

Bài báo khoa học

## Đánh giá hiệu quả cải thiện chất lượng nước nhờ tầng thấm lọc ven sông

Nguyễn Trung Hiếu<sup>1</sup>, Đoàn Thu Hà<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy lợi; trunghieu.ma@hotmail.com; thuha\_ctn@tlu.edu.vn

\*Tác giả liên hệ: thuha\_ctn@tlu.edu.vn; Tel.: +84-948172299

Ban Biên tập nhận bài: 13/2/2022; Ngày phản biện xong: 20/4/2022; Ngày đăng bài: 25/4/2022

**Tóm tắt:** Các giếng ven sông tại có vị trí phù hợp có thể thu được lượng nước thấm từ sông và một phần nước dưới đất. Nghiên cứu được thực hiện tại bãi giếng thử nghiệm khai thác nước thấm từ sông tại Tân Trường, Cẩm Giàng, Hải Dương, nhằm đánh giá và chứng minh khả năng cải thiện chất lượng nước nhờ tầng thấm lọc ven sông. Các mẫu nước đã được phân tích chất lượng nước, đánh giá sự thay đổi thành phần các chất giữa nước sông và nước thấm với các khoảng cách từ sông khác nhau. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng COD trong nước thấm tại vị trí khoan nghiên cứu cách bờ sông 11 m giảm tới 86% so với nước sông,  $\text{NH}_4^+$  giảm 81%. Kết quả nghiên cứu đã chứng minh tầng lọc thêm sông giúp làm giảm các ô nhiễm như  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , COD. Nước thấm từ sông hứa hẹn một giải pháp nguồn nước phù hợp trong tình hình nguồn nước mặt ngày càng ô nhiễm và cạn kiệt hiện nay.

**Từ khóa:** Nước thấm từ sông; Lưu lượng nước thấm; Chất lượng nước thấm; Hiệu quả xử lý chất ô nhiễm.

### 1. Đặt vấn đề

Nhiều nguồn nước mặt tại Việt Nam hiện đang bị ô nhiễm bởi nước thải sinh hoạt và sản xuất, chứa chất dinh dưỡng, hữu cơ và vi sinh cao, là nguy cơ gây bệnh ảnh hưởng sức khỏe con người, đòi hỏi phải có các biện pháp xử lý phù hợp đảm bảo chất lượng nước đạt tiêu chuẩn trước khi cấp cho người sử dụng. Nước mặt thường có chất lượng, lưu lượng và mực nước không ổn định và thay đổi theo mùa, khó khăn trong khai thác và xử lý nước. Nước ngầm nhìn chung có chất lượng tốt hơn so với nước mặt, tuy nhiên nước ngầm thường có hàm lượng sắt và mangan cao. Ở một số vùng, nước ngầm có chứa hữu cơ, amoni và thậm chí là asen cao. Trong những năm gần đây, nước ngầm đã bị khai thác quá mức tại một số khu vực, làm sụt giảm tầng chứa nước, giảm chất lượng nước và gây hiện tượng sụt lún, chẳng hạn như ở Hà Nội, TP Hồ Chí Minh, Đồng bằng sông Cửu Long v.v... Hiện nay, rất nhiều địa phương trong cả nước đã ngừng hoặc hạn chế khai thác nước ngầm. Trước vấn đề khan hiếm và ô nhiễm nguồn nước, các nghiên cứu về các giải pháp nguồn nước khác ngoài nguồn nước mặt, nước ngầm thông thường là rất cần thiết.

Nước thấm từ sông (RBF) là công nghệ khai thác nước sử dụng nguồn nước thấm từ nước sông thông qua tầng thấm lọc gồm cát lọc, sỏi lọc sát bờ sông, thêm sông, tạo hiệu quả cho việc khai thác nước với lưu lượng lớn và chất lượng nước cao [1]. Bằng cách sử dụng các giếng ven sông, giếng thấm từ sông kết hợp được hai lợi thế chính là: dễ dàng thu được lượng nước mặt lớn do bổ cập trực tiếp từ sông và có chất lượng nước tốt do được lọc tự nhiên qua các tầng đất đá trong quá trình thấm từ sông vào giếng. Khi khai thác nước từ các giếng, dòng nước mặt thấm lọc chảy xuống dưới mặt đất để bổ cập nước vào các giếng khai thác, trong khi các lớp cát, sỏi trong tầng thấm bờ sông đóng vai trò là bộ lọc tự nhiên loại

bỏ cặn và nhiều chất ô nhiễm, cho chất lượng nước tốt hơn [1–2]. Nồng độ chất ô nhiễm trong nước giảm thông qua các quá trình vật lý, hóa học và sinh học diễn ra giữa nước mặt, nước dưới đất và chất nền [3].

Mức ô nhiễm giảm nhờ vào các quá trình lọc vật lý, phân hủy vi sinh vật, trao đổi ion, kết tủa, hấp thụ và pha loãng [4]. Ngoài ra, còn các yếu tố khác trong công nghệ xử lý này, bao gồm: chất lượng nước sông và nước dưới đất, độ xốp của môi trường, thời gian lưu giữ nước trong tầng chứa nước, nhiệt độ, độ pH của nước và nồng độ oxy hoà tan trong nước [5].

Nhiều nghiên cứu về khai thác nước thấm từ sông đã được thực hiện bởi các chuyên gia, chứng minh hiệu quả của việc khai thác nước sông, sử dụng tầng thấm lọc ven sông, cho phép khai thác một lượng lớn với quy mô tập trung, chất lượng nước tốt, ổn định, chi phí khai thác và xử lý thấp [6–8].

Trong nghiên cứu về “Giảm thiểu ô nhiễm nước ngầm nhờ vào giải pháp nước thấm từ sông” [9], đã chứng minh: Ngoài việc loại bỏ chất ô nhiễm (các hạt, vi sinh vật, các hợp chất hữu cơ và vô cơ, v.v...), công nghệ RBF còn có hai ưu điểm: dòng chảy đi qua tầng chứa nước đóng vai trò như một rào chắn các nồng độ đỉnh mà có thể dẫn đến sự cố tràn các chất ô nhiễm, và điều hòa sự biến đổi nhiệt độ trong nước sông. Sự biến đổi nhiệt độ thấp nhất giúp cải thiện chất lượng nước và tiếp tục xử lý nước thấm.

Các yếu tố như thủy văn sông, điều kiện địa chất thủy văn (ví dụ: độ dày tầng chứa nước và độ dẫn thủy lực) đã được nghiên cứu, xác định khả năng khai thác của giếng và thời gian di chuyển của nước thấm và khoảng cách giữa sông và giếng [10].

Hiện nay ở Việt Nam chưa có các nghiên cứu cụ thể về công nghệ RBF, nhằm đánh giá hiệu quả, tiềm năng và khả năng áp dụng công nghệ RBF phục vụ cấp nước, đặc biệt là các nghiên cứu liên quan đến sự biến đổi chất lượng nước nhờ tầng thấm lọc ven sông.

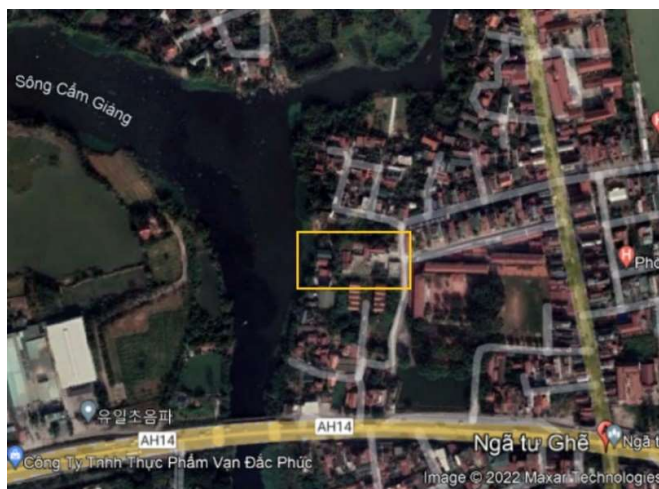
Trong phạm vi bài báo này, tác giả tập trung nghiên cứu đánh giá hiệu quả tự làm sạch nhờ tầng thấm lọc ven sông. Khu vực nghiên cứu thuộc Thôn Trảng Kỹ, Xã Tân Trường, huyện Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương, bên bờ sông Cẩm Giàng. Địa điểm nghiên cứu đáp ứng được các tiêu chí lựa chọn: Có tầng thấm ven sông, mực nước sông thường lớn hơn so với mực nước ngầm, có thể khai thác tốt được nước thấm trực tiếp từ sông; sông Cẩm Giàng bị ô nhiễm với hàm lượng hữu cơ và dinh dưỡng cao hơn tiêu chuẩn cho phép, yêu cầu chi phí xử lý cao nếu khai thác trực tiếp; có đủ diện tích bố trí bãi giếng thí nghiệm; có cơ sở hạ tầng thuận tiện phục vụ cho nghiên cứu.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu

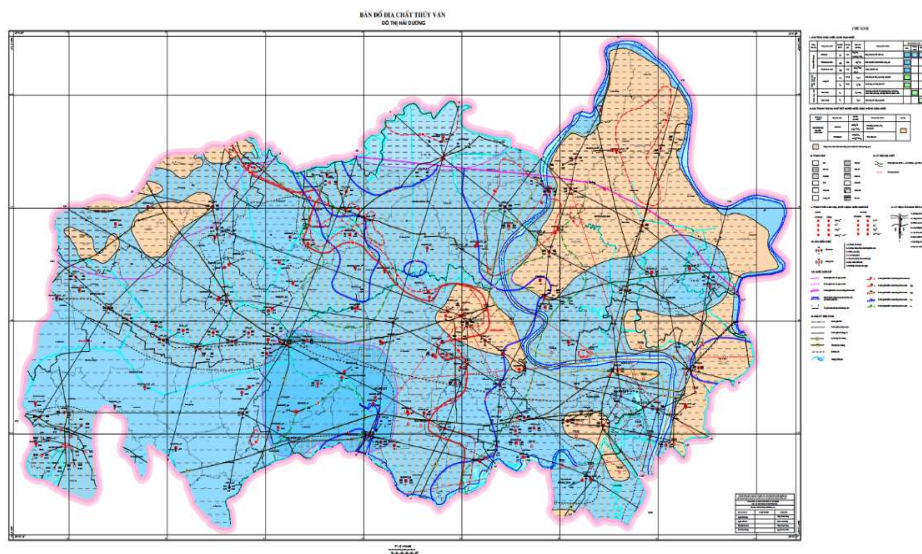
### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Sông Cẩm Giàng là một sông trong hệ thống sông nhánh, nối sông Thái Bình với sông Bắc Hưng Hải. Do ảnh hưởng bởi nước thải sinh hoạt và sản xuất không được xử lý triệt để, đổ ra sông tại một số vị trí dọc sông Bắc Hưng Hải. Hệ thống sông Bắc Hưng Hải, bao gồm các sông: Cẩm Giàng, Sắt, Cừ An, Đình Đào, Cầu Xe, Tứ Kỳ có các thông số  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  vượt quy chuẩn cho phép từ 1,06–9,72 lần; COD (1,13–2,43 lần);  $\text{NO}_2^--\text{N}$  (vượt từ 1,04–21,5 lần) [11–12]. Vị trí triển khai công trình nghiên cứu bên bờ sông Cẩm Giàng thuộc khuôn viên của Trạm cấp nước Ghẽ, Thôn Trảng Kỹ, thuộc Công ty CP Cấp nước Hải Dương. Trạm cấp nước Ghẽ được xây dựng với mục tiêu khai thác và xử lý nước mặt sông Cẩm Giàng cấp nước cho dân cư trong vùng, tuy nhiên, do điều kiện chất lượng nước sông Cẩm Giàng kém, trạm xử lý nước đã phải ngừng hoạt động. Nước cung cấp cho dân cư và công nghiệp trong khu vực hiện đang được chuyển từ thành phố Hải Dương về.

Mặt cắt địa chất thủy văn khu vực Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương được phân thành 3 tầng chứa nước lỗ hổng bao gồm tầng chứa nước Holocen (qh) và tầng chứa nước Pleistocen trên (qp2) và tầng chứa nước Pleistocen dưới (qp1) (Hình 4).



**Hình 1.** Vị trí nghiên cứu RBF Thôn Tràng Kỹ, xã Tân Trường, Cẩm Giàng, Hải Dương.



**Hình 2.** Bản đồ địa chất thủy văn đô thị Hải Dương.

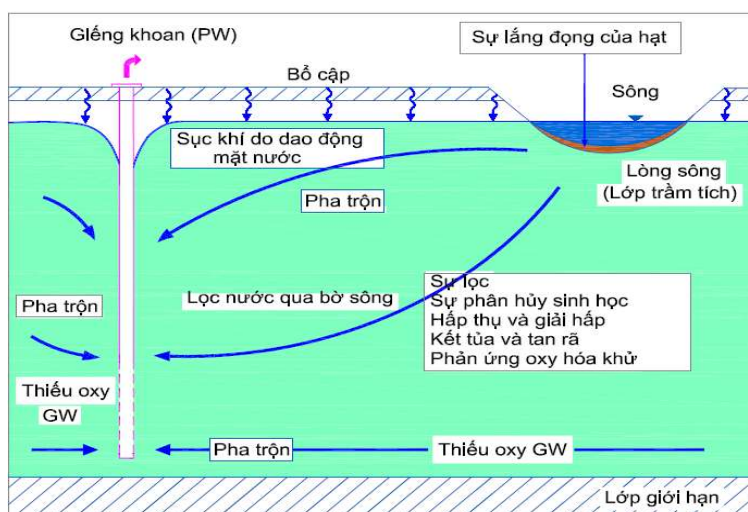
Đặc điểm tầng chứa nước qh: Các tầng chứa nước qh tại khu vực ven sông Cẩm Giàng, bao gồm các trầm tích sông hệ tầng Thái Bình (aQ23tb) và trầm tích sông–biển–đầm lầy hệ tầng Hải Hưng (ambQ21–2 hh1), phân bố rộng khắp trên khu vực nghiên cứu. Chiều dày tầng chứa nước lớn nhất gặp tại LK Ford (30 m), LKTD30 (> 17 m); nhỏ nhất tại LK 58–14 (0,5 m); LK CHD4–A gặp mái tầng chứa nước qh ở độ sâu 2,9 m, bề dày 10,6 m cắt trực tiếp vào sông Cẩm Giàng. Chiều dày trung bình toàn vùng là 8,75 m. Thành phần thạch học gồm chủ yếu là cát các loại, cát pha, cát màu xám, xám đen cấu tạo mềm bở.

Sông Cẩm Giàng là con sông nhỏ trong hệ thống sông nối giữa sông Thái Bình và sông Bắc Hưng Hải. Mặc dù vẫn duy trì dòng chảy ổn định, nhưng do chảy qua nhiều khu dân cư và các khu vực phát triển công nghiệp, làng nghề nên nước sông Cẩm Giàng bị ô nhiễm nhiều. Nhiễm bẩn nước sông Cẩm Giàng chủ yếu là nhiễm bẩn hữu cơ do chất thải sinh hoạt và làng nghề. Trong đó các chỉ số BOD, COD,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2$ , Ecoli, Coliform cao gấp nhiều lần QCVN 08:2008. Tuy nhiên, hiện tại sông Cẩm Giàng vẫn là nguồn nước quan trọng cung cấp nước cho dân sinh, kinh tế của khu vực.

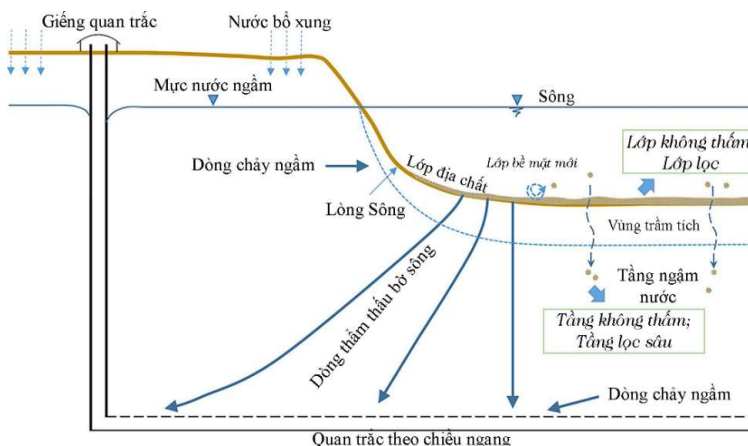
Kết quả nghiên cứu ban đầu về khả năng khai thác nước ngầm từ sông cho thấy cho thấy tại khu vực nghiên cứu, nước sông Cẩm Giàng có quan hệ trực tiếp với tầng chứa nước qh.

## 2.2. Cơ sở lý thuyết và thực tiễn

Khi bơm nước từ giếng, nước mặt được bổ cập vào tầng chứa nước, chảy về giếng. Trầm tích đáy sông, lớp đất đá thêm sông đóng vai trò là bộ lọc tự nhiên loại bỏ nhiều chất ô nhiễm cho chất lượng nước thô tốt hơn [1, 2, 13]. Quá trình khai thác nước thấm, nước vào giếng sẽ bao gồm nước mặt và nước ngầm tự nhiên sẵn có trong tầng chứa nước. Nước ngầm tự nhiên khai thác từ hệ thống RBF có chất lượng tốt hơn so với nước ngầm tự nhiên khai thác thông thường, do đã có hiện tượng pha trộn nước mặt và nước ngầm, xảy ra các quá trình phản ứng làm suy giảm các chất ô nhiễm như các quá trình oxy hóa khử, ví dụ thông qua quá trình suy giảm [5] và thay đổi các điều kiện oxy hóa khử [9, 14] (Hình 3).



Hình 3. Tổng hợp các quy trình loại bỏ các chất ô nhiễm trong quá trình RBF.



Hình 4. Hệ thống RBF nằm ngang [9].

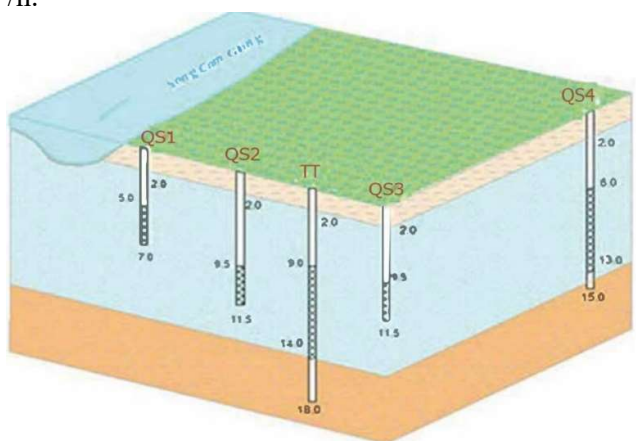
Có 04 quá trình liên quan đến công nghệ RBF, gồm: thủy động lực, hóa học, sinh học, và hóa lý [15]. Quá trình thủy động lực bao gồm vận chuyển đối lưu–phân tán, và pha loãng. Tầng chứa nước hoạt động như bộ lọc các hợp chất ô nhiễm có thể có trên sông. Ngoài những biến đổi về chất lượng nước sông, quá trình pha loãng xảy ra khi nước sông trộn lẫn với nước ngầm, thường có chất lượng tốt hơn, tiếp tục giúp cải thiện chất lượng nước thấm [7]. Các quá trình cơ học quan trọng nhất để cải thiện chất lượng nước bao gồm quá trình lọc tự nhiên các hạt mịn, chất hữu cơ dạng hạt và các mầm bệnh, đặc biệt trong vài mét đầu tiên từ sông đến giếng [7, 9].

Các quá trình sinh học xảy ra trong quá trình RBF phụ thuộc trực tiếp vào loại vi sinh vật sinh sống trong tầng chứa nước [7, 14]. Quá trình trao đổi chất của các vi sinh vật này

chủ yếu xác định chất lượng cuối cùng của nước thấm. Các quá trình lý hóa liên quan đến phản ứng hấp thụ, kết tủa, phản ứng keo tụ, đông tụ và oxy hóa khử [7]. Các quá trình này kiểm soát sự loại bỏ các hạt ra khỏi môi trường xốp, ảnh hưởng đến nồng độ và hoạt động của kim loại và các hợp chất vô cơ, vì vậy, nó đóng vai trò thay đổi hóa học của nước.

### 2.3. Sơ đồ chùm lỗ khoan thí nghiệm

Khu vực xã Tân Trường, huyện Cẩm Giàng, tỉnh Hải Dương được lựa chọn là địa điểm nghiên cứu nước thấm từ sông thuộc dự án. Bố trí lỗ khoan thí nghiệm và các lỗ khoan quan trắc được thể hiện trên sơ đồ Hình 5. Tại lỗ khoan trung tâm, máy bơm chạy liên tục với lưu lượng bơm 8,33 m<sup>3</sup>/h.



Hình 5. Sơ đồ chùm lỗ khoan thí nghiệm tại xã Tân Trường, Cẩm Giàng, Hải Dương.

Bảng 1. Khoảng cách từ lỗ khoan đến sông và độ sâu lỗ khoan.

Tên lỗ khoan	Vị trí	Độ sâu lỗ khoan (m)
LK QS1	LK quan trắc 1 (Cách 1 m từ sông)	7
LK QS2	LK quan trắc 2 (Cách 9 m từ sông)	11,5
LK TT	LK trung tâm (Cách 11 m từ sông)	18
LK QS3	LK quan trắc 3 (Cách 15 m từ sông)	11,5

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Kết quả phân tích mẫu nước

Kết quả phân tích mẫu nước sông Cẩm Giàng và lỗ khoan khai thác (LKTT) của đề tài cho 2 đợt thí nghiệm, đợt 1 vào cuối tháng 5/2020, đợt 2 vào cuối tháng 11/2020, thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả phân tích các chỉ tiêu T°C, EC, COD, NH<sub>4</sub>, Fe mẫu nước sông Cẩm Giàng và nước thấm LKTT đợt tháng 5 tại địa điểm nghiên cứu.

TT	Nguồn nước	T°C	EC (µS/cm)	COD (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
1	Sông C. Giàng	24,2	430	6,10	3,03	0,32	0,01
	LKTT	25	120	1,04	0,90	4,86	0,17
2	Sông C.Giàng	25,3	316	6,40	2,51	0,34	0,01
	LKTT	25,9	112	0,96	1,30	3,92	0,15
3	Sông C.Giàng	26,1	328	5,80	2,02	0,40	0,01
	LKTT	27,7	137	0,78	1,20	4,87	0,15

TT	Nguồn nước	T°C	EC (µS/cm)	COD (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
4	Sông C.Giàng	28,3	413	5,40	2,10	0,37	0
	LKTT	29,2	124	1,12	0,80	2,91	0,14
5	Sông C.Giàng	29,6	390	4,70	2,42	0,2	0,02
	LKTT	27,4	110	0,86	0,75	3,55	0,12
6	Sông C.Giàng	27,5	325	4,30	2,03	0,27	0,02
	LKTT	27,5	152	1,12	1,05	4,96	0,15
7	Sông C.Giàng	27,4	286	5,20	2,30	0,35	0,03
	LKTT	26,3	133	0,8	0,86	5,30	0,14
8	Sông C.Giàng	26,3	325	5,50	2,67	0,36	0
	LKTT	25,8	121	1,44	1,49	3,96	0,17
9	Sông C.Giàng	25,8	267	6,20	3,09	0,18	0,03
	LKTT	25,2	88	1,03	0,67	2,92	0,17
10	Sông C.Giàng	25,6	318	5,60	2,76	0,35	0,02
	LKTT	25,8	96	1,12	0,54	5,02	0,17

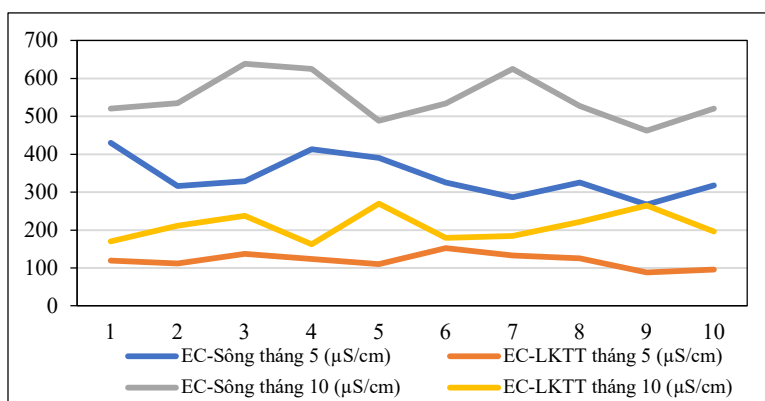
**Bảng 3.** Kết quả phân tích các chỉ tiêu T°C, EC, COD, NH<sub>4</sub>, Fe mẫu nước sông Cẩm Giàng và nước thấm LKTT đợt tháng 11 tại địa điểm nghiên cứu.

Ngày lấy mẫu	Nguồn nước	T°C	EC (µS/cm)	COD (mg/l)	NH <sub>4</sub> (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
1	Sông C.Giàng	25,6	520	8,32	3,41	0,35	0,02
	LKTT	25,3	170	1,80	1,58	5,13	0,18
2	Sông C.Giàng	25,6	535	9,88	2,43	0,37	0,03
	LKTT	26,2	212	1,64	0,82	4,70	0,15
3	Sông C.Giàng	25,4	638	10,12	1,86	0,16	0
	LKTT	26,6	237	2,14	0,94	4,39	0,15
4	Sông C.Giàng	24,8	625	11,2	2,42	0,24	0,03
	LKTT	25,2	162	1,28	1,66	5,15	0,17
5	Sông C.Giàng	26,15	488	8,60	3,38	0,26	0,03
	LKTT	26,5	270	1,12	2,18	6,01	0,17
6	Sông C.Giàng	24,5	534	9,80	2,36	0,28	0,02
	LKTT	26,3	179	1,20	1,54	4,68	0,16
7	Sông C.Giàng	25,4	625	10,90	3,40	0,25	0,01
	LKTT	26,1	184	1,51	1,56	4,57	0,17
8	Sông C.Giàng	25,2	527	8,83	3,38	0,15	0
	LKTT	26	221	0,93	1,87	4,01	0,17
9	Sông C.Giàng	25,5	462	7,40	2,32	0,23	0,01
	LKTT	26,6	265	1,05	1,86	5,86	0,15
10	Sông C.Giàng	25,2	520	8,43	1,95	0,27	0,02
	LKTT	25,8	196	1,02	0,82	5,07	0,14

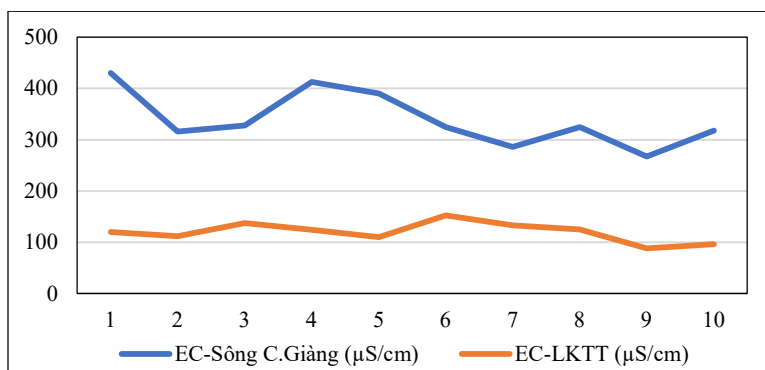
### 3.2. Đánh giá sự thay đổi các chỉ tiêu cơ bản chất lượng nước thấm từ sông

#### a) Nhiệt độ và độ dẫn điện

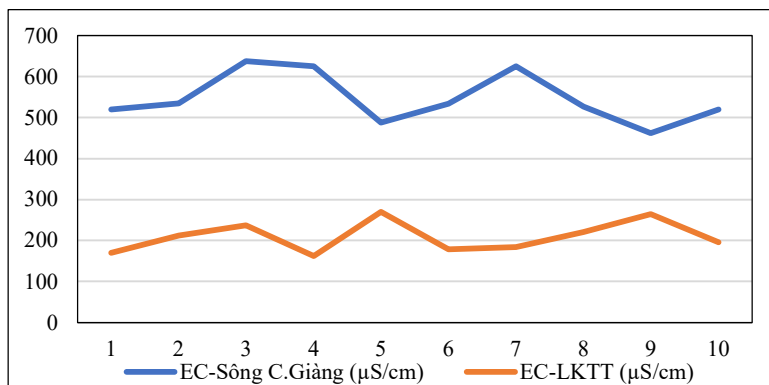
Nước sông Cẩm Giàng có nhiệt độ thay đổi theo mùa. Trong thời gian quan trắc từ tháng 5/2020 đến 11/2020 nhiệt độ nước sông dao động từ 24,2 đến 29,2°C. Nhiệt độ nước các giếng khoan ở Tân Trường tương đối ổn định trong năm với mức dao động từ 25,0°C đến 29,6°C. Sự thay đổi độ dẫn điện của nước sông và nước thấm từ sông (LKTT) qua hai đợt lấy mẫu và phân tích chất lượng nước được thể hiện trên các Hình 6, Hình 7 và Hình 8.



**Hình 6.** Biểu đồ thể hiện độ dẫn điện của nước sông và nước giếng khoan trong hai đợt thí nghiệm.



**Hình 7.** Biểu đồ thể hiện độ dẫn điện của nước sông và nước giếng khoan đợt tháng 5.



**Hình 8.** Biểu đồ thể hiện độ dẫn điện của nước sông và nước giếng khoan đợt tháng 11.

Kết quả phân tích cho thấy độ dẫn điện nước sông Cẩm Giàng dao động từ 267 đến 430mS/cm vào tháng 5 và từ 462 đến 638 mS/cm vào tháng 11. Chỉ tiêu độ dẫn điện nước sông Cẩm Giàng trong 1 năm mặc dù không có đột biến nhưng có khoảng dao động tương đối lớn, chứng tỏ nước sông đang bị ô nhiễm. Độ dẫn điện vào tháng 11 cao hơn so tháng 5, có thể do mức độ ô nhiễm trên sông vào tháng 11 thuộc mùa khô cao hơn so với tháng 5, vào mùa mưa. Độ dẫn điện nước thấm tại giếng khoan trung tâm dao động từ 88 đến 152mS/cm vào tháng 5 và từ 162 đến 265mS/cm vào tháng 11. Độ dẫn điện trong nước thấm có giá trị thấp hơn và mức độ dao động nhỏ hơn thể hiện sự ổn định về chất lượng nước cũng như mức độ ô nhiễm thấp hơn.

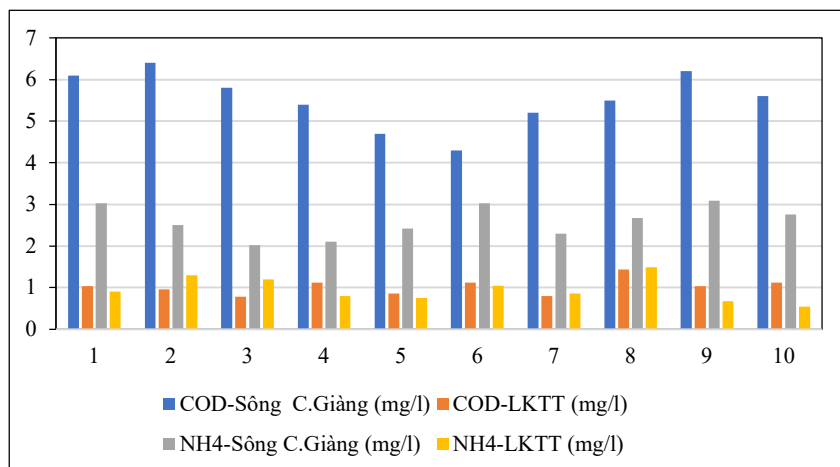
– So sánh dao động độ dẫn điện giữa nước sông và nước thấm từ sông

Theo biểu đồ trong Hình 7, Hình 8, độ dẫn điện của giếng khoan trung tâm tại Tân Trường qua nhiều lần đo, luôn thấp hơn độ dẫn điện của nước sông Cẩm Giàng. Chứng tỏ

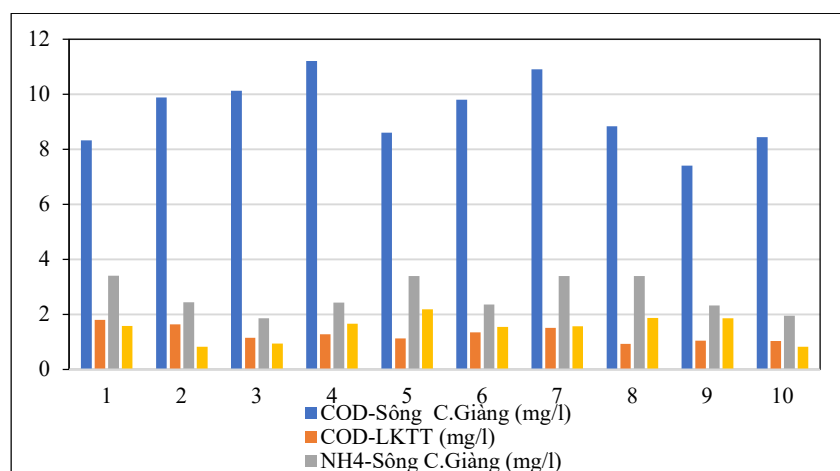
nước thấm từ sông sau khi đi qua tầng lọc, các chất khoáng có trong nước đã giảm đi đáng kể. Điều này có được là do tác dụng giảm shock của các tầng đất đá thấm nước đối với nước thấm từ sông.

b) Chỉ tiêu COD và NH<sub>4</sub>

Sự thay đổi hàm lượng COD và NH<sub>4</sub> của nước sông và nước thấm từ sông (LKTT) qua hai đợt lấy mẫu và phân tích chất lượng nước được thể hiện trên các Hình 9, Hình 10.



Hình 9. Hàm lượng COD và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> của nước sông và nước thấm đợt tháng 5.



Hình 10. Hàm lượng COD và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> của nước sông và nước thấm đợt tháng 11.

– So sánh dao động COD và NH<sub>4</sub> giữa nước sông và nước thấm từ sông

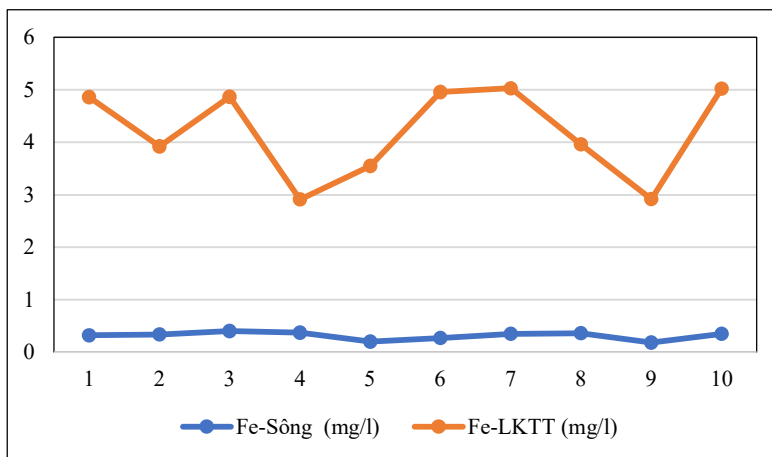
Kết quả phân tích mẫu nước trong hai đợt thí nghiệm, cho thấy trong mẫu nước sông Cẩm Giàng, chỉ tiêu COD có biên độ dao động khá lớn từ 4,3–11,2 mg/l, NH<sub>4</sub> dao động trong khoảng từ 1,86 đến 3,38 mg/l. Trong đó, kết quả phân tích tháng 11 cho giá trị cao hơn, cũng như mức độ thay đổi nhiều hơn.

Trong nước thấm từ sông tại giếng khoan trung tâm, hàm lượng COD dao động trong khoảng 0,8 đến 1,86 mg/l, giảm từ 73 tới 86% so với hàm lượng COD trong nước sông. Như vậy nước thấm trong quá trình vận chuyển từ sông vào giếng, hàm lượng chất hữu cơ giảm, chứng tỏ đã có các quá trình oxy hóa và phân hủy chất hữu cơ, chứng tỏ khả năng loại bỏ hữu cơ nhờ lớp bùn cát đáy và bờ sông. Hàm lượng NH<sub>4</sub> trong nước thấm nằm trong khoảng 0,54 đến 2,18 mg/l, giảm từ 48 đến 81% so với hàm lượng NH<sub>4</sub> trong nước sông, cũng thể hiện khả năng xử lý ammoni của tầng lọc đáy và thềm sông. NH<sub>4</sub> giảm, chứng tỏ đã có quá trình biến đổi NH<sub>4</sub> trong tầng đất cát. Kết quả nghiên cứu cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đó, cho thấy COD và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> có thể được loại bỏ nhờ tầng thấm lọc thềm sông được giải

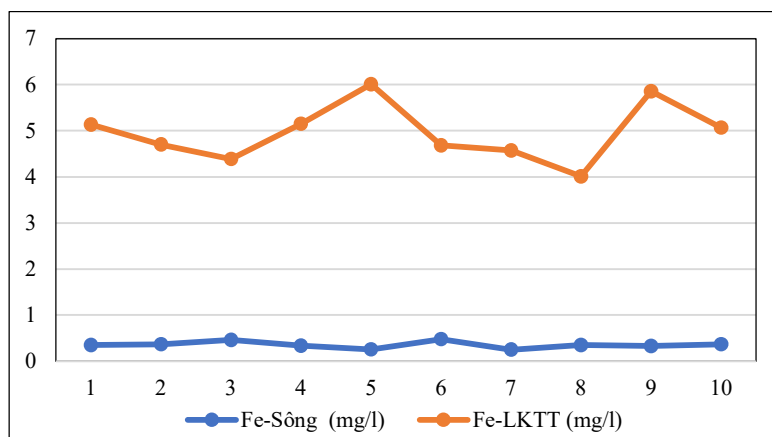
thích là do tỷ lệ thấm của nước sông vào tầng chứa nước, các quá trình oxy hòa tan và quá trình sinh học [7, 18, 19].

c) Chỉ tiêu sắt và mangan

Sự thay đổi hàm lượng Fe và Mn của nước sông và nước thấm từ sông (LKTT) qua hai đợt lấy mẫu và phân tích chất lượng nước được thể hiện trên các Hình 11, Hình 12.

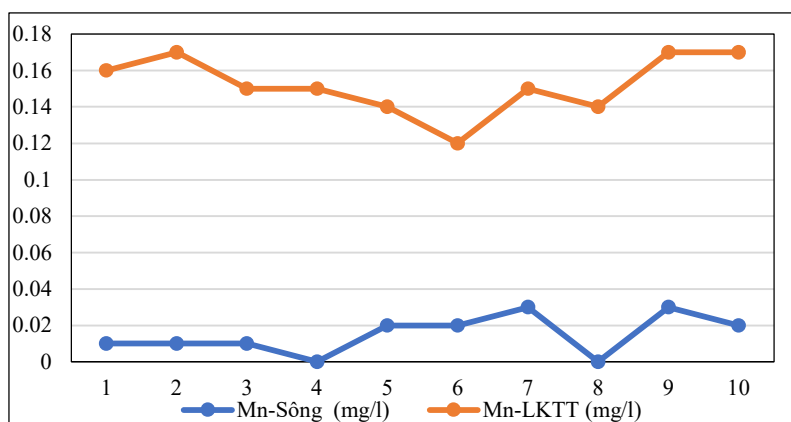


Hình 11. Hàm lượng Fe của nước sông và nước thấm theo đợt lấy mẫu tháng 5.

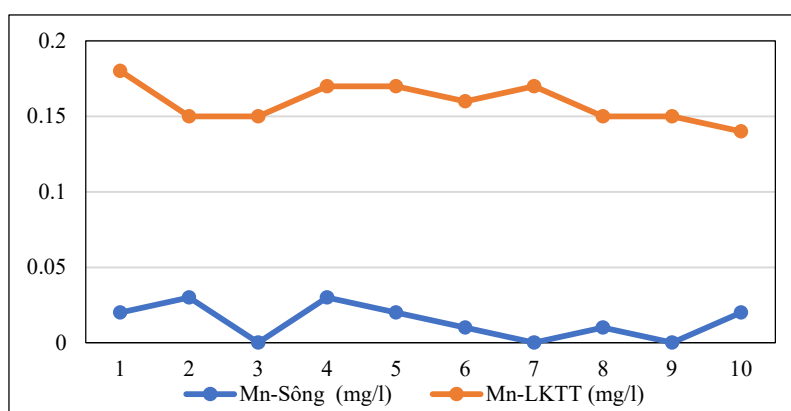


Hình 12. Hàm lượng Fe của nước sông và nước thấm theo đợt lấy mẫu tháng 11.

Kết quả phân tích chất lượng nước (Hình 16 và Hình 17) cho thấy: Trong nước sông Cẩm Giàng, hàm lượng Fe thấp hơn trong nước thấm tại các lỗ khoan. Hàm lượng Fe trong nước sông dao động không nhiều và ở mức thấp từ 0,18 đến 0,4 mg/l. Hàm lượng Fe trong nước thấm dao động từ 2,91 đến 6,01 mg/l cao hơn nhiều so với hàm lượng Fe trong nước sông, phù hợp với việc một lượng nước dưới đất đã vào giếng cùng với nước thấm từ sông. Hàm lượng Fe trong nước thấm từ giếng khoan trung tâm cũng cho thấy sự biến động khá lớn theo thời gian lấy mẫu, được giải thích có thể do tỷ lệ hòa trộn giữa nước thấm từ sông và nước dưới đất không giống nhau giữa các lần lấy mẫu. Hàm lượng Fe trong nước thấm của đợt lấy mẫu tháng 11 cao hơn so với đợt tháng 5, phù hợp với kết quả đo tương quan mực nước giữa nước sông và nước dưới đất. Kết quả đo mực nước cho thấy, mực nước sông Cẩm Giàng luôn cao hơn so với mực nước ngầm, độ chênh mực nước đợt đo cuối tháng 5 cao hơn so với độ chênh mực nước cuối tháng 11. Kết quả mô phỏng dòng chảy nước dưới đất với lưu lượng bơm 8m<sup>3</sup>/h cũng cho tỷ lệ hòa trộn giữa nước mặt và nước ngầm tại lỗ khoan trung tâm khoảng 70–30, tương đối phù hợp với sự thành đổi hàm lượng Fe trong nước thấm.



Hình 13. Hàm lượng Mn của nước sông và nước thấm theo đợt lấy mẫu tháng 5.



Hình 14. Hàm lượng Mn của nước sông và nước thấm theo đợt lấy mẫu tháng 11.

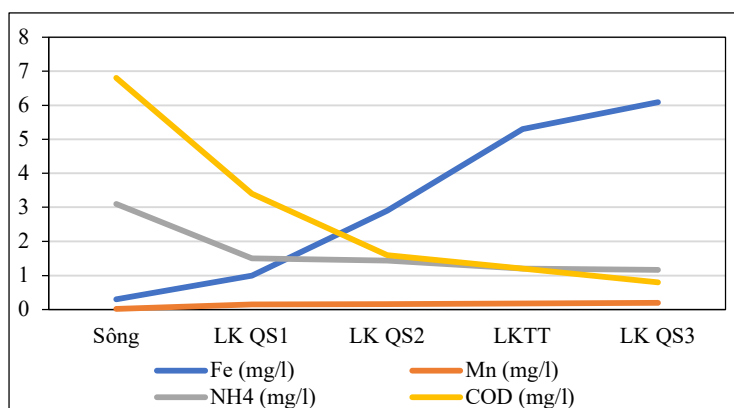
Hàm lượng Mn trong nước sông Cẩm Giàng từ 0 đến 0,03 mg/l, trong khi đó ở trong nước giếng khoan trung tâm có hàm lượng Mn biến động từ 0,12 đến 0,17 mg/l. Hàm lượng Mn trong nước thấm tăng so với nước sông, được giải thích là do Mn trong nước ngấm vào giếng (Hình 13, Hình 14). Xu hướng thay đổi hàm lượng các chất ô nhiễm theo phương vuông góc sông Cẩm Giàng của đợt thí nghiệm tháng 5 và tháng 11/2020 cũng phù hợp với một số đợt phân tích chất lượng nước rời rạc được thực hiện trong năm 2020 và 2021.

### 3.3. Đánh giá khả năng loại bỏ sắt, mangan, amoni và chất hữu cơ nhờ tầng thấm lọc ven sông

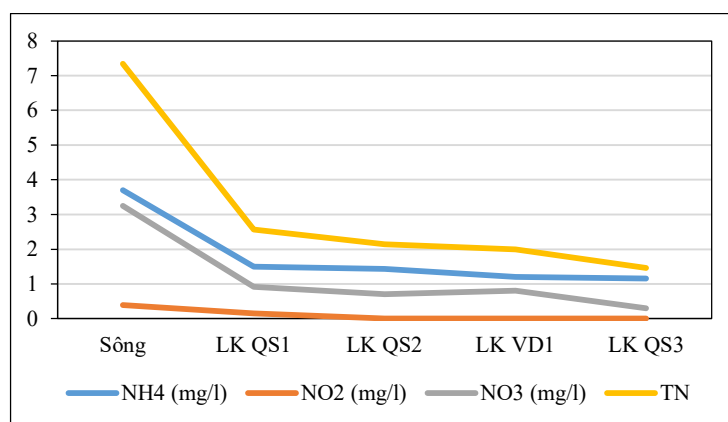
Kết quả phân tích mẫu nước trung bình tại các lỗ khoan tại Tân Trường, Cẩm Giàng, Hải Dương trên mặt cắt vuông góc với sông Cẩm Giàng, các chỉ tiêu  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $NH_4^+$  và COD được thể hiện trong Bảng 4.

**Bảng 4.** Hàm lượng  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $NH_4^+$  và COD trong nước mặt và các lỗ khoan trên mặt cắt vuông góc với sông Cẩm Giàng.

Tên LK	Vị trí	Fe	Mn	COD	$NH_4$	$NO_2$	$NO_3$
Sông	Sông Cẩm Giàng	0.3	0.02	6.8	3.7	0.39	3.05
LK QS1	LK quan trắc 1 (Cách 1 m từ sông)	1.0	0.15	3.4	1.5	0.15	0.92
LK QS2	LK quan trắc 2 (Cách 9 m từ sông)	2.9	0.16	1.6	1.44	KPH	0.71
LK VD1	LK trung tâm (Cách 11 m từ sông)	5.3	0.18	1.2	1.2	KPH	0.62
LK QS3	LK quan trắc 3 (Cách 15 m từ sông)	6.09	0.19	0.8	1.16	KPH	0.6



**Hình 15.** Hàm lượng  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $NH_4^+$  và COD nước sông và nước thấm các lỗ khoan thuộc mặt cắt vuông góc sông.



**Hình 16.** Hàm lượng  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$  và TN của nước sông và nước thấm các lỗ khoan thuộc mặt cắt vuông góc sông.

Đồ thị trong Hình 15, Hình 16 biểu thị phân bố hàm lượng  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ , TN và COD trong nước sông và nước thấm ở các lỗ khoan tại địa điểm nghiên cứu theo phương vuông góc với sông Cẩm Giàng. Theo đó, hàm lượng  $Fe^{2+}$  và  $Mn^{2+}$  tăng dần theo khoảng cách từ sông tăng lên, thể hiện lượng thấm từ sông giảm dần và lượng nước ngầm từ tầng chứa nước dưới đất tăng lên, hàm lượng  $Fe^{2+}$  tăng nhiều tại vị trí giếng thấm khai thác (LKTT). Hàm lượng  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ , TN và COD giảm dần ở các lỗ khoan càng xa sông, chứng minh hiệu quả loại  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ , TN và COD của tầng thấm lọc ven sông. Các quá trình sinh hóa có thể đã diễn ra trong tầng lọc thềm sông, đặc biệt trong vùng thấm lọc ban đầu. Kết quả phân tích chất lượng nước và sự biến đổi về thành phần các chất trong vùng thấm tại địa điểm nghiên cứu RBF tại Tân Trường cũng phù hợp với các nghiên cứu có liên quan [7, 18, 19]. Trong vùng thấm ban đầu có thể có các điều kiện thiếu khí hoặc yếm khí tạo điều kiện hoạt động cho các vi sinh vật trong các quá trình phân hủy sinh học. Các quá trình sinh hóa như nitrification, denitrification và quá trình anamox có thể đã xảy ra giải thích cho hiện tượng giảm nồng độ các chất trong nước thấm từ sông tới các lỗ khoan. Sự giảm COD cũng phù hợp với việc giảm  $NO_3^-$  trong quá trình denitrification.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã thực hiện đánh giá hiệu quả làm sạch nước nhờ tầng thấm lọc ven sông tại địa điểm nghiên cứu của đề tài là ven sông Cẩm Giàng thuộc xã Tân Trường – Cẩm Giàng, Hải Dương. Kết quả nghiên cứu áp dụng công nghệ RBF, cho thấy, tầng lọc thềm sông giúp làm giảm nồng độ các chất ô nhiễm như  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ , COD. Qua quá trình bơm khai thác thí

nghiệm và lấy mẫu phân tích chất lượng nước cho thấy hàm lượng COD trong nước thấm tại vị trí khoan nghiên cứu cách bờ sông 11 m giảm tới 86% so với nước sông,  $\text{NH}_4^+$  giảm 81%. Tuy nhiên, hàm lượng Fe và Mn trong nước thấm cao hơn so với nước sông, do ảnh hưởng của dòng chảy ngầm, nước thấm vẫn cần phải qua xử lý để đảm bảo tiêu chuẩn chất lượng nước cấp cho sinh hoạt. Áp dụng công nghệ RBF, khai thác nước sông qua tầng thấm lọc thêm sông thu được nước có chất lượng tốt, ổn định, hàm lượng cặn nhỏ, giảm các chất hữu cơ, dinh dưỡng và các chất dạng vết. Tùy thuộc vào đặc điểm địa tầng, địa chất thủy văn, chất lượng nước dưới đất và độ chênh mực nước giữa nước sông và nước dưới đất, nước thấm có thể có hàm lượng Fe cao hơn so với nước sông, tuy nhiên chi phí xử lý Fe trong nước dễ dàng và chi phí thấp hơn nhiều so với xử lý chất hữu cơ và dinh dưỡng. Áp dụng công nghệ RBF cũng góp phần đảm bảo an toàn về chất lượng nước, giảm các rủi ro do sự cố môi trường nước mang lại.

Hạn chế của nghiên cứu trong phạm vi bài báo là chưa thực hiện thí nghiệm được theo thời gian dài nhằm đánh giá được sự thay đổi chất lượng nước thấm theo thời gian, cũng như chưa đánh giá được sự thay đổi thành phần các chất trong trường hợp khai thác nước với lưu lượng thay đổi.

Cần tiếp tục nghiên cứu giải pháp khai thác nước thấm trong thời gian dài, lưu lượng thay đổi và cần thử nghiệm nghiên cứu về chất lượng nước tại các địa điểm cho phép khai thác nước thấm không chỉ ở tầng qh mà có thể ở tầng qp tại những điểm tầng qp được nhận dòng thấm trực tiếp và gián tiếp qua các cửa sổ địa chất thủy văn.

**Đóng góp cho nghiên cứu:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.T.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: Đ.T.H., N.T.H.; Thu thập, phân tích, xử lý số liệu: N.T.H.; Viết bản thảo bài báo: N.T.H.; Chỉnh sửa bài báo: Đ.T.H.

**Lời cảm ơn:** Bài báo này được hoàn thành trong khuôn khổ thực hiện Đề tài nghiên cứu theo Nghị định thư giữa Bộ Khoa học Công nghệ Việt Nam và Bộ Nghiên cứu và giáo dục Cộng hòa liên bang Đức, mã số đề tài 60.GER-19: “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ khai thác nước thấm từ sông ở Việt Nam phục vụ sinh hoạt và sản xuất”.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài Liệu Tham khảo

1. Hubbs, S.; Hunt, H.; Schubert, J. The costs and benefits of riverbank-filtration systems. The Second International Riverbank Filtration Conference, Riverbank Filtration: The Future is Now, 2003, 3–6.
2. Tyagi, S.; Dobhal, R.; Kimothi, P.; Adlakha, L.; Singh, P.; Uniyal, D. Studies of river water quality using river bank filtration in Uttarakhand, India. *Water Qual. Exposure Health* **2013**, *5*(3), 139–148.
3. Tufenkji, N.; Ryan, J.N.; Elimelech, M. Peer reviewed: the promise of bank filtration. Ed: ACS Publications, 2002.
4. Ray, C.; Grischek, T.; Schubert, J.; Wang, J.Z.; Speth, T.F. A perspective of riverbank filtration. *J. Am. Water Works Assn.* **2002**, *94*(4), 149–160.
5. Kuehn, W.; Mueller, U. Riverbank filtration: an overview. *J. Am. Water Works Assn.* **2000**, *92*(12), 60–69.
6. Sandhu, C.; Grischek, T.; Kumar, P.; Ray, C. Potential for riverbank filtration in India. *Clean Technol. Environ. Policy* **2011**, *13*(2), 295–316.
7. Doussan, C.; Ledoux, E.; Detay, M. River-groundwater exchanges, bank filtration, and groundwater quality: Ammonium behavior. Wiley Online Library, 1998, 0047–2425.
8. Ghodeif, K.; Grischek, T.; Bartak, R.; Wahaab, R.; Herlitzius, J. Potential of river bank filtration (RBF) in Egypt. *Environ. Earth Sci.* **2016**, *75*(8), 671.

9. Hiscock, K.M.; Grischek, T. Attenuation of groundwater pollution by bank filtration. *J. Hydrol.* **2002**, *266*(3–4), 139–144.
10. Grischek, T.; Schoenheinz, D.; Ray, C. Siting and design issues for riverbank filtration schemes. *Riverbank filtration: Springer*, 2002, 291–302.
11. Sở TN&MT tỉnh Hải Dương, Báo cáo công tác Bảo vệ môi trường tỉnh Hải Dương năm 2020. 2020.
12. Các chỉ tiêu về môi trường tỉnh Hải Dương năm 2020.
13. Sontheimer, H. Experience with riverbank filtration along the Rhine River. *J. Am. Water Works Assn.* **1980**, *72*(7), 386–390.
14. Bourg, A.C.; Bertin, C. Biogeochemical processes during the infiltration of river water into an alluvial aquifer. *Environ. Sci. Technol.* **1993**, *27*(4), 661–666.
15. Schmidt, C.K.; Lange, F.T.; Brauch, H.J.; Kühn, W. Experiences with riverbank filtration and infiltration in Germany. DVGW Water Technology Centre (TZW), Karlsruhe, 2003.
16. Gollnitz, W.D.; Clancy, J.L.; McEwen, J.B.; Garner, S.C. Riverbank filtration for IESWTR compliance. *J. Am. Water Works Assn.* **2005**, *97*(12), 64–76.
17. Huệ, H.V.; Hạ, T.Đ. Thoát nước–Tập 2 Xử lý nước thải. NXB Khoa học kỹ thuật, 2002.
18. Krause, S.; Tecklenburg, C.; Munz, M.; Naden, E. Streambed nitrogen cycling beyond the hyporheic zone: Flow controls on horizontal patterns and depth distribution of nitrate and dissolved oxygen in the upwelling groundwater of a lowland river. *J. Geophys. Res.: Biogeosci.* **2013**, *118*(1), 54–67.
19. Regnery, J.; Barringer, J.; Wing, A.D.; Hoppe–Jones, C.; Teerlink, J.; Drewes, J.E. Start–up performance of a full–scale riverbank filtration site regarding removal of DOC, nutrients, and trace organic chemicals. *Chemosphere* **2015**, *127*, 36–142.

## Evaluation of the effectiveness of improving water quality by applying riverbank filtration technology

Nguyen Trung Hieu<sup>1</sup>, Doan Thu Ha<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Thuyloi University; trunghieu.ma@hotmail.com; thuha\_ctn@tlu.edu.vn

**Abstract:** Riverbank well can abstract filtration water from river water and some of groundwater. The study was carried out at the well field site to exploit seepage water from the river at Tan Truong, Cam Giang, Hai Duong. The research purposes aim to evaluate and demonstrate the ability to improve water quality of the riverine percolation layer. Infiltration water quality were analyzed to assessing the change of substrate concentrations with different distances from the river. Research results showed that the COD content in the pumped filtrated water at borehole (11m from the riverbank) decreased by 86% compared to river water,  $\text{NH}_4^+$  decreased by 81%. Research results have proved also of the pollutants removal ability from river water during movement throw riverbank filtration. In the current situation of increasingly polluted and depleted surface water. Riverbank filtration technology could be considered as a suitable water source solution.

**Keywords:** Riverbank filtration; Seepage water flow; Filtration water quality; Pollutants removal.