

Đánh giá hiện trạng và rủi ro do vi sinh vật trong nước sinh hoạt khu vực ven đô thị: Nghiên cứu điển hình ở Pleiku, tỉnh Gia Lai, Việt Nam

Nguyễn Tuấn Anh¹, Nguyễn Minh Kỳ^{1*}, Nguyễn Ninh Hải¹, Bạch Quang Dũng²

¹ Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM, Phân hiệu Gia Lai; ngtuuananh@hcmuaf.edu.vn; nnhai@hcmuaf.edu.vn; nmky@hcmuaf.edu.vn.

² Tổng Cục Khí Tượng Thủy Văn; dungmmu05@gmail.com.

*Tác giả liên hệ: nmky@hcmuaf.edu.vn; Tel.: +84-384321415

Ban Biên tập nhận bài: 14/4/2021; Ngày phản biện xong: 5/5/2021; Ngày đăng bài: 25/6/2021

Tóm tắt: Đánh giá và quản lý rủi ro trong hệ thống cấp nước sinh hoạt là bước quan trọng trong việc thiết lập kế hoạch quản lý an toàn cấp nước. Vấn đề rủi ro vi sinh trong nước cấp sinh hoạt đặc biệt được quan tâm để phòng ngừa bệnh tật. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp thực nghiệm bằng cách thu thập và kiểm tra mẫu nước cấp sinh hoạt, và đồng thời sử dụng phương pháp bán định lượng để đánh giá cấp độ rủi ro đối với các mối nguy liên quan quá trình cấp nước sinh hoạt vùng ven đô thị Pleiku, tỉnh Gia Lai, thuộc vùng Tây Nguyên của Việt Nam. Kết quả kiểm tra mẫu nước trong phòng thí nghiệm đã cho thấy rằng chất lượng nước cấp sinh hoạt tại các xã vùng ven khá tốt và phù hợp với việc sử dụng cấp nước. Tuy nhiên, mẫu nước tại vị trí G1-01 (Làng Nhao 1, xã Ia Kênh) có hàm lượng coliform vượt quá quy chuẩn nước sinh hoạt QCVN 01-1:2018/BYT (> 3 CFU/100mL). Đồng thời, kết quả đã xác định được một số mối nguy quan trọng liên quan đến quá trình cấp nước sinh hoạt, trong đó gồm hai mối nguy có cấp độ rủi ro cao liên quan đến các hoạt động nông nghiệp (chăn nuôi) và sáu mối nguy với cấp độ rủi ro trung bình. Các mối nguy này đã được xem xét ưu tiên đề xuất các biện pháp để giảm thiểu cấp độ rủi ro.

Từ khóa: Đánh giá rủi ro; Rủi ro vi sinh; Cấp nước sinh hoạt; Vùng ven đô thị.

1. Mở đầu

Nước cấp và vệ sinh là các dịch vụ cơ bản, đóng vai trò thiết yếu trong cuộc sống hàng ngày bởi vì nó giúp duy trì cuộc sống của con người. Trong đó, quá trình tiếp cận nguồn nước sạch cho các mục đích sinh hoạt và ăn uống ngày càng được quan tâm [1]. Việc đáp ứng nước sạch và vệ sinh cơ bản phải đảm bảo một cách đầy đủ, an toàn và tiện lợi, điều này giúp cải thiện chất lượng cuộc sống. Mọi nỗ lực nên được thực hiện để đạt được mục tiêu cung cấp nước an toàn trong thực tế [2-3]. Ngược lại, việc không được đáp ứng về nước hợp vệ sinh và vệ sinh môi trường sẽ gây ra các loại bệnh liên quan tới nước cho cộng đồng dân cư, và đặc biệt là những người nghèo. Theo các số liệu thống kê, những bệnh tiêu chảy liên quan tới điều kiện vệ sinh kém, chất lượng nước không đảm bảo đã gây ra 1,73 triệu người chết mỗi năm trên thế giới [4]. Ngoài ra, theo thống kê của Tổ chức Y tế thế giới (WHO) và Quỹ nhi đồng Liên hiệp quốc (UNICEF) hiện có khoảng 663 triệu người không được tiếp cận các nguồn nước uống [5].

Tại Việt Nam, đã có nhiều công trình công bố bệnh tật bị gây ra bởi nguồn nước ô nhiễm và kém chất lượng. Nghiên cứu của dự án sáng kiến vệ sinh cho thấy rằng những bệnh liên quan tới nước cấp và vệ sinh gây tổn hại, tác động kinh tế hàng năm khoảng 265 triệu USD

