỏa mãn giá trị ghi ở cột A2. Như vậy, các vấn đề lo lắng chính đối với chất lượng nước sông Sài Gòn là DO thấp; COD, NH_4^+ và NO_2^- trong nước sông cao. Những vấn đề này cũng đã được ghi nhận trong nghiên cứu trước đây về chất lượng nước sông Sài Gòn giai đoạn 2016 – 2019 [8]. DO thấp; COD, NH_4^+ và NO_2^- trong nước sông cao sẽ làm hạn chế khả năng sử dụng nguồn nước.

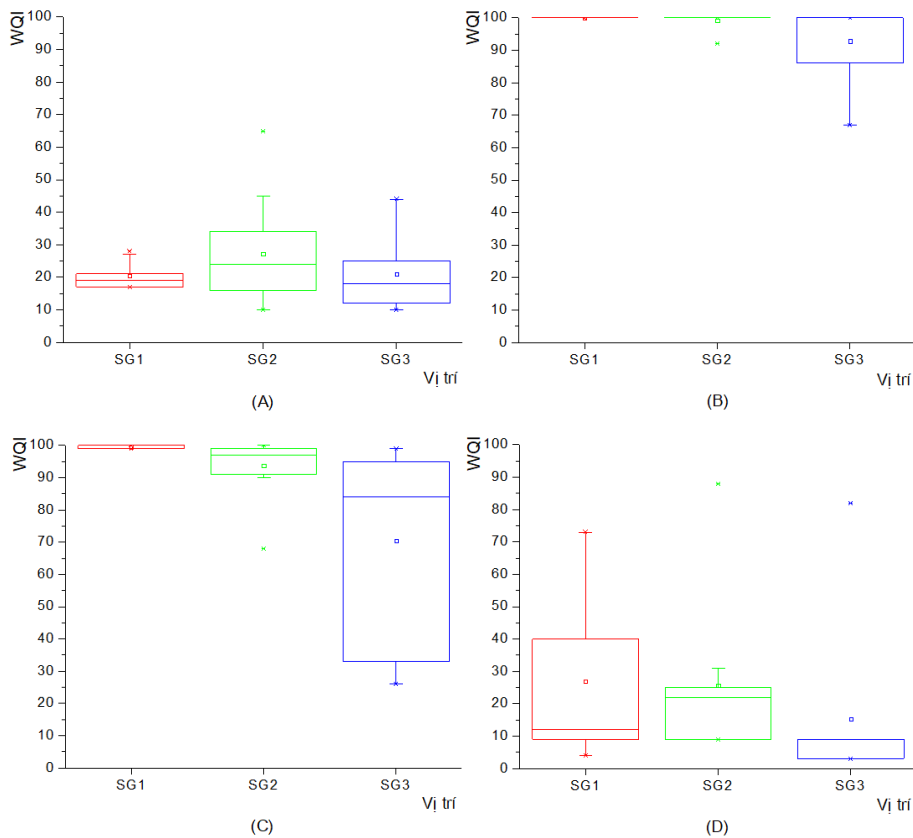
Trên lưu vực sông Sài Gòn và sông Thị Tính (một phụ lưu của sông Sài Gòn), mức độ công nghiệp hóa và đô thị hóa đã và đang diễn ra mạnh mẽ với nhiều khu công nghiệp, cụm công nghiệp như Bàu Bàng, Mỹ Phước 1, 2 & 3, An Tây, Thới Hòa, VSIP I, Việt Hương... và 03 đô thị lớn của tỉnh Bình Dương, bao gồm Mỹ Phước, Thủ Dầu Một và Thuận An. Nước thải từ các hoạt động công nghiệp và đô thị đổ vào sông có thể là nguyên nhân chính làm suy giảm chất lượng nước sông.

3.2 Biến động chất lượng nước sông Sài Gòn theo WQI

Biến động WQI sông Sài Gòn theo không gian (SG1 – SG3) và thời gian (12/2019 – 11/2020) đối với các mục đích sử dụng nước được biểu diễn ở Hình 3. Kết quả phân tích phương sai 2 yếu tố (vị trí quan trắc và tháng) được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả phân tích phương sai 2 yếu tố.

Mục đích sử dụng nước	Nguồn phương sai	Tổng bình phương	Bậc tự do	F	p	F _{Crit}
Cấp nước sinh hoạt	Giữa các tháng	2213	11	2,45	0,04	2,26
	Giữa các vị trí	331	2	2,01	0,16	3,44
	Sai số thí nghiệm	1810	22			
	Tổng	4354	35			
Nông nghiệp	Giữa các tháng	582	11	1,09	0,41	2,26
	Giữa các vị trí	372	2	3,83	0,04	3,44
	Sai số thí nghiệm	1068	22			
	Tổng	2022	35			
Công nghiệp	Giữa các tháng	4839	11	1,55	0,18	2,26
	Giữa các vị trí	5670	2	10,01	0,0008	3,44
	Sai số thí nghiệm	6230	22			
	Tổng	16739	35			
Bảo vệ đời sống thủy sinh	Giữa các tháng	10838	11	4,06	0,003	2,26
	Giữa các vị trí	968	2	2,00	0,16	3,44
	Sai số thí nghiệm	5334	22			
	Tổng	17140	35			



Hình 3. Biến động WQI theo mùa và theo vị trí quan trắc đối với các mục đích sử dụng nước (A): Cấp nước sinh hoạt, (B): Nông nghiệp, (C): Công nghiệp và (D): Bảo vệ đời sống thủy sinh

Đối với mục đích cấp nước sinh hoạt: WQI khá thấp và dao động trong khoảng 10 – 65: SG1 = 17 – 28, SG2 = 10 – 65 và SG3 = 10 – 44. Dựa vào đánh giá chất lượng nước theo thang điểm WQI (Bảng 2) cho thấy: 31/36 giá trị WQI nằm trong khoảng 11 – 34, tương ứng với mức chất lượng nước “xấu”; 2/36 giá trị WQI thuộc 35 – 64, ứng với mức chất lượng nước “trung bình”; 2/36 giá trị WQI thuộc 0 – 10, ứng với mức chất lượng nước “rất xấu” và chỉ 01 giá trị WQI = 65, chất lượng nước “tốt” ghi nhận được tại vị trí SG2 vào tháng 4/2020. Trong 09 thông số lựa chọn để tính WQI cho mục đích cấp nước sinh hoạt, các thông số DO, NH_4^+ và NO_2^- có chất lượng rất thấp: hầu hết các F_i của các thông số này nhận giá trị 0,01. Chất lượng của các thông số này kém, dẫn đến WQI thấp và do vậy, chất lượng nước sông chỉ ở mức “xấu” và “trung bình”. Kết quả phân tích phương sai 2 yếu tố (Bảng 4) cho thấy: ở độ tin cậy 95%, có sự khác biệt (hay biến động) về chất lượng nước (đánh giá qua WQI) giữa các tháng ($p < 0,05$; $F = 2,45 > F_{\text{crit}} = 2,26$), tuy nhiên, theo vị trí quan trắc, chất lượng nước không khác nhau ($p > 0,05$; $F = 2,01 < F_{\text{crit}} = 3,44$). Theo Thụy Châu To và cộng sự [8], chất lượng nước sông Sài Gòn cho mục đích cấp nước sinh hoạt giai đoạn 2016 – 2019 cũng chỉ ở mức “xấu” và “trung bình”. Rõ ràng, trong những năm qua, mặc dù có nhiều giải pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường nước từ các cơ

quan bảo vệ môi trường địa phương được triển khai, nhưng chất lượng nước sông vẫn chưa được cải thiện.

Đối với mục đích cấp nước nông nghiệp: WQI được tính toán từ 2 thông số pH và TDS, trong đó pH của nước sông khá ổn định và thỏa mãn quy chuẩn chất lượng nước mặt (cột A2) nên có chất lượng rất tốt (tất cả các $F_i = 1$). Đối với TDS, trừ một số tháng trong mùa khô tại SG3 do sự nhiễm mặn, nhìn chung TDS của nước sông khá thấp và đáp ứng yêu cầu cấp nước cho các hoạt động nông nghiệp. Do đó, WQI cho mục đích cấp nước nông nghiệp khá cao và dao động trong khoảng 67 – 100. Hầu hết các giá trị WQI (33/36 giá trị, chiếm 92%) thuộc khoảng 90 – 100, đạt mức chất lượng nước “rất tốt”, 3/36 giá trị WQI (8%) thuộc khoảng 65 – 89, đạt mức chất lượng nước “tốt” ghi nhận được tại vị trí SG3 vào các tháng 1, 3, 5/2020. Chất lượng nước có xu hướng giảm dần từ đầu nguồn đến cuối nguồn ($p < 0,05$; $F = 3,83 > F_{\text{crit}} = 3,44$) và không có sự khác biệt giữa các tháng trong năm ($p > 0,05$; $F = 1,09 < F_{\text{crit}} = 2,26$).

Đối với mục đích cấp nước công nghiệp: WQI dao động trong khoảng 26 – 100: SG1 = 99 – 100, SG2 = 68 – 100 và SG3 = 26 – 98. Chất lượng nước sông Sài Gòn cho mục đích công nghiệp đạt mức chất lượng từ “tốt” (WQI = 65 – 89) đến “rất tốt” (WQI = 90 – 100) ở các vị trí SG1 và SG2, riêng SG3 vào các tháng 1 – 5/2020, chất lượng nước chỉ ở mức “trung bình” và “xấu”. Sự nhiễm mặn (EC cao, đặc biệt khi quan trắc ở thời điểm triều kiệt) ở cuối nguồn là nguyên nhân làm giảm khả năng sử dụng nguồn nước cho mục đích này. Chất lượng nước có xu hướng giảm dần từ SG1 đến SG3 ($p < 0,05$; $F = 10,01 > F_{\text{crit}} = 3,44$) và không có sự khác biệt giữa các tháng ($p > 0,05$; $F = 1,55 < F_{\text{crit}} = 2,26$).

Đối với mục đích bảo vệ đời sống thủy sinh: WQI biến động khá lớn 3 – 88, chỉ có 3/36 giá trị WQI đạt mức chất lượng nước “tốt” được ghi nhận vào tháng 3/2020 tại SG1 và tháng 4/2020 tại SG2 và SG3, còn lại chất lượng nước sông chỉ ở mức “trung bình” (4/36 giá trị có WQI = 35 – 64), “xấu” (12/17 giá trị có WQI = 11 – 34) và thậm chí ở mức “rất xấu” (12/17 giá trị có WQI = 0 – 10). Trong các thông số lựa chọn để tính WQI, chỉ có pH có chất lượng tốt (tất cả các F_i nhận giá trị 1), các thông số còn lại (DO, NO_2 , NH_4^+) đều có chất lượng thấp, đặc biệt là DO với hầu hết các $F_i = 0,01$. Kết quả phân tích phương sai 2 yếu tố cho thấy: có sự khác biệt về chất lượng nước giữa các tháng ($p < 0,05$; $F = 4,06 > F_{\text{crit}} = 2,26$), tuy nhiên, theo vị trí quan trắc, chất lượng nước không có sự biến động ($p > 0,05$, $F = 2,0 < F_{\text{crit}} = 3,44$).

Nhìn chung, chất lượng nước sông Sài Gòn đạt từ mức “tốt” đến “rất tốt” cho các mục đích cấp nước nông nghiệp và công nghiệp. Tuy nhiên, đối với các mục đích cấp nước sinh hoạt và bảo vệ đời sống thủy sinh, chất lượng nước sông chỉ ở mức “xấu”, thậm chí “rất xấu”. Sự tiếp nhận nước thải từ các hoạt động công nghiệp và đô thị trên lưu vực sông làm gia tăng nồng độ các chất ô nhiễm trong sông có thể là nguyên nhân chủ yếu làm suy giảm chất lượng nước. Hơn nữa, WQI được tính toán theo công thức dạng tích (mục 2.3), nên giá trị WQI biến động “nhạy” đối với sự thay đổi giá trị F_i của các thông số lựa chọn. Thực tế tính toán cho thấy, khi một thông số lựa chọn nhận giá trị $F_i = 0,01$ (chất lượng kém nhất), dù các thông số còn lại có giá

trị $F_i = 1$ (chất lượng tốt nhất) thì giá trị WQI tính được sẽ rơi vào khoảng 35 – 64, nghĩa là chất lượng nước chỉ ở mức “trung bình”. Hầu hết các giá trị F_i của các thông số DO, amoni và nitrit nhận giá trị 0,01. Do vậy, nồng độ DO thấp, amoni và nitrit trong nước sông cao là nguyên nhân chính làm hạn chế khả năng sử dụng nguồn nước sông.

3.3 Phân loại và xây dựng bản đồ chất lượng nước sông

Kết quả phân loại chất lượng nước sông Sài Gòn theo mùa (mùa mưa và mùa khô) cho các mục đích sử dụng nước được trình bày ở Bảng 5.

Bảng 5. Phân loại chất lượng nước sông Sài Gòn cho các mục đích sử dụng nước.

Vị trí	Mục đích sử dụng nước							
	Cấp nước sinh hoạt		Nông nghiệp		Công nghiệp		Bảo vệ đời sống thủy sinh	
	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô
SG1	IV	IV	I	I	I	I	IV	IV
SG2	IV	IV	I	I	I	II	IV	III
SG3	IV	IV	I	I	II	III	V	IV

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy: chất lượng nước sông Sài Gòn cho mục đích nông nghiệp đạt loại I (trong cả mùa mưa và mùa khô), ứng với mức chất lượng nước “rất tốt” và do vậy, nguồn nước sông hoàn toàn đáp ứng yêu cầu cấp nước nông nghiệp. Đối với mục đích cấp nước công nghiệp: tại SG1 – SG2 (mùa mưa và mùa khô) và SG3 (mùa mưa), nguồn nước sông có thể sử dụng cho mục đích công nghiệp với chất lượng nước đạt từ loại II (mức “tốt”) đến loại I (mức “rất tốt”), riêng tại SG3 trong mùa khô, do sự nhiễm mặn nên chất lượng nước sông chỉ đạt loại III (mức “trung bình”) và không đáp ứng yêu cầu cấp nước công nghiệp. Nguồn nước sông không phù hợp cho các mục đích cấp nước sinh hoạt và bảo vệ đời sống thủy sinh do chất lượng nước sông chỉ đạt loại III, IV (mức “xấu”) và V (mức “rất xấu”) trong cả mùa mưa và mùa khô.

Từ kết quả phân loại chất lượng nước sông (Bảng 5), bản đồ chất lượng nước sông theo mùa cho các mục đích sử dụng nước được xây dựng dựa vào phương pháp nội suy theo thuật toán nghịch đảo khoảng cách (IDW) trên hệ thống thông tin địa lý (GIS). Phương pháp IDW được sử dụng để xác định giá trị các điểm chưa biết bằng cách tính trung bình giá trị của các điểm đã biết trong vùng lân cận của mỗi điểm [20]. Phương pháp này được sử dụng rất phổ biến trong lĩnh vực quan trắc môi trường để thành lập các bản đồ chất lượng môi trường khi việc lấy mẫu và phân tích ở tất cả các điểm là không khả thi và rất tốn kém. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành nội suy giá trị WQI sông Sài Gòn từ 3 vị trí SG1, SG2 và SG3 bằng thuật toán nghịch đảo khoảng cách với hệ số $k = 2$. Nhìn chung, kết quả phân vùng chất lượng nước sông trong nghiên cứu này khá phù hợp với đặc điểm sông, diễn biến chất lượng nước

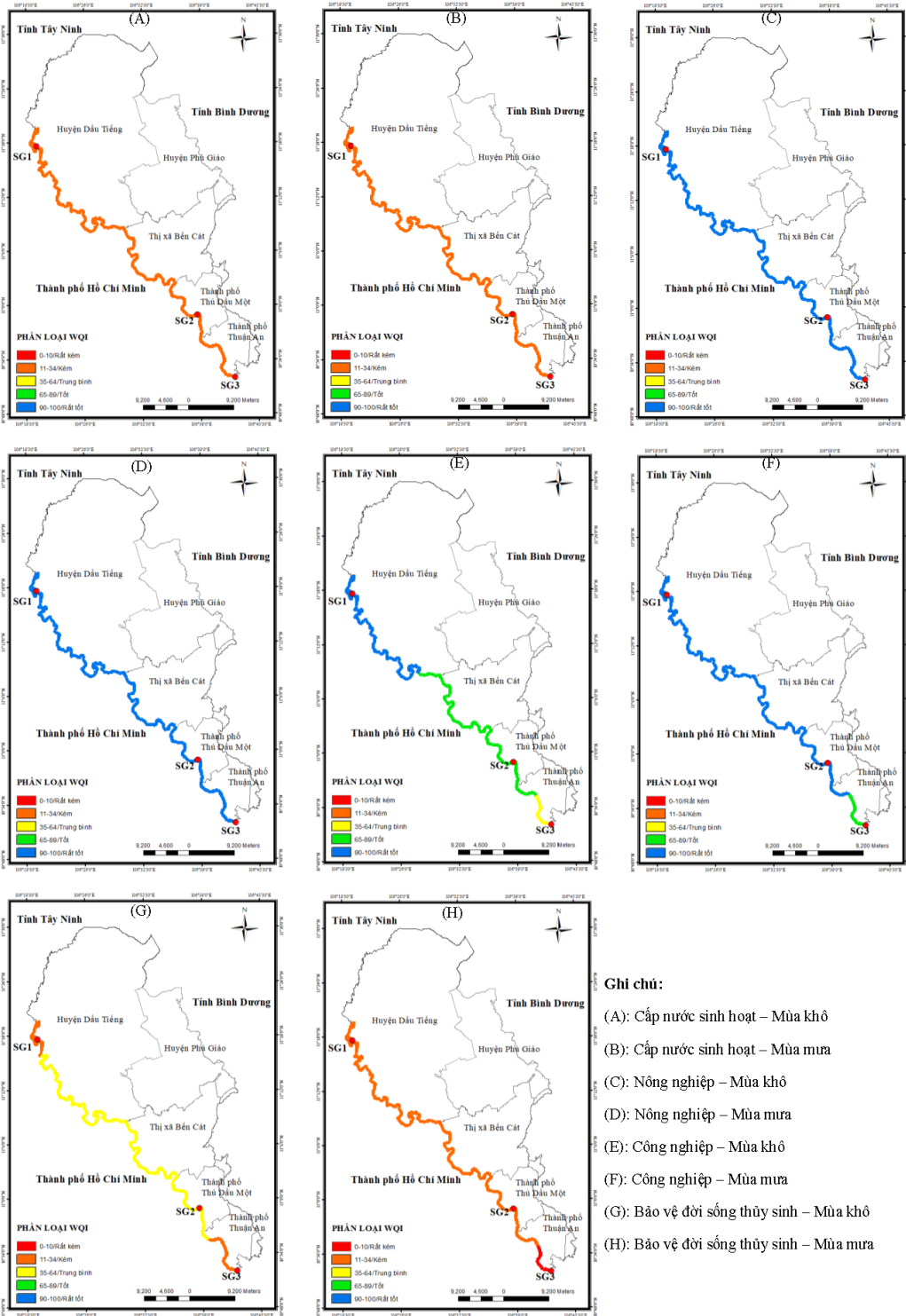
sông trong những năm gần đây và kết quả nghiên cứu trước đây [8]. Vào mùa khô, khi tốc độ dòng chảy của sông thấp, dòng sông được chia thành 3 vùng. Trong đó, ở vùng đầu nguồn sông (đoạn sông chảy qua huyện Dầu Tiếng) có mật độ dân cư thưa thớt, dòng sông chưa chịu sự tác động của các hoạt động đô thị và công nghiệp, nên chất lượng nước sông nhìn chung tốt hơn so với các vùng khác. Vùng giữa nguồn (đoạn sông chảy qua thị xã Bến Cát và thành phố Thủ Dầu Một) dòng sông tiếp nhận nước thải từ các đô thị (Bến Cát, Thủ Dầu Một) và khu công nghiệp, cụm công nghiệp (Mỹ Phước, An Tây, Thới Hòa...) nên chất lượng nước suy giảm. Vùng cuối nguồn (đoạn sông chảy qua thành phố Thuận An) nơi có mật độ dân cư và công nghiệp khá cao, dòng sông tiếp nhận thêm nước thải từ các đô thị lớn (Thuận An và thành phố Hồ Chí Minh) và các khu công nghiệp (VSIP1, Đồng An, Việt Hương và các hoạt động sản xuất phía thành phố Hồ Chí Minh), nên chất lượng nước tiếp tục suy giảm. Vào mùa mưa, nước từ thượng nguồn đổ về nên tốc độ dòng chảy của sông lớn, sự trao đổi nước trong sông diễn ra tốt hơn, sự nhiễm mặn chỉ xảy ra ở vùng cuối nguồn, nên dòng sông ít phân vùng hơn. Kết quả phân vùng chất lượng nước cung cấp thông tin trực quan, dễ hiểu hơn về chất lượng nước và khả năng sử dụng nguồn nước cho cộng đồng và các nhà hoạch định chính sách.

4 Kết luận

Chỉ số chất lượng nước là một công cụ hữu hiệu cho phép đánh giá định lượng chất lượng nước và khả năng sử dụng nguồn nước cho các mục đích khác nhau. Trên cơ sở áp dụng mô hình chỉ số chất lượng nước cho sông Sài Gòn - đoạn sông chảy qua địa phận tỉnh Bình Dương năm 2020 cho thấy: nguồn nước sông Sài Gòn phù hợp cho các mục đích cấp nước nông nghiệp và công nghiệp với chất lượng nước đạt từ loại II (mức "tốt") đến loại I (mức "rất tốt"). Nguồn nước sông không phù hợp cho các mục đích cấp nước sinh hoạt và bảo vệ đời sống thủy sinh do chất lượng nước chỉ đạt loại III (mức "trung bình"), loại IV (mức "xấu") và loại V (mức "rất xấu"). Nồng độ DO thấp; amoni, nitrit và COD cao trong nước sông là nguyên nhân chính hạn chế khả năng sử dụng nguồn nước sông Sài Gòn. Để cải thiện chất lượng nước sông phục vụ đa dạng các nhu cầu sử dụng nước hiện tại và quy hoạch sử dụng nguồn nước trong tương lai trên địa bàn tỉnh, cần thiết phải có những giải pháp kiểm soát các nguồn ô nhiễm đổ vào sông.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Thủ Dầu Một trong đề tài mã số DT.20.2-078.



Hình 4. Bản đồ phân vùng chất lượng nước sông Sài Gòn cho các mục đích sử dụng nước

Tài liệu tham khảo

1. Abbasi T. and Abbasi S. A. (2012), *Water quality indices*, Elsevier, Great Britain.
2. Ott W. R. (1978), *Environmental indices - Theory and practice*, Ann Arbor Science Publishers Inc, Ann Arbor Mich.
3. Bhargava D. S. (1983), Use of water quality index for river classification and zoning of Ganga river, *Environmental Pollution (Series B)*, 6(1), 51 – 67.
4. Nguyen Van Hop, Thuy Chau To, and Truong Quy Tung (2008), Classification and zoning of water quality for three main rivers in Binh Tri Thien region (Central Vietnam) based on water quality index, *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 25, 435 – 444.
5. Lê Trình và cộng sự (2008), *Nghiên cứu phân vùng chất lượng nước theo các chỉ số chất lượng nước (WQI) và đánh giá khả năng sử dụng các nguồn nước sông, kênh rạch ở vùng thành phố Hồ Chí Minh*, Phân viện Công nghệ mới và Bảo vệ Môi trường, Bộ Quốc phòng.
6. Tôn Thất Lăng (2009), Nghiên cứu chỉ số chất lượng nước để đánh giá và phân vùng chất lượng nước sông Hậu, *Tạp chí Khí Tượng Thủy văn*, 1(9), 9 – 14.
7. Thuy Chau To, Do Thanh Tu, Nguyen Ngoc Dai Trang, and Nguyen Van Hop (2015), Classification and zoning of Thi Tinh river water quality based on water quality index, *Journal of Science and Technology*, 53(3A), 121 – 126.
8. Thuy Chau To, Le Thi Huynh Nhu, Nguyen Huynh Anh Tuyet, Pham The Anh, and Nguyen Van Hop (2020), Water quality assessment of Saigon river for public water supply based on water quality index, *Vietnam Journal of Science and Technology*, 58(5A), 85 – 93.
9. Nguyen Thi Hong, Phan Dinh Tuan, and Dinh Thi Nga (2018), Water quality evaluation of the Tien river by means of water quality index (WQI) and statistical techniques, *Vietnam Journal of Science and Technology*, 56(2A), 141 – 148.
10. Pham Hung et al. (2017), Assessment of surface water quality using the water quality index and multivariate statistical techniques - a case study: the upper part of Dong Nai river basin, Viet Nam, *Journal of Water Sustainability*, 4, 225 – 245.
11. Al-Bahrani H. S., AbdulRazzaq K. A., and Saleh S. A. H. (2012), Remote sensing of water quality index for irrigation usability of the Euphrates river, *Water Pollution*, 164, 55 – 66.
12. Noori M. M., Abdulrazzaq K. A., Mohammed A. H., and Abbas A. I. (2017), Assessment of water quality and suitability of Euphrates river in Iraq for drinking purpose by applying water quality indices (WQIs) and geographical information system (GIS) techniques, *International Journal of Science and Nature*, 8(4), 741 – 756.
13. Avvannavar S. M. and Shrihari S. (2008), Evaluation of water quality index for drinking purposes for river Netravathi, Mangalore, South India, *Environmental Monitoring Assessment*, 143, 279 – 290.
14. Ioanna Z., Vassilios A. T., and Georgios D. G. (2020), Water quality evaluation of a lacustrine water body in the Mediterranean based on different water quality index (WQI) methodologies, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 55(5), 537 – 548.
15. Sò Tài nguyên và Môi trường Bình Dương (2016), *Quy hoạch tài nguyên nước tỉnh Bình Dương giai đoạn 2015 – 2025, tầm nhìn đến năm 2035*, Bình Dương.
16. TCVN 6663-6:2018: *Chất lượng nước – Lấy mẫu – Phần 6: Hướng dẫn lấy mẫu nước sông và suối*.
17. TCVN 6663-3:2016: *Chất lượng nước – Lấy mẫu – Phần 3: Bảo quản và xử lý mẫu nước*.
18. APHA (2005), *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 21st edition, Washington DC., USA.
19. Wenjie Y., Yue Z., Dong W., Huihui W., Aijun L., and Li H. (2020), Using principal components analysis and IDW interpolation to determine spatial and temporal changes of surface water quality of

- Xin'anjiang river in Huangshan, China, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2942), 1 – 14.
20. Phan Quốc Yên, Nguyễn Thị Thu Nga, Tống Thị Hạnh (2019), Nghiên cứu, thực nghiệm so sánh các phương pháp mô hình hóa địa hình, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 35(4), 68 – 79.
21. Miller J. N., Miller J. C. (2010), *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*, 6th edition, Pearson Education Limited.

USE OF WATER QUALITY INDICES FOR EVALUATION OF THE SAIGON RIVER WATER QUALITY FOR SPECIFIC PURPOSES

Abstract. The Saigon River is one of the most important surface water sources in Binh Duong province, utilized for different purposes. This study aimed to assess the water quality of the Saigon River and its suitability for specific uses. Based on water quality data obtained monthly from December 2019 to November 2020, water quality indices were applied to evaluate the water quality of the river for purposes such as public water supply, agriculture, industry, and aquatic life protection. Inverse distance weighted (IDW) interpolation in geographic information system (GIS) was used to produce visualized zoning maps for river water quality. The results showed that the WQIs varied from 10 to 65 for public water supply, 67 to 100 for agriculture activities, 26 to 100 for industry activities, and 3 to 83 for aquatic life protection. The river water could be used for agriculture and industry activities, but was not suitable for public water supply and aquatic life protection. The findings provide useful information for water resource management and water pollution control of the river.

Keywords: Saigon River, water quality, WQI, GIS, Binh Duong.