

**CHẤT LƯỢNG NƯỚC VÀ TÌNH TRẠNG PHÚ DƯỠNG CÁC HỒ
TRONG KINH THÀNH HUẾ**

*Nguyễn Văn Hợp, Phạm Nguyễn Anh Thi, Nguyễn Hữu Hoàng,
Võ Thị Bích Vân, Thủy Châu Tờ
Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế*

Tóm tắt. Kênh Ngự Hà và 8 hồ trong Kinh thành Huế được lựa chọn để lấy mẫu và phân tích các thông số chất lượng nước: nhiệt độ, pH, SS, EC, DO, COD, amoni, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , TN, TP, chlorophyll- a và tổng coliform trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 7 năm 2011. Các kết quả cho thấy, các nguồn nước khảo sát đều bị ô nhiễm hữu cơ: COD trung bình theo thời gian (tháng) là 23 - 31 mg/L, theo không gian (hồ-kênh) là 18 - 38 mg/L và không đạt loại B1 theo QCVN08:2008/BTNMT. Về mức ô nhiễm hữu cơ, có thể chia các hồ-kênh thành 2 nhóm - nhóm 1 gồm các hồ Đoài (Đ), Tiên Bảo (TB), Tịnh Tâm (TT), Kim Thủy ngoài (KTN), Xã Tắc (XT), Thành Hoàng (TH) có cùng mức ô nhiễm ($p > 0,05$) và nhóm 2 gồm hồ Cây Mung (CM), Tân Miếu (TM), kênh Ngự Hà (NH) có cùng mức ô nhiễm, nhưng cao hơn so với các hồ nhóm 1 ($p < 0,05$). Các hồ-kênh bị ô nhiễm bởi các chất dinh dưỡng: nồng độ N-NO_2^- khoảng 0,01 - 0,21 mg/L và không thỏa mãn loại B2; nồng độ N-amoni khoảng 0,02 - 3,86 mg/L và đa số không thỏa mãn loại B1; nồng độ P-PO_4^{3-} khoảng 0,03 - 2,21 mg/L, TN và TP tương ứng khoảng 0,55 - 4,86 mg/L và 0,04 ÷ 2,97 mg/L. Về mức ô nhiễm bởi các chất dinh dưỡng, có thể chia thành 3 nhóm hồ-kênh với mức ô nhiễm TN tăng dần ($p < 0,05$) theo thứ tự: nhóm 1 (hồ Đ, TB, TT, TM, XT, TH), nhóm 2 (hồ KTN và kênh NH – vị trí NH1) và nhóm 3 (hồ CM và kênh NH – vị trí NH2). Hầu hết các hồ-kênh khảo sát đều ở mức siêu phú dưỡng khi đánh giá qua Chỉ số dinh dưỡng Carlson (TSI) và chỉ số dinh dưỡng Wollenweider (TRIX). Vào đầu mùa khô (tháng 3, 4), đối với đa số các hồ-kênh, P là yếu tố giới hạn sự phú dưỡng, nhưng vào giữa và gần cuối mùa khô (tháng 5, 6, 7), N lại là yếu tố giới hạn sự phú dưỡng. Giữa TSI và TRIX có tương quan tuyến tính với hệ số tương quan $R = 0,63$ ($p < 0,05$).

1. Mở đầu

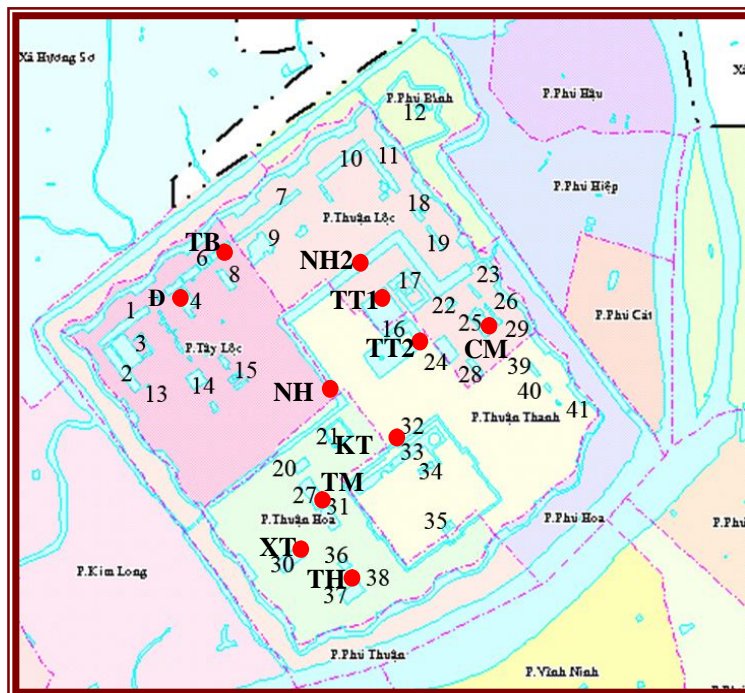
Kinh thành Huế có diện tích 520 ha với trên 60.000 dân sinh sống. Trong Kinh thành có 41 hồ lớn nhỏ, chiếm gần 10% diện tích Kinh thành [1, 2]. Hệ thống hồ và kênh dẫn nước đã trở thành một phần không thể tách rời của quần thể kiến trúc cảnh quan Kinh thành Huế, giữ nhiều chức năng quan trọng trong lịch sử hình thành và phát triển đô thị Huế. Các hồ-kênh này không những tạo cảnh quan cho Kinh thành Huế,

cung cấp nguồn nước cho sản xuất như nuôi cá, trồng trọt (rau muống, sen...), mà còn giữ nhiều chức năng quan trọng khác như: cân bằng môi trường sinh thái, tiêu thoát nước bên trong Kinh thành... Trong nhiều năm qua, nhiều chất thải (rắn và lỏng) không qua xử lý được thải bừa bãi vào các hồ-kênh, nhiều hồ bị bồi lấp, tắc nghẽn lối thông giữa các hồ với nhau và với kênh thoát Ngự Hà, nên môi trường các hồ đã xuống cấp nghiêm trọng và rất đáng lo ngại. Như đã biết, nếu đã xảy ra sự phú dưỡng các hồ, sự phú dưỡng sẽ ngày càng nghiêm trọng hơn, thúc đẩy thực vật nước (chủ yếu là tảo) phát triển mạnh, có thể làm cho các hồ trở thành các lưu vực “chết”. Cho đến nay, đã có một số nghiên cứu về chất lượng nước và ô nhiễm nước các hồ - kênh trong Kinh Thành Huế của một số tác giả như N. V. Hợp và cộng sự (1996) [4], N. V. Hợp, H. T. Long, P. K. Liệu (1999) [5], P. X. Thanh (2007)... Năm 2010, N. T. C. Yến [6] đã bước đầu nghiên cứu áp dụng mô hình Chỉ số dinh dưỡng để đánh giá tình trạng phú dưỡng các hồ, nhưng số hồ và thời gian khảo sát còn hạn chế.

Bài báo này tiếp tục đề cập đến các kết quả đánh giá chất lượng nước và áp dụng Chỉ số dinh dưỡng để đánh giá tình trạng phú dưỡng của các hồ nhằm cung cấp thêm cơ sở dữ liệu về môi trường hệ thống hồ-kênh trong Kinh thành Huế.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Chuẩn bị mẫu



Hình 1. Vị trí lấy mẫu tại các kênh – hồ Kinh thành Huế:

NH: kênh Ngự Hà, Đ: hồ Đoài, TB: hồ Tiên Bào, TT: hồ Tịnh Tâm, CM: hồ Cây Mung, KTN: Kim Thủy Ngoài, TM: hồ Tân Miếu, XT: hồ Xả Tắc, TH: hồ Thành Hoàng); các con số 1,2,...,41 chỉ thứ tự các hồ.

Tiến hành lấy mẫu ở kênh Ngự Hà và 8 hồ lựa chọn thuộc 4 phường khác nhau trong Kinh thành Huế (hình 1) trong thời gian tháng 3 – 7/2011 (6 đợt lấy mẫu, 1 đợt/tháng: 22/3, 11/5, 01/6 và 26/7/2011; riêng tháng 4 lấy mẫu 2 đợt vào ngày 05/4 và 26/4) với 11 mẫu/đợt (2 mẫu ở kênh Ngự Hà, 2 mẫu ở hồ Tịnh Tâm và 7 mẫu ở 7 hồ còn lại). Tại mỗi điểm lấy mẫu, tùy thuộc vào độ sâu của hồ-kênh, lấy mẫu ở độ sâu 20 - 30 cm (nếu độ sâu của hồ ≤ 50 cm); lấy mẫu tổ hợp (1 : 1) ở 2 độ sâu, 20 - 30 cm và 50 - 60 cm (nếu độ sâu của hồ khoảng 80 - 100 cm hoặc sâu hơn). Tại mỗi hồ-kênh, tiến hành lấy mẫu ở 2 điểm (cách bờ một khoảng cách thích hợp), rồi tổ hợp lại thành một mẫu theo tỷ lệ thể tích 1:1 và đem về phòng thí nghiệm để phân tích. Quy cách lấy mẫu và bảo quản mẫu tuân theo các quy định trong TCVN 5996-1995.

2.2. Phương pháp đo/phân tích các thông số chất lượng nước

Các phương pháp đo/phân tích các thông số chất lượng nước là các phương pháp tiêu chuẩn của Việt Nam và/hoặc quốc tế [3, 7]. Đối với các thông số đo tại hiện trường như nhiệt độ, pH, độ dẫn điện (EC), oxy hòa tan (DO) và độ trong (SD), tiến hành đo tại 2 điểm khác nhau trong hồ (điểm đo trùng với điểm lấy mẫu) và tại mỗi điểm, đo ở các độ sâu khác nhau tùy thuộc vào độ sâu của hồ để lấy giá trị trung bình. Các thông số phân tích trong phòng thí nghiệm bao gồm: chất rắn lơ lửng (SS), nhu cầu oxy hoá học (COD), tổng nitơ (TN), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), amoni (NH_4^+), tổng photpho (TP), photphat (PO_4^{3-}), tổng coliform (TC) và chlorophyll-a.

Chất lượng phương pháp phân tích các thông số NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ và PO_4^{3-} được kiểm tra (trước mỗi đợt phân tích) qua việc xác định độ lặp lại (khi phân tích một mẫu thực tế) và độ đúng của phương pháp (khi phân tích một mẫu thêm chuẩn – spiked sample). Kết quả cho thấy, các phương pháp đạt được độ lặp lại tốt với $\text{RSD} < 9\%$ ($n = 3$) và độ đúng tốt với độ thu hồi 96 – 99%.

2.3. Phương pháp đánh giá chất lượng nước và tình trạng phú dưỡng hồ-kênh

Chất lượng nước được đánh giá qua từng thông số riêng biệt bằng cách so sánh với Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08:2008/BTNMT.

Xác định yếu tố giới hạn đối với sự phú dưỡng hồ-kênh dựa vào tỷ số TN/TP theo chỉ dẫn của WHO (2002) [10].

Áp dụng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) 2 yếu tố để đánh giá tác động của yếu tố thời gian (tháng) và yếu tố không gian (hồ-kênh) đến chất lượng nước hồ-kênh khảo sát.

Đánh giá tình trạng phú dưỡng hồ-kênh dựa vào Chỉ số phú dưỡng do Carlson (1977) và Wollenweider (1998) đề xuất:

- Tính toán Chỉ số dinh dưỡng theo Carlson (TSI) [8]:

$$\text{TSI - P (TSI đối với photpho)} = 4,15 + 14,42 \cdot \ln C_{\text{TP}} \quad (1)$$

$$\text{TSI - Chl (TSI đối với chlorophyll-a)} = 30,6 + 9,81 \cdot \ln C_{\text{Chl-a}} \quad (2)$$

$$\text{TSI - SD (TSI đối với độ trong)} = 60 - 14,41 \cdot \ln \text{SD} \quad (3)$$

trong đó, $\ln C_{\text{TP}}$, $\ln C_{\text{Chl-a}}$ và $\ln \text{SD}$ tương ứng là logarit tự nhiên của nồng độ tổng photpho ($\mu\text{g/L}$), nồng độ chlorophyll-a ($\mu\text{g/L}$) và độ trong (m). Từ đó, tính toán Chỉ số TSI theo công thức (4):

$$\text{TSI} = (\text{TSI-P} + \text{TSI-Chl} + \text{TSI-SD})/3 \quad (4)$$

- Tính toán Chỉ số dinh dưỡng theo Wollenweider (TRIX) [9]:

$$\text{TRIX} = \frac{\lg(C_{\text{Chl-a}} \times |aD\%| \times C_{\text{DIN}} \times C_{\text{TP}}) + 1,5}{1,2} \quad (5)$$

trong đó, \lg là logarit thập phân, $C_{\text{Chl-a}}$ và C_{TP} như ở (1) và (2); $|aD\%|$ là trị tuyệt đối của độ lệch giữa nồng độ oxy hòa tan đo được so với nồng độ oxy hòa tan bão hòa ở nhiệt độ xác định; C_{DIN} là nồng độ các dạng nitơ vô cơ hòa tan:

$$C_{\text{DIN}} (\mu\text{g/L}) = C_{\text{N-NO}_3^-} + C_{\text{N-NO}_2^-} + C_{\text{N-NH}_4^+} \quad (6)$$

Trạng thái phú dưỡng của hồ được xác định dựa vào thang đánh giá mức dinh dưỡng theo chỉ số TSI [8] và TRIX [9].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá chất lượng nước hồ-kênh dựa vào các thông số riêng biệt

Ngoại trừ thông số pH và NO_3^- , các thông số SS, DO, COD, amoni, NO_2^- , PO_4^{3-} và tổng coliform (TC) đối với hầu hết các hồ-kênh trong các đợt khảo sát, nói chung, chỉ thỏa mãn loại B1 theo QCVN 08:2008/BTNMT, tức là chất lượng nước chỉ thỏa mãn cho mục đích tưới tiêu thủy lợi và các mục đích khác có yêu cầu chất lượng nước tương đương. Trong nhiều trường hợp, các thông số đó không thỏa mãn loại B1 mà chỉ thỏa mãn loại B2 và thậm chí không thỏa mãn cả loại B2 – loại có chất lượng nước thấp hơn loại B1. Những lo lắng đối với chất lượng nước các hồ-kênh bao gồm:

- *Sự ô nhiễm hữu cơ*: Nồng độ COD trong các hồ-kênh khá lớn, dao động trong khoảng 10 - 58 mg/L; COD trung bình theo thời gian (tháng) là 23 - 31 mg/L và theo không gian (hồ - kênh) là 18 - 38 mg/L. So sánh với QCVN 08:2008/BTNMT, chỉ 60,6% (40/66) mẫu nước có giá trị COD thỏa mãn loại B1 (tức là COD trung bình $\pm \varepsilon \leq 30$ mg/L; ε (biên giới tin cậy 95%) = $t_{0,95;5} \times S / \sqrt{n}$); 31,8% (21/66) mẫu nước chỉ thỏa mãn loại B2 (tức là COD trung bình $\pm \varepsilon \leq 50$ mg/L) và 4,5% (3/66) mẫu nước có giá trị COD không đạt loại B2. Nồng độ COD cao dẫn đến DO ở một số hồ và kênh Ngự Hà khá thấp (DO trung bình theo thời gian là 3,3 – 7,0 mg/L và theo không gian là 3,4 – 6,4 mg/L). Trên cơ sở áp dụng phương pháp ANOVA 2 yếu tố cho thông số COD,

đã xác định được 2 nhóm hồ có mức ô nhiễm hữu cơ khác nhau: nhóm 1 gồm các hồ Đ, TB, TT, KTN, XT và TH có cùng mức ô nhiễm hữu cơ ($p > 0,05$) và nhóm 2 gồm hồ CM, TM và kênh Ngự Hà có cùng mức ô nhiễm hữu cơ, nhưng cao hơn so với các hồ nhóm 1 ($p < 0,05$). Trong mùa khô năm 2010, khi nghiên cứu các hồ Kim Thủy Ngoài, Thái Dịch, Tịnh Tâm, Học Hải, Tân Miếu, Xã Tắc, Hữu Bảo, Vương (trong đó, có 4 hồ trùng với các hồ khảo sát của nghiên cứu này), tác giả N. T. C. Yên [6] cũng cho rằng, COD các hồ biến động mạnh trong khoảng 14 – 43 mg/L và hầu hết chỉ thỏa mãn loại B2 và thậm chí không đạt loại B2.

- *Sự ô nhiễm các chất dinh dưỡng:*

- Nồng độ $N-NO_2^-$ trong nước các hồ-kênh dao động trong khoảng rộng 0,01 - 0,21 mg/L và thường cao ở kênh Ngự Hà (NH1 và NH2), hồ Cây Mung (CM). So sánh với QCVN 08:2008/BTNMT: 66,7% (44/66) số mẫu có nồng độ $N-NO_2^-$ chỉ thỏa mãn loại B2 và đến 30,3% (20/66) số mẫu không thỏa mãn loại B2 (tức là nồng độ $N-NO_2^- \pm \varepsilon > 0,05$ mg/L). Song, theo N. T. C. Yên [6], trong năm 2010, 8 hồ được khảo sát nói trên đều có nồng độ $N-NO_2^-$ thỏa mãn loại A1 hoặc loại B1 (nồng độ $N-NO_2^- \leq 0,04$ mg/L). Như vậy có thể thấy rằng, nồng độ $N-NO_2^-$ trong các hồ biến động khá mạnh.

- Nồng độ $N-NH_4^+$ dao động trong khoảng rộng 0,02 - 3,86 mg/L, trung bình theo thời gian khoảng 0,10 - 1,25 mg/L và theo không gian khoảng 0,06 - 2,17 mg/L. Nhận xét này cũng gần tương tự như nhận xét của tác giả ở [6] cho rằng, trong mùa khô năm 2010, $N-NH_4^+$ của các hồ khá cao và dao động trong khoảng 0,01 - 3,50 mg/L. So sánh với QCVN 08:2008/BTNMT, trong nghiên cứu này, chỉ nồng độ $N-NH_4^+$ trung bình ở hồ Tịnh Tâm (vị trí TT2) và hồ XT thỏa mãn loại B1 (tức là $C_{N-NH_4^+}$ trung bình $\pm \varepsilon \leq 0,5$ mg/L), còn tất cả các hồ còn lại đều có nồng độ $N-NH_4^+$ không thỏa mãn loại B1, riêng hồ Cây Mung (CM) và kênh Ngự Hà (NH1 và NH2) luôn có nồng độ $N-NH_4^+$ khá cao và không thỏa mãn loại B2 (nồng độ $N-NH_4^+ \leq 1$ mg/L).

- Nồng độ $P-PO_4^{3-}$ khá cao và dao động trong khoảng rộng 0,03 - 2,21 mg/L, trung bình theo thời gian khoảng 0,25 - 0,54 mg/L và theo không gian khoảng 0,07 - 1,63 mg/L.

Nồng độ cao của các chất dinh dưỡng nói trên đã dẫn đến nồng độ TN và TP trong các mẫu nước khảo sát cũng khá cao, tương ứng khoảng 0,55 - 4,86 mg/L và 0,04 - 2,97 mg/L. Áp dụng phương pháp ANOVA 2 yếu tố cho TN, đã xác định được 3 nhóm hồ-kênh có mức ô nhiễm TN khác nhau và tăng dần theo thứ tự: nhóm 1 (hồ Đ, TB, TT, TM, XT, TH), nhóm 2 (hồ KTN và kênh Ngự Hà – vị trí NH1) và nhóm 3 (hồ CM và kênh Ngự Hà – vị trí NH2). Rõ ràng, mức ô nhiễm các chất dinh dưỡng trong hồ-kênh khảo sát là đáng lo ngại.

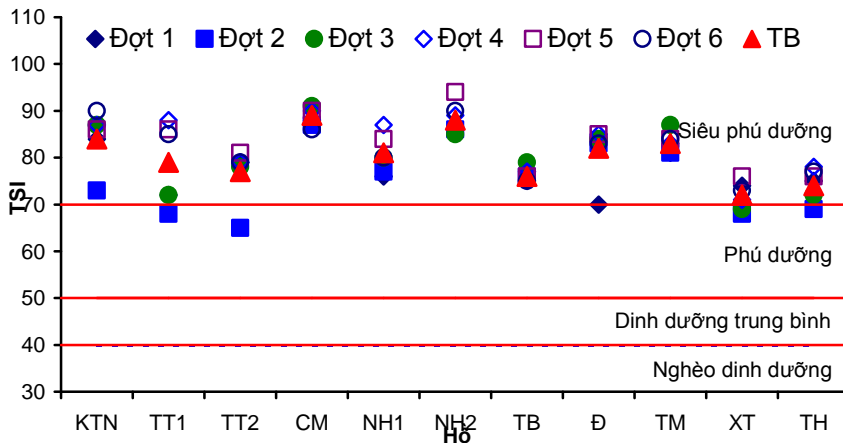
Ngoài sự ô nhiễm hữu cơ và các chất dinh dưỡng, ô nhiễm vi khuẩn phân và các chất rắn lơ lửng trong hồ-kênh cũng đáng kể. Tổng coliform (TC) ở các hồ dao động trong khoảng rộng, từ 28 đến lớn hơn 1.100.000 MPN/100 mL; 72,7% (16/22) số mẫu có

TC thỏa mãn loại B1 của QCVN 08:2008/BTNMT ($TC \leq 7.500$ MPN/100 mL) và 27,3% (6/22) số mẫu có TC không đạt loại B2 ($TC \leq 10.000$ MPN/100 mL). Nồng độ chất rắn lơ lửng (SS) khá cao và biến động trong khoảng 10 - 67 mg/L.

3.2. Đánh giá tình trạng phú dưỡng hồ-kênh

3.2.1. Đánh giá tình trạng phú dưỡng dựa vào Chỉ số dinh dưỡng

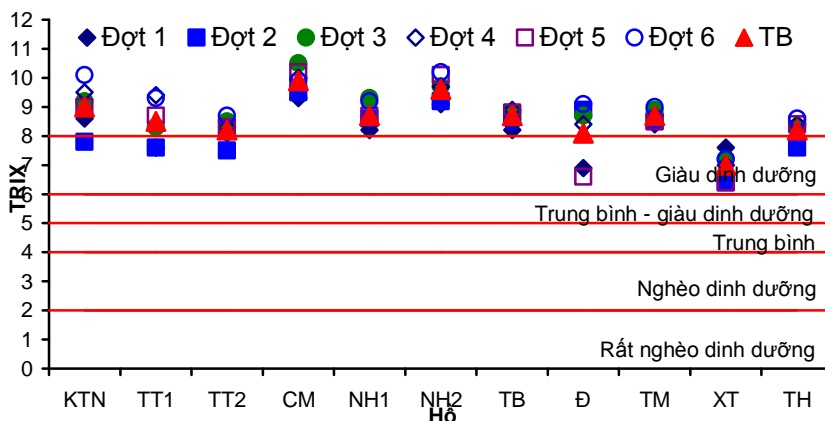
3.2.1.1. Chỉ số dinh dưỡng Carlson (TSI)



Hình 2. Chỉ số dinh dưỡng Carlson (TSI) của các hồ - kênh (3 - 7/2011)

Các kết quả tính toán TSI từ 3 thông số (TP, Chl-a và SD) theo các phương trình (1), (2), (3) và (4) ở hình 2 cho thấy, mức phú dưỡng của các hồ-kênh khảo sát đang ở mức nghiêm trọng: TSI của hầu hết các hồ-kênh (61/66 giá trị - chiếm 92,4 %) đều ở mức siêu phú dưỡng ($TSI > 70$); TSI trung bình của mỗi hồ theo thời gian (tháng) khoảng 72 – 89. Hồ Cây Mung (CM) và kênh Ngự Hà – vị trí NH2 có TSI cao nhất, hay nói cách khác, đang bị phú dưỡng nghiêm trọng nhất.

3.2.1.2. Chỉ số dinh dưỡng Wollenweider (TRIX)



Hình 3. Chỉ số dinh dưỡng Wollenweider (TRIX) của các hồ-kênh (3 - 7/2011)

Kết quả tính toán TRIX từ 4 thông số (TP, Chl-a, DIN và aD%) theo công thức (5) cho thấy: TRIX của các hồ rất cao, dao động trong khoảng 6,4 - 10,5 (hình 3), trung bình theo không gian (hồ-kênh) khoảng 7,0 - 9,9, tức là tất cả các hồ-kênh khảo sát đều ở mức quá giàu dinh dưỡng hay siêu phú dưỡng. Tương tự như đối với TSI, các giá trị TRIX trung bình của hồ Cây Mung (CM) và kênh Ngự Hà – vị trí NH2 là cao nhất. Khi nghiên cứu đánh giá mức phú dưỡng các hồ trong mùa khô năm 2010, tác giả ở [6] cũng cho nhận xét tương tự.

3.2.1.3. Tương quan giữa Chỉ số dinh dưỡng và thông số TN, TP

Nếu giữa Chỉ số dinh dưỡng (TSI, TRIX) và TN, TP có tương quan tuyến tính với nhau, sẽ xác định được TSI, TRIX khi biết TN hoặc TP và như vậy, việc xác định các Chỉ số dinh dưỡng đó trở nên đơn giản hơn. Xem xét tương quan tuyến tính giữa các biến khảo sát dựa vào hệ số tương quan (R) cho thấy:

- Đối với hồ - kênh riêng lẻ:

Giữa TSI và TN của hồ KTN và kênh NH – vị trí NH1 có tương quan với R tương ứng là 0,79 và 0,95 ($n = 6$; $p < 0,05$); nhưng đối với các hồ còn lại, không có tương quan hoặc tương quan không chặt với $R < 0,5$ ($p > 0,05$); giữa TRIX và TN của hồ KTN và TH cũng có tương quan với R tương ứng là 0,75 và 0,70 ($p < 0,05$), nhưng đối với các hồ khác $R < 0,3$;

Giữa TSI và TP đối với các hồ KTN, TT1, NH1, XT và TH, có tương quan với $R = 0,7 - 0,8$ ($p < 0,05$), nhưng đối với các hồ khác, $R < 0,4$; giữa TRIX và TP đối với hồ KTN, TT1 và kênh Ngự Hà – vị trí NH2 có tương quan với R tương ứng là 0,92, 0,70 và 0,72 ($p < 0,05$), nhưng đối với các hồ khác, $R < 0,5$. Như vậy, có thể cho rằng, đối với đa số các hồ khảo sát, không tìm được tương quan giữa TSI, TRIX và TN, TP, trừ một vài trường hợp riêng biệt như hồ KTN và kênh NH.

- Đối với tất cả các hồ-kênh khảo sát, nếu xem xét tương quan từ tất cả các số liệu thu được, cho thấy: giữa TSI và TN, TP và giữa TRIX và TN, TP không có tương quan hoặc tương quan không chặt với $R = 0,3 - 0,5$ ($n = 66$; $p > 0,05$).

Các kết quả trên cho phép nhận xét rằng, đối với đa số các hồ-kênh khảo sát, để đánh giá mức phú dưỡng qua Chỉ số dinh dưỡng, không thể chỉ xác định TN, TP rồi suy ra TSI, TRIX mà bắt buộc phải xác định các chỉ số đó theo quy định.

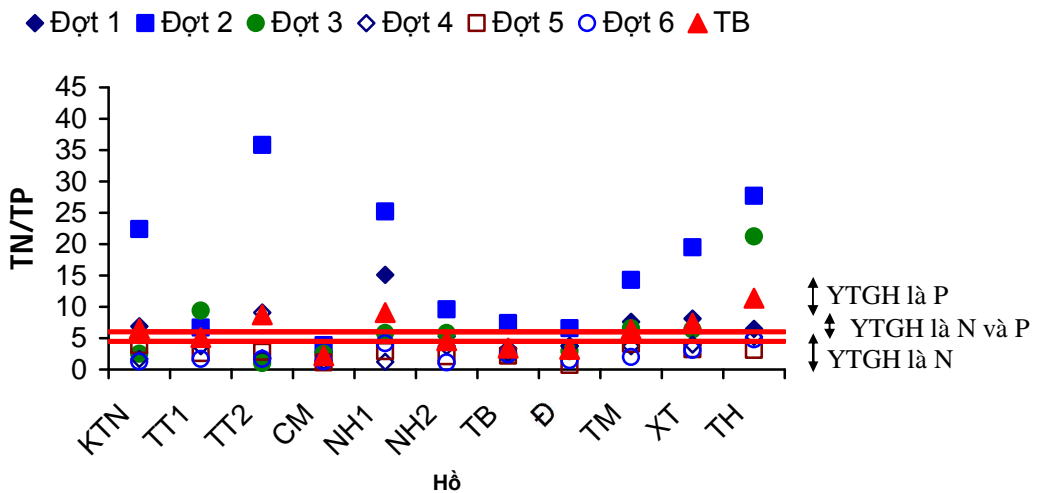
3.2.1.4. Tương quan giữa 2 chỉ số TSI và TRIX

Từ các số liệu TSI và TRIX đối với các hồ-kênh khảo sát ($n = 66$), đã thấy rằng, giữa chỉ số TRIX (y) và TSI (x) có tương quan tuyến tính với $R = 0,63$ ($p < 0,05$) theo phương trình hồi quy tuyến tính: $TRIX = 0,11 \times TSI$. Ở đây, chấp nhận rằng, TRIX mắc sai số lớn hơn so với TSI do nó được tính toán từ nhiều thông số hơn. Như vậy, nếu biết TSI, có thể ước lượng được TRIX từ phương trình trên hay nói cách khác, khi đánh giá mức phú dưỡng các hồ-kênh, có thể áp dụng một trong hai chỉ số TRIX hoặc TSI. Song

có thể thấy rằng, chỉ số TRIX có tính đến nhiều thông số hơn, nên tính đại diện sẽ cao hơn khi phản ánh tình trạng phú dưỡng các nguồn nước, nhưng chỉ số TSI lại được tính toán đơn giản hơn và nhanh hơn.

3.2.2. Yếu tố giới hạn sự phú dưỡng

Nguyên nhân chính gây ra sự phú dưỡng là do hàm lượng các chất dinh dưỡng (chủ yếu là nitơ và photpho) trong nước cao. Tùy thuộc vào nguồn nước mà N và/hoặc P là yếu tố quyết định sự phú dưỡng hay còn được gọi là “yếu tố giới hạn” (YTGH) sự phú dưỡng. Theo WHO [10], YTGH sự phú dưỡng của một nguồn nước (nước ngọt, nước vùng cửa sông và nước biển ven bờ) được xác định dựa vào tỉ số tổng nitơ/tổng photpho (TN/TP) trong nguồn nước đó. Tỉ số TN/TP trong nước các hồ-kênh thu được ở hình 4 cho thấy:



Hình 4. Biến động TN/TP theo không gian và thời gian (3 - 7/2011)

- Tỉ số TN/TP trong nước các hồ khảo sát dao động trong khoảng 1,0 - 35,8 (trung bình theo thời gian khoảng 3,6 - 16,3 và trung bình theo không gian khoảng 2,6 - 15,1).

- 31,8% (21/66) tỉ số TN/TP ≥ 6 , tức P là YTGH sự phú dưỡng các hồ-kênh và chủ yếu tập trung vào đầu mùa khô (tháng 3 và 4);

- 60,6% (40/66) trường hợp có TN/TP $\leq 4,5$ tức N là yếu tố giới hạn sự phú dưỡng và chủ yếu tập trung vào các tháng 5, 6, 7 (giữa và gần cuối mùa khô). Chỉ 7,6% (5/66) trường hợp là cả N và P là YTGH sự phú dưỡng (do TN/TP = 4,5 - 6). Khi khảo sát các hồ vào năm 2010, N. T. C. Yên [6] cũng cho rằng, vào tháng 5 và 6, N là YTGH sự phú dưỡng.

4. Kết luận

Những lo lắng đối với chất lượng nước các hồ và kênh Ngự Hà trong Kinh thành

Huế là sự ô nhiễm hữu cơ, ô nhiễm các chất dinh dưỡng và vi khuẩn phân. Sự phú dưỡng các nguồn nước đó đang ở mức nghiêm trọng. Rõ ràng, cấp bách phải có các giải pháp phù hợp để kiểm soát ô nhiễm các hồ và kênh Ngự Hà để góp phần bảo vệ hệ thống nước mặt của quần thể di tích Cố đô Huế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đức Anh Sơn, Vũ Hữu Minh, *Hồ trong Kinh Thành Huế*, Tạp chí Thông tin Khoa học và Công nghệ, Số 2, Ban Khoa học và Kỹ thuật Thừa Thiên Huế, (1993), 11 – 20.
2. Trần Đức Anh Sơn, *Hệ thống thủy đạo Kinh Thành Huế trước đây, bây giờ và mấy điều kiến nghị*, Tạp chí Sông Hương, Huế, 2008.
3. Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Trung tâm Tiêu chuẩn Chất lượng, *Các tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam về Môi Trường*, Tập 3,4: *Chất lượng nước*, Hà Nội, 2002.
4. Nguyễn Văn Hợp, Nguyễn Xuân Khoa, Nguyễn Hoàng Lộc, *Điều tra đánh giá chất lượng nước ở một số vùng trọng điểm thuộc thành phố Huế và vùng phụ cận*, Báo cáo chuyên đề khoa học thuộc đề tài “*Điều tra, đánh giá hiện trạng môi trường đô thị và vùng phụ cận và xây dựng biện pháp phòng chống ô nhiễm thành phố có quần thể di tích văn hóa thế giới*”, Sở Khoa học - Công nghệ - Môi trường Thừa Thiên Huế, 1996.
5. Nguyễn Văn Hợp, Hoàng Thái Long, Phạm Khắc Liệu, *Đánh giá tải lượng chất thải đổ vào hồ và khả năng loại trừ các chất dinh dưỡng (N, P) của các hồ trong Kinh Thành Huế*, Thông tin khoa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, tập 1 (11), (1999), 134 – 139.
6. Nguyễn Thị Cẩm Yên, *Đánh giá tình trạng dinh dưỡng và đề xuất giải pháp kiểm soát phú dưỡng của nước hồ trong Kinh Thành Huế*, Luận văn Thạc sĩ Khoa học Môi trường và Bảo vệ Môi Trường, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, 2010.
7. APHA, AWWA, WEF, *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th edition, Washington DC, USA, 1999.
8. Carlson, R.E. and J. Simpson, *A coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods*, North American Lake Management Society, No. 1, (1996), 96.
9. Vascetta M., Kauppila P., Furman E., *Indicating eutrophication for sustainability considerations by the trophic index TRIX*, Finnish Environment Institute (SYKE), 2004.
10. World Health Organization, European Commission, *Eutrophication and health*, Office for Official Publication of the European Communities, Luxembourg, 2002.

WATER QUALITY AND EUTROPHIC STATUS OF THE LAKES IN HUE CITADEL

*Nguyen Van Hop, Pham Nguyen Anh Thi, Nguyen Huu Hoang,
Vo Thi Bich Van, Thuy Chau To
College of Sciences, Hue University*

Abstract. Eight lakes and canal Ngu Ha in Hue citadel were selected for sampling and analysing water quality parameters (temperature, pH, SS, EC, DO, COD, amoni, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , TN, TP, chlorophyll- a and total coliform) during the period from March to July 2011. The obtained results indicated that the waters surveyed were polluted by organic matters: temporal (month) average COD of 23 - 31 mg/L and spatial (lake-canal) average COD of 18 - 38 mg/L, which did not meet Vietnam surface water quality requirements of class B1 (according to QCVN08:2008/BTNMT); the lakes-canal could be divided into Group 1 including lakes Doai (D), Tien Bao (TB), Tinh Tam (TT), external Kim Thuy (KTN), Xa Tac (XT), Thanh Hoang (TH) with the same level of organic pollution ($p > 0,05$) and Group 2 consisting of lakes Cay Mung (CM), Tan Mieu (TM), canal Ngu Ha (NH) with the organic pollution level higher than that of Group 1 ($p < 0,05$); nutrient pollution was also found: N- NO_2^- concentrations ranged from 0,01 to 0,21 mg/L and did not meet the requirement of class B2; N-amoni concentrations were from 0,02 to 3,86 mg/L and most of them did not meet class B1, even class B2; P- PO_4^{3-} concentrations ranged from 0,03 to 2,21 mg/L; TN and TP concentrations were 0,55 – 4,86 mg/L and 0,04 – 2,97 mg/L, respectively; the lakes-canal could be divided into three groups with increasingly TN pollution level: Group 1 (lakes D, TB, TT, TM, XT, TH), Group 2 (lake KTN and canal NH – sampling site NH1) and Group 3 (lake CM and canal NH – sampling site NH2). Most of the lakes/canals studied were at hyper-eutrophic level based on Carlson Trophic Index (TSI) and Wollenweider Trophic Index (TRIX). For most of the lakes/canals, in the beginning of the dry season (March and April), P was the limit factor for eutrophication, but in the middle and the end of the dry season (May, June and July), N was the limit factor. There was the linear correlation between the TSI and TRIX with the correlation coefficient $R = 0,63$ ($p < 0,05$).