ở Việt Nam [6]. Việc giảm nhẹ tình trạng bệnh tiêu chảy có thể đạt được thông qua việc sử dụng các công trình vệ sinh hoặc nước cấp được cải thiện, chẳng hạn như giếng nước được bảo vệ hoặc nhà vệ sinh được cải thiện. Lợi ích sức khỏe bị hạn chế vì những nguồn nước uống này có thể bị nhiễm bẩn vi khuẩn và điều kiện vệ sinh cơ bản không đảm bảo cho cộng đồng [7]. Thêm vào đó, sức khỏe cộng đồng chủ yếu đạt được thông qua việc cung cấp nguồn nước được bảo vệ, thúc đẩy thực hành vệ sinh và xử lý nước cấp an toàn [2]. Tất cả các vấn đề trên đặt ra câu hỏi “Những gì chúng ta có thể thực hiện để ngăn ngừa chúng?”. Trong bối cảnh đó, kế hoạch cấp nước an toàn (WSP) được giới thiệu đầu tiên bởi WHO trong báo cáo hướng dẫn chất lượng nước uống [8] và kế hoạch an toàn vệ sinh (SSP), hướng dẫn sử dụng an toàn và xử lý nước thải—đã được WHO công bố năm 2015 để áp dụng vào thực tế [9]. Đồng thời, SSP có thể được áp dụng cho tất cả các hệ thống vệ sinh nhằm đảm bảo các hệ thống được quản lý và đáp ứng các mục tiêu sức khỏe. Nhìn chung, mức độ an toàn nước cấp dựa trên cơ sở của sự đánh giá và kiểm soát rủi ro từ các nguồn cấp cho tới người sử dụng nước [10]. Kế hoạch an toàn cấp nước ngày càng được chú trọng, mở rộng và tiếp cận theo hướng tổng hợp nhằm cải thiện các cấp độ an toàn về sức khỏe [11]. Tổ chức WHO đã đề ra khuyến cáo giải pháp tiếp cận kế hoạch cấp nước an toàn và được sử dụng ở nhiều quốc gia khác nhau. Xuất phát từ đó, có nhiều nghiên cứu áp dụng phương pháp ma trận đánh giá rủi ro trong quá trình đảm bảo an toàn cấp nước cho các khu vực nông thôn [11]. Có thể thấy, mục đích chính của việc triển khai WSP và SSP nhằm đảm bảo rằng việc cấp nước và vệ sinh hợp vệ sinh, an toàn và dễ tiếp cận. Bước quan trọng trong các kế hoạch trên là việc áp dụng các hình thức quản lý rủi ro dựa trên kiến thức khoa học và được hỗ trợ bởi việc kiểm soát rủi ro thích hợp. Vấn đề quan trọng phải quản lý rủi ro một cách hệ thống và toàn diện, phải bao gồm toàn bộ hệ thống cấp nước và vệ sinh [2, 12]. Xem xét tình hình thực tiễn ở Tây Nguyên nói chung, tỉnh Gia Lai nói riêng hoạt động cấp nước khu vực nông thôn và ven đô thị vẫn còn nhiều hạn chế [13–14]. Trong đó, bước đầu cho thấy hệ thống phân phối và cấp nước tiềm chứa nhiều nguy cơ nhiễm bẩn, gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe cộng đồng. Do vậy nghiên cứu này nhằm mục đích đánh giá hiện trạng nước cấp và rủi ro sinh học tại vùng ven đô thị khu vực Tây Nguyên—trường hợp ở thành phố Pleiku, tỉnh Gia Lai để xác định các vấn đề, nguyên nhân và giải pháp cải thiện. Qua đó, mục đích cuối cùng góp phần cải thiện hiện trạng cấp nước và an toàn sức khỏe cho các hộ gia đình ven đô ở khu vực nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu bao gồm hiện trạng chất lượng nước sinh hoạt và vấn đề rủi ro cấp nước an toàn tại các xã ven đô thị khu vực Tây Nguyên gồm các xã Ia Kênh, Biên Hồ và Chư Á ở thành phố Pleiku, tỉnh Gia Lai (Bảng 1).

Bảng 1. Đặc điểm đối tượng và khu vực nghiên cứu.

Khu vực	Số lượng mẫu			Thời gian	Điều kiện lấy mẫu
	Đa chỉ tiêu	Coliform tổng	<i>E. coli</i>		
Ia Kênh	2	5	5	Mùa khô (11/2020)	Nắng nhẹ, T = 22–25°C
Biên Hồ	2	5	5		
Chư Á	2	5	5		

Liên quan khu vực nghiên cứu, thành phố Pleiku (tỉnh Gia Lai) nằm ở tọa độ địa lý 13.9717° vĩ độ bắc và 108.0152° kinh độ đông, thuộc vùng Tây Nguyên. Đặc điểm dân cư đối tượng nghiên cứu thuộc 3 xã ven đô thành phố Pleiku, trong đó chủ yếu gồm cộng đồng dân tộc Jrai và Bahnar. Đời sống kinh tế khó khăn, sinh kế dựa vào nông nghiệp, hiện trạng cấp nước và vệ sinh khu vực chưa được chú trọng. Về khí hậu, thành phố Pleiku thuộc vùng

khí hậu nhiệt đới gió mùa, có 2 mùa rõ rệt: mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11 và mùa khô bắt đầu từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ trung bình năm dao động trong khoảng giá trị từ 21,4 đến 25,5°C.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tham khảo, tổng hợp tài liệu

Đề tài tổng hợp các nguồn tài liệu, thông tin liên quan đến hệ thống cấp nước sạch nông thôn. Nguồn tài liệu của các cơ quan quản lý cấp nước sạch nông thôn như Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn, Sở Nông nghiệp & PTNT tỉnh Gia Lai. Nghiên cứu tham khảo các quy định và hướng dẫn do các cơ quan có thẩm quyền như Bộ Y tế, Tổ chức Y tế thế giới (WHO) ban hành. Dựa vào các dữ liệu thu thập, phân tích sâu về hiện trạng được thực hiện để hiểu một cách đầy đủ các vấn đề hiện trạng cấp nước sinh hoạt và mức độ rủi ro sức khỏe. Điều này giúp xác định nguyên nhân và tác động đến đời sống của người dân tại khu vực ven đô thị thành phố Pleiku.

2.2.2. Phương pháp khảo sát thực địa và phỏng vấn

Nghiên cứu tiến hành khảo sát thực địa và phỏng vấn dưới hình thức trao đổi trực tiếp và ghi nhận ý kiến. Quá trình phỏng vấn thuộc các hộ dân khu vực ven đô thị các xã Ia Kênh, Biển Hồ và Chư Á. Thông qua bảng hỏi được thiết kế để thu nhận đánh giá cảm nhận của người dân về hiện trạng, khó khăn, thách thức, v.v.. liên quan đến hiện trạng chất lượng và hoạt động cấp nước.

2.2.3. Phương pháp lấy mẫu và phân tích chất lượng nước

Thời gian và vị trí lấy mẫu: Đề tài tiến hành lấy mẫu nước tại các giếng nước cấp sinh hoạt khu vực nông thôn trên địa bàn ven đô thị thành phố Pleiku, tỉnh Gia Lai (Hình 1). Phương pháp xác định các vị trí lấy mẫu được căn cứ dựa trên sự phân bố dân cư và quá trình khảo sát thực địa để lựa chọn những hộ dân có sử dụng nguồn nước giếng cho các mục đích sinh hoạt và ăn uống. Tuy nhiên, do những hạn chế về kinh phí và thời gian nên trong phạm vi nghiên cứu chỉ thực hiện với số lượng mẫu như sau: Thu thập tổng số 6 mẫu đa chỉ tiêu (2 mẫu/xã*3 xã) và 15 mẫu nước sinh hoạt tại khu vực 3 xã (5 mẫu/xã*3 xã = 15 mẫu nước giếng sinh hoạt) (Bảng 2). Thời gian lấy mẫu nước cấp được thực hiện vào mùa khô – trong tuần tháng 11 năm 2020.

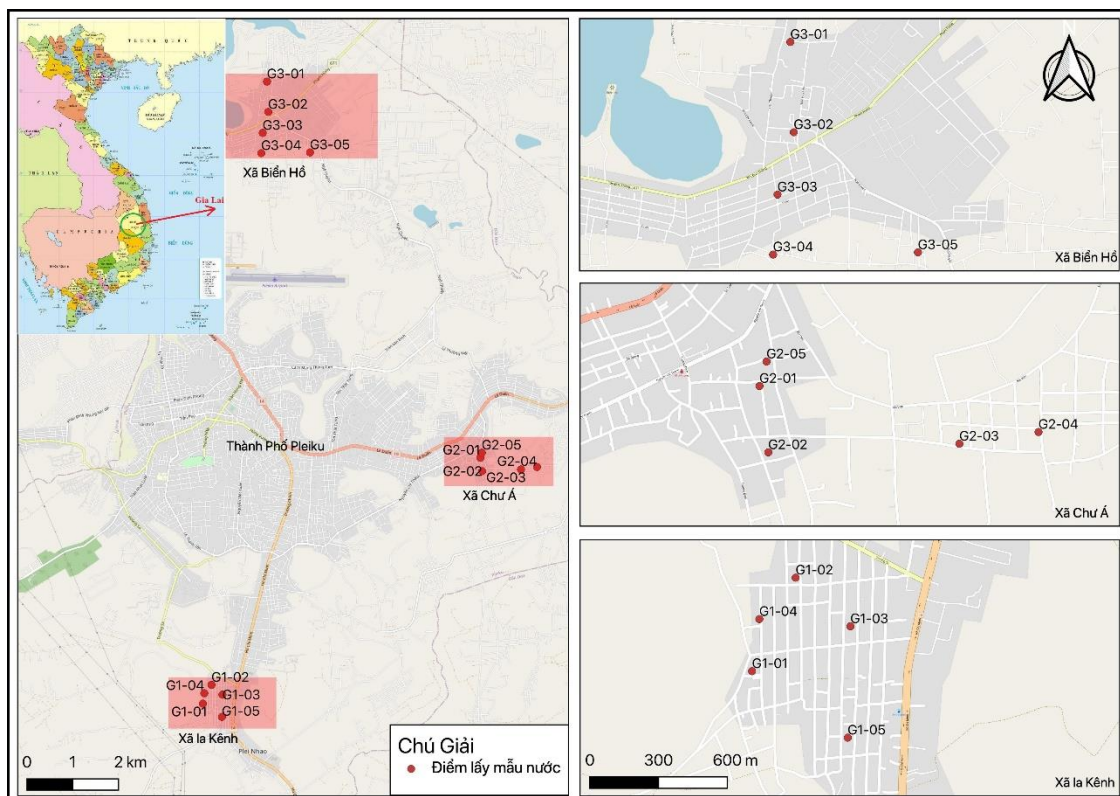
Quy trình lấy mẫu và phân tích: Phương thức lấy mẫu tuân thủ theo hướng dẫn lấy mẫu nước TCVN 6663–11:2011. Sau khi lấy, mẫu được bảo quản vận chuyển đến Trung tâm Công nghệ và Quản lý Tài nguyên Môi trường, Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh để phân tích. Các thông số chất lượng nước được phân tích theo phương pháp chuẩn TCVN và APHA, 2012 (Bảng 3).

Các chỉ tiêu phân tích: Nghiên cứu tiến hành đo đạc và phân tích các thông số chất lượng nước gồm: Màu sắc, Mùi vị, pH, Độ đục, Amoni, Sắt tổng, Chỉ số Pecmanganat, Độ cứng, Clorua, Florua, Asen, Coliform và E. coli.

Bảng 2. Mô tả vị trí các điểm lấy mẫu nước.

TT	Địa chỉ	Vĩ độ	Kinh độ	Đặc điểm
G1–01	Làng Nhao 1 – Xã Ia kênh	13,9213	107,9989	H = 30m, nguồn cấp ổn định
G1–02	Làng Nhao 2 – Xã Ia kênh	13,9249	108,0007	H = 34m, nguồn cấp ổn định
G1–03	Làng Nhao 2 – Xã Ia kênh	13,9230	108,0029	H = 40m, nguồn cấp ổn định
G1–04	Làng Nhao 1 – Xã Ia kênh	13,9233	107,9992	H = 43m, nguồn cấp ổn định
G1–05	Làng Nhao 1 – Xã Ia kênh	13,9187	108,0028	H = 34m, nguồn cấp ổn định

TT	Địa chỉ	Vĩ độ	Kinh độ	Đặc điểm
G2-01	Làng Chuet – Xã Chư Á	13,9695	108,0550	H = 30m, nguồn cấp ổn định
G2-02	Làng Chuet – Xã Chư Á	13,9668	108,0554	H = 30m, nguồn cấp ổn định
G2-03	Làng Ia Tung – Xã Chư Á	13,9672	108,0632	H = 60m, nguồn cấp ổn định
G2-04	Làng Ia Tung – Xã Chư Á	13,9676	108,0665	H = 57m, nguồn cấp ổn định
G2-05	Làng Chuet – Xã Chư Á	13,9704	108,0553	H = 26m, nguồn cấp ổn định
G3-01	Thôn 4 – Xã Biển Hồ	14,0431	108,0119	H = 38m, nguồn cấp ổn định
G3-02	Thôn 4 – Xã Biển Hồ	14,0372	108,0121	H = 32m, nguồn cấp ổn định
G3-03	Làng Phung – Xã Biển Hồ	14,0331	108,0110	H = 39m, nguồn cấp ổn định
G3-04	Thôn 1 – Xã Biển Hồ	14,0291	108,0107	H = 30m, nguồn cấp ổn định
G3-05	Làng Phung – Xã Biển Hồ	14,0293	108,0206	H = 43m, nguồn cấp ổn định



Hình 1. Bản đồ khu vực lấy mẫu.

Bảng 3. Phương pháp phân tích chất lượng nước.

TT	Thông số	Đơn vị	Hướng dẫn phân tích
1	Màu sắt	TCU	SMEWW 2120 C:2002
2	Mùi vị	–	SMEWW 2150 B:2002
3	pH	–	TCVN 6492:2011
4	Độ đục	NTU	SMEWW 2130 B:2002
5	Amoni	mg/l	SMEWW 4500–NH ₃ F:2012
6	Sắt tổng	mg/l	TCVN 6177:1996
7	Pecmanganat	mg/l	TCVN 6186:1996
8	Độ cứng (CaCO ₃)	mg/l	TCVN 6224:1996
9	Florua	mg/l	TCVN 6195:1996

10	Clorua	mg/l	SMEWW 4500-F D:2012
11	Asen	mg/l	TCVN 6626:2000
12	Coliform	CFU/100mL	TCVN 6187-2:1996
13	E. coli	CFU/100mL	TCVN 6187-2:1996

2.2.4. Phương pháp đánh giá rủi ro

Sự phân tích các mối nguy đóng góp ý nghĩa vào việc giảm thiểu các rủi ro nghiêm trọng trong quá trình sử dụng nguồn nước. Quá trình áp dụng đánh giá an toàn nước cấp sinh hoạt dựa trên phương pháp xây dựng ma trận rủi ro đã được sử dụng bởi các nghiên cứu trước đây [11, 15]. Trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp bán định lượng (*semi-quantitative method*) để đánh giá rủi ro. Đây là phương pháp đơn giản trong đánh giá rủi ro và phù hợp với việc đánh giá hệ thống cấp nước nhỏ. Sau khi xác định các mối nguy và các sự kiện nguy hiểm, đánh giá mức độ rủi ro là bước quan trọng để ưu tiên quản lý rủi ro. Cụ thể, khả năng xảy ra và mức độ nghiêm trọng của hậu quả của các mối nguy và các sự kiện nguy hiểm cần được đánh giá. Căn cứ các hướng dẫn của WHO về chất lượng nước [16] và kế hoạch an toàn nước [15] khuyến nghị sử dụng ma trận dựa trên khả năng và mức độ nghiêm trọng của hậu quả để đánh giá rủi ro (Bảng 4–5). Trong đó, dựa vào kết quả điểm số rủi ro, nghiên cứu phân hạng rủi ro theo các cấp độ lần lượt: Thấp < Trung bình < Cao < Rất cao.

Bảng 4. Ma trận xác suất xảy ra và mức độ nghiêm trọng [15].

Xác suất xảy ra	Mức độ nghiêm trọng				
	Không đáng kể (1)	Nhỏ (2)	Trung bình (3)	Nghiêm trọng (4)	Rất nghiêm trọng (5)
Gần như chắc chắn (5)	5	10	15	20	25
Rất có thể xảy ra (4)	4	8	12	16	20
Có thể xảy ra (3)	3	6	9	12	15
Ít xảy ra (2)	2	4	6	8	10
Hiếm khi xảy ra (1)	1	2	3	4	5

Bảng 5. Phân hạng rủi ro [15].

Điểm số rủi ro = (Xác suất xảy ra) x (Mức độ nghiêm trọng)				
Điểm số rủi ro	<6	6–9	10–15	>15
Phân hạng rủi ro	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao

2.2.5. Phương pháp thống kê và đánh giá số liệu

Các số liệu được tính toán gồm giá trị trung bình (Mean), độ lệch chuẩn (SD). Thông số kết quả phân tích chất lượng nước được so sánh, đánh giá với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia chất lượng nước sinh hoạt do Bộ Y tế ban hành (QCVN 01-1:2018/BYT). Quá trình xử lý số liệu, kiểm định ANOVA tìm kiếm sự khác biệt trung bình mẫu nghiên cứu sử dụng phần mềm thống kê SPSS 13.0 với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng chất lượng nước sinh hoạt khu vực ven đô thị

Việc xem xét chính xác và toàn diện thực trạng chất lượng nước nói chung và nước cấp nói riêng đòi hỏi áp dụng các công cụ thích hợp [17]. Vấn đề phổ biến ảnh hưởng đến chất

lượng nguồn nước cấp ở các nước đang phát triển thường do hệ thống phân phối, cung cấp nước [18]. Trong nghiên cứu này, Bảng 6 trình bày kết quả phân tích hiện trạng chất lượng nước sinh hoạt tại vùng ven đô thị TP. Pleiku. Trong đó, các chỉ tiêu cảm quan như màu, mùi đạt quy chuẩn và không có bất kỳ dấu hiệu lạ hay bất thường nào. Trị số pH dao động trong khoảng $6,36 \pm 0,34$ đến $6,54 \pm 0,57$ và thuộc trong giới hạn 6,0–8,5 của quy chuẩn nước sinh hoạt QCVN 01–1:2018/BYT. Nhìn chung, nguồn nước sử dụng mục đích sinh hoạt, đặc biệt cho ăn uống rất quan trọng bởi lẽ vai trò và những tác động trực tiếp lên sức khỏe con người [19–20]. Nước sạch là nhu cầu không thể thiếu của đời sống sinh hoạt và đang trở nên bức thiết trước yêu cầu bảo vệ sức khỏe, cải thiện điều kiện sống người dân, đặc biệt vùng nông thôn [17, 21]. Các độc tố trong nguồn nước cấp bị nhiễm bẩn là nguyên nhân gây ra rủi ro bệnh tật ảnh hưởng đến sức khỏe [22]. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng amoni thấp với dao động $0,13 \pm 0,02$ đến $0,21 \pm 0,02$ mg/l và nhỏ hơn ngưỡng cho phép ($< 0,3$ mg/l) theo quy chuẩn cấp nước sinh hoạt. So sánh kết quả amoni tại khu vực các xã Ia Kênh, Chư Á và Biển Hồ có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($F = 18,375$; $p < 0,05$). Trong đó, hàm lượng amoni tại khu vực các xã có giá trị lần lượt theo thứ tự Biển Hồ ($0,13 \pm 0,02$ mg/l) < Ia Kênh ($0,16 \pm 0,01$ mg/l) < Chư Á ($0,21 \pm 0,02$ mg/l) ($p < 0,05$). Tương tự, đối với hàm lượng sắt, độ cứng, pecmanganat, florua, clorua đều thấp hơn nhiều lần so với ngưỡng an toàn. Tuy nhiên, kết quả kiểm định ANOVA cho thấy chỉ có sự khác biệt các vị trí lấy mẫu phân tích đối với hàm lượng sắt trong nguồn nước sinh hoạt ở Pleiku ($F = 21,333$; $p < 0,05$). Hàm lượng sắt tổng tại xã Biển Hồ có kết quả cao hơn so với các mẫu quan trắc ở khu vực xã Ia Kênh, Chư Á và trung bình đạt $0,14 \pm 0,01$ mg/l. Ngoài ra, đối với kết quả phân tích hàm lượng asen chưa thấy dấu hiệu nhiễm bẩn ($< LOD = 0,0001$ mg/l) và nguy cơ gây hại sức khỏe cộng đồng (Bảng 6).

Bảng 6. Hiện trạng chất lượng nước sinh hoạt tại TP. Pleiku.

TT	Thông số	Đơn vị	Trung bình (Mean) ± Độ lệch chuẩn (SD)			QCVN 01–1:2018/BYT
			Ia Kênh	Chư Á	Biển Hồ	
1	Màu sắc	TCU	Không màu	Không màu	Không màu	15
2	Mùi vị	–	Không mùi	Không mùi	Không mùi	Không mùi, vị lạ
3	pH	–	$6,36 \pm 0,34^a$	$6,45 \pm 0,23^a$	$6,54 \pm 0,57^a$	6,0–8,5
4	Độ đục	NTU	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	2
5	Amoni (N–NH ₄ ⁺)	mg/l	$0,16 \pm 0,01^b$	$0,21 \pm 0,02^c$	$0,13 \pm 0,02^a$	0,3
6	Sắt tổng số	mg/l	$0,06 \pm 0,02^a$	$0,14 \pm 0,01^b$	$0,06 \pm 0,01^a$	0,3
7	Pecmanganat	mg/l	$0,53 \pm 0,25^a$	$0,63 \pm 0,25^a$	$0,47 \pm 0,15^a$	2
8	Độ cứng tính theo CaCO ₃	mg/l	$2,33 \pm 0,58^a$	$3,67 \pm 1,15^a$	$4,00 \pm 1,00^a$	300
9	Florua	mg/l	<LOD=0,05	<LOD=0,05	<LOD=0,05	1,5
10	Clorua	mg/l	$2,07 \pm 0,35^a$	$2,77 \pm 0,38^a$	$2,30 \pm 0,36^a$	250
11	Asen	mg/l	<LOD = 0,0001	<LOD = 0,0001	<LOD = 0,0001	0,01

Chú thích: ^{a, b, c}: Các giá trị trong cùng cột chỉ cần có một 1 mẫu tự giống nhau sẽ không khác nhau ($p > 0,05$).

Bảng 7. Hàm lượng vi sinh nước sinh hoạt tại TP. Pleiku.

Địa điểm	Coliform tổng (CFU/100 mL)	QCVN 01–1:2018/BYT	E. coli (CFU/100mL)	QCVN 01–1:2018/BYT
----------	----------------------------	--------------------	---------------------	--------------------

Xã Ia Kênh	2,4±2,3	<3	KPH	<1
G1-01	6,1±6,0 ^c	<3	KPH	<1
G1-02	2,4±0,7 ^{bc}	<3	KPH	<1
G1-03	0,5±0,8 ^{ab}	<3	KPH	<1
G1-04	2,6±0,5 ^{bc}	<3	KPH	<1
G1-05	0,6±1,0 ^{ab}	<3	KPH	<1
Xã Chư Á	1,5±0,4	<3	KPH	<1
G2-01	1,3±1,1 ^a	<3	KPH	<1
G2-02	1,3±1,1 ^a	<3	KPH	<1
G2-03	0,6±1,0 ^a	<3	KPH	<1
G2-04	2,1±0,3 ^a	<3	KPH	<1
G2-05	2,2±0,3 ^a	<3	KPH	<1
Xã Biển Hồ	1,3±0,3	<3	KPH	<1
G3-01	2,5±0,5 ^c	<3	KPH	<1
G3-02	0,4±0,6 ^{ab}	<3	KPH	<1
G3-03	1,3±1,1 ^{bc}	<3	KPH	<1
G3-04	1,5±1,3 ^{bc}	<3	KPH	<1
G3-05	0,6±1,0 ^{ab}	<3	KPH	<1

Chú thích: ^{a, b, c}: Các giá trị trong cùng cột chỉ cần có một 1 mẫu tự giống nhau sẽ không khác nhau ($p > 0,05$).

Bảng 7 chỉ ra hàm lượng coliform quan trắc tại Ia Kênh có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các vị trí lấy mẫu G1-01 (6,1±6,0 CFU/100mL) với G1-03 (0,5±0,8 CFU/100mL) và G1-05 (0,6±1,0 CFU/100mL) ($p < 0,05$). Tương tự, tại khu vực Biển Hồ cũng chỉ ra có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các vị trí G3-01 (2,5±0,5 CFU/100mL) với G3-02 (0,4±0,6 CFU/100mL) và G3-05 (0,6±1,0 CFU/100mL) về hàm lượng biến động coliform tổng trong nguồn nước sinh hoạt ($p < 0,05$). Trong khi, tại các điểm lấy mẫu ở xã Chư Á không cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các điểm lấy mẫu quan trắc hàm lượng coliform tổng ($p > 0,05$). Đối với hàm lượng coliform tổng các xã Ia Kênh, Chư Á và Biển Hồ lần lượt có kết quả tương ứng 2,4±2,3; 1,5±0,4 và 1,3±0,3 CFU/100mL. So sánh QCVN 01-1:2018/BYT về chất lượng nước sinh hoạt đáp ứng tiêu chí sử dụng (<3 CFU/100mL). Ngoài ra, kết quả kiểm định ANOVA không cho thấy sự khác biệt giữa các xã ven đô thị thành phố Pleiku ($F=0,930$; $p > 0,05$).

Đánh giá chi tiết đối với các điểm lấy mẫu cho thấy chỉ có vị trí G1-01 (Làng Nhao 1, xã Ia Kênh) có hàm lượng coliform vượt quá quy chuẩn nước sinh hoạt với giá trị 6,1±6,0 CFU/100mL. Do đó, cần có biện pháp khuyến khích người dân tiến hành áp dụng giải pháp đơn giản như lọc, khử trùng và thực hành ăn chín uống sôi,... Tuy nhiên, đối với các vị trí lấy mẫu đánh giá tại thôn làng ở các xã Ia Kênh, Chư Á và Biển Hồ đều có kết quả nằm trong ngưỡng an toàn. Cụ thể, biên độ hàm lượng coliform tại Ia Kênh trong khoảng 0,5±0,8 đến 2,6±0,5 CFU/100mL; tại Chư Á từ 0,6±1,0 đến 2,2±0,3 CFU/100mL; và tại Biển Hồ từ 0,4±0,6 đến 2,5±0,5 CFU/100mL. Có thể thấy, mật độ vi sinh trong nguồn nước cấp tại các xã ven đô thị thành phố Pleiku ở ngưỡng thấp và an toàn trong sử dụng cho mục đích sinh hoạt. Mặt khác, đối với hàm lượng E. coli phân tích các mẫu nước tại khu vực các xã ven đô thị thành phố Pleiku chưa phát hiện sự nhiễm bẩn phân trong nước sinh hoạt. Từ đó cho thấy chất lượng nước còn tốt và đáp ứng việc sử dụng cấp sinh hoạt cho người dân. Mặc dù vậy, trên phương diện phòng ngừa cũng cần những đánh giá mức độ rủi ro để làm cơ sở quản lý và bảo vệ tốt hơn sức khỏe cộng đồng [13].

3.2. Phân tích, đánh giá rủi ro vi sinh nước cấp sinh hoạt và đề xuất giải pháp

Đánh giá và quản lý rủi ro trong hệ thống cấp nước sinh hoạt là bước quan trọng trong việc thiết lập kế hoạch quản lý an toàn cấp nước. Đây là cách tiếp cận có tính toàn diện và mang tính hệ thống để quản lý chất lượng nước cấp cho các khu dân cư nông thôn và đô thị [23]. Trường hợp các hệ thống cấp nước đô thị tại thành phố Pleiku đã được áp dụng để đánh giá hệ thống và quản lý các rủi ro liên quan [13]. Đối với vùng ven đô thị Pleiku, đặc tính của vùng ven đô thị là sự kết hợp, giao thoa đặc điểm của vùng nông thôn và vùng đô thị. Nghiên cứu đã tập trung vào các khu dân cư vùng ven đô thị sử dụng các nguồn nước ngầm (nước giếng) sử dụng cấp nước cho các hoạt động sinh hoạt, ăn uống. Trong nghiên cứu này, đánh giá rủi ro được thực hiện cho các bước trong quá trình cấp nước (nguồn nước, lưu trữ, xử lý, sử dụng) [24]. Theo khảo sát 169 hộ gia đình tại 3 xã thuộc vùng ven đô thị Pleiku cho thấy 164 hộ sử dụng nước giếng làm nguồn nước cấp sinh hoạt. Trong đó, bao gồm 154 hộ gia đình (93,9%) sử dụng giếng đào và 10 hộ sử dụng giếng khoan (6,1%). Vì vậy việc quản lý nguồn nước giếng một cách hợp lý là bước quan trọng nhất trong việc cấp nước sinh hoạt. Tiếp theo bước lưu trữ, theo khảo sát người dân khu vực này thường sử dụng bồn trữ nước khoảng 1,5 – 2 m³. Đây là nơi mà các tác nhân gây ô nhiễm bên ngoài có thể gây ra ô nhiễm nguồn nước trong quá trình lưu trữ và sử dụng. Về phương pháp xử lý nước, hầu hết các hộ gia đình chỉ thực hành thao tác đun sôi trước khi sử dụng (99,5%). Trên cơ sở đó, Bảng 8 thể hiện kết quả tổng hợp ý kiến chuyên gia xác định mối nguy và đánh giá mức độ rủi ro khu vực ven đô thị Pleiku.

Bảng 8. Xác định mối nguy và mức độ rủi ro nước cấp sinh hoạt.

TT	Sự kiện mối nguy	Ý kiến (n)	Tỷ lệ (%)	Loại mối nguy	Xác suất xảy ra	Mức độ nghiêm trọng	Cấp độ rủi ro
Nguồn nước							
1	Hoạt động chăn nuôi xung quanh nguồn nước (nước thải và chất thải có thể xâm nhập nước ngầm)	5/5	100	Sinh học	5	3	Cao (15)
2	Nước thải và chất thải từ nhà vệ sinh xung quanh khu vực nguồn nước	5/5	100	Sinh học	2	3	Trung bình (6)
3	Sử dụng phân bón, thuốc trừ sâu xung quanh khu vực nguồn nước	4/5	80	Sinh học	2	3	Trung bình (6)
4	Chảy tràn bề mặt	5/5	100	Sinh học	2	3	Trung bình (6)
Lưu trữ							
5	Vệ sinh đường ống và bể chứa kém	5/5	100	Sinh học	2	3	Trung bình (6)
6	Ăn mòn, rò rỉ đường ống dẫn nước	4/5	80	Sinh học	1	2	Thấp (2)
7	Nhiễm bẩn từ nước mưa	5/5	100	Sinh học	2	3	Trung bình (6)

TT	Sự kiện môi nguy	Ý kiến (n)	Tỷ lệ (%)	Loại môi nguy	Xác suất xảy ra	Mức độ nghiêm trọng	Cấp độ rủi ro
8	Nhiễm bẩn phân từ động vật nuôi (môi trường xung quanh)	5/5	100	Sinh học	5	3	Cao (15)
9	Lưu trữ nước thời gian dài	4/5	80	Sinh học	2	3	Trung bình (6)
Xử lý – Sử dụng							
10	Thao tác vệ sinh, xử lý sơ bộ nước không đảm bảo	5/5	100	Sinh học	1	2	Thấp (2)
11	Nhiễm bẩn, xâm nhập vi sinh từ không khí và nước mưa	5/5	100	Sinh học	2	2	Thấp (4)

Quá trình khảo sát phần lớn các hộ dân vùng ven đô thị Pleiku đều có các hoạt động nông nghiệp (trồng trọt, chăn nuôi) quanh khu vực nhà ở và nguồn nước (146 hộ, tương ứng 89,0%), điều này chỉ ra rằng việc một số môi nguy tiềm tàng có mức độ rủi ro cao. Không những vậy, sự kết hợp ảnh hưởng từ yếu tố lượng mưa cũng có thể dẫn đến sự nhiễm bẩn vi sinh và chất lượng các nguồn nước mặt [25]. Nhìn chung, nguồn nước và bồn trữ nước có thể bị tác động và nhiễm bẩn phân từ các động vật nuôi (gà, vịt, chó, mèo, bò). Các môi nguy này có thể diễn ra hàng ngày và dẫn đến nguy cơ làm nước bị nhiễm bẩn vi sinh. Điều này sẽ gây ra nguy cơ tăng rủi ro, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khoẻ người dân (môi nguy số 1,4,8). Ngoài ra các hoạt động trồng trọt xung quanh cũng có thể tác động tới nguồn nước ngầm nông vì dư lượng của phân bón, thuốc trừ sâu chảy thấm xuống mạch nước ngầm [26]. Môi nguy này đặc biệt có thể xảy ra vào mùa mưa hoặc sau những đợt mưa lớn tạo dòng chảy ngầm xuống mạch nước ngầm (môi nguy số 3).

Bảng 9. Các biện pháp kiểm soát rủi ro.

Các môi nguy	Đề xuất giải pháp	Các bên tham gia
Tất cả các môi nguy	Tập huấn cách thức vệ sinh môi trường và bảo vệ nguồn nước, sử dụng nước an toàn hợp; xử lý nước đúng cách, thực hành đun sôi trước khi sử dụng	Hộ dân; Cán bộ môi trường xã; Phòng Tài nguyên & Môi trường thành phố
3,4	Tập huấn cách thức sử dụng phân bón hiệu quả gắn liền bảo vệ môi trường (lựa chọn phù hợp chủng loại, liều lượng, thời gian, khoảng cách...)	Hộ dân; Cán bộ nông nghiệp xã; Phòng Nông nghiệp & PTNT thành phố
1,8	Ngăn ngừa chăn thả gia súc, động vật gần khu vực nguồn nước sinh hoạt bằng việc sử dụng các biện pháp để rào, chắn khu vực giếng nước sử dụng, đảm bảo không để các nguồn nước thải, chất thải từ động vật, hoặc các nguồn khác xâm nhập	Hộ dân; Trung tâm Y tế dự phòng xã; Cán bộ nông nghiệp xã
2	Đảm bảo khoảng cách về nhà vệ sinh với nguồn nước, đồng thời sửa chữa, hoặc thải bỏ đúng quy định	Hộ dân; Trung tâm Y tế dự phòng xã; Phòng Nông nghiệp & PTNT thành phố

Các mối nguy	Đề xuất giải pháp	Các bên tham gia
5,6,10	Vệ sinh thường xuyên đường ống, bồn, bể chứa, dụng cụ đun nấu bếp	Hộ dân; Trung tâm Y tế dự phòng xã
5,6	Kiểm tra, sửa chữa nếu gặp sự cố rò rỉ, bể đường ống dẫn nước	Hộ dân; Trung tâm Y tế dự phòng xã
Tất cả các mối nguy	Tăng cường các quy định về công tác bảo vệ nguồn nước, vệ sinh môi trường quanh khu vực sống, đặc biệt khu vực nguồn nước sử dụng	Hộ dân; Cán bộ môi trường xã; Phòng Tài nguyên & Môi trường thành phố

Có thể thấy, nguồn nước ngầm từ giếng đào các khu vực vùng ven đô thị thường quan tâm đến các vấn đề nhiễm bản kim loại (sắt, mangan, asen) và vi sinh [27–28]. Theo kết quả kiểm tra chất lượng nước, rủi ro vi sinh (sinh học) cần được quan tâm trong các khu vực ven đô thị Pleiku. Vì vậy, nghiên cứu xem xét chú trọng công tác đánh giá và quản lý rủi ro một số khía cạnh vi sinh quan trọng nguồn nước cấp (Bảng 9). Cụ thể, với các mối nguy có mức độ rủi ro cao cần được ưu tiên đề xuất giải pháp quản lý kịp thời (mối nguy 1,8). Các mối nguy có cấp độ rủi ro trung bình cần thực hiện cải tiến các biện pháp hiện hữu và đề xuất các giải pháp mới để đảm bảo cấp độ rủi ro được kiểm soát mức thấp nhất (ví dụ: mối nguy 2,3,4,7). Đối với các mối nguy có mức độ rủi ro thấp chỉ thực hiện việc nhận diện để quản lý rủi ro trong các bước cấp nước (mối nguy 6,10,11). Như vậy, việc nhận diện các mối nguy và đánh giá rủi ro liên quan đến cấp nước rất quan trọng, giúp cải thiện và bảo vệ sức khỏe cộng đồng [29]. Tuy nhiên để người dân nhận diện, hiểu rõ các mối nguy và cấp độ rủi ro, việc tập huấn vệ sinh, an toàn cấp nước cần được thực hiện định kỳ bởi các cơ quan như: Sở Y tế, Trung tâm nước sạch & Vệ sinh môi trường nông thôn và Sở Tài nguyên & Môi trường, v.v.. [14]. Đồng thời việc tập huấn sử dụng phân bón, thuốc trừ sâu phục vụ nông nghiệp cần được tiến hành cũng như thải bỏ các loại bao bì, chất thải đúng quy định. Để đạt hiệu quả, các cơ quan chức năng cần nghiên cứu ban hành các quy định hoặc hướng dẫn về công tác bảo vệ nguồn nước, vệ sinh môi trường. Thêm vào đó, cần ngăn ngừa động vật nuôi tiếp xúc nguồn nước bằng việc thiết lập hàng rào an toàn, che chắn tránh tình trạng chất thải đi vào nguồn nước và đảm bảo khoảng cách nhà vệ sinh hợp lý để bảo vệ nguồn nước sinh hoạt. Ngoài ra, hoạt động kiểm tra sửa chữa đường ống, thiết bị dẫn nước, dụng cụ lưu trữ nước và sự chung tay các bên liên quan đến giải pháp bảo vệ hệ thống cấp nước sinh hoạt cũng cần được chú trọng [12, 14].

4. Kết luận

Cấp nước sinh hoạt an toàn là quan trọng trong việc duy trì cuộc sống, vì vậy kết quả đánh giá và quản lý rủi ro do vi sinh liên quan đến cấp nước sinh hoạt để phòng ngừa bệnh tật và đảm bảo sức khỏe cộng đồng dân cư rất cần thiết. Về kết quả chất lượng mẫu nước cấp sinh hoạt tại vùng ven đô thị thành phố Pleiku khá tốt, tuy nhiên trong quá trình cấp nước có nhiều mối nguy có thể tác động đến chất lượng nước, đặc biệt là các hoạt động chăn nuôi và trồng trọt xung quanh khu vực nguồn nước. Kết quả nghiên cứu đã xác định và phân hạng được các nhóm cấp độ rủi ro liên quan đến nước sinh hoạt với đặc thù khu vực ven đô thị ở thành phố Pleiku (tỉnh Gia Lai), khu vực Tây Nguyên. Trong đó, bao gồm 2 mối nguy có cấp độ rủi ro cao, 6 mối nguy trung bình và 3 mối nguy rủi ro thấp. Do đó, cần thực hiện việc tăng cường nhận thức của người dân về các mối nguy liên quan, thực hiện tốt công tác vệ sinh môi trường quanh khu vực nguồn nước. Công tác bảo trì bảo dưỡng và vệ sinh đường ống, bồn trữ nước cần thực hiện thường xuyên để ngăn ngừa các mối nguy tiềm tàng. Điều này giúp bảo vệ sức khỏe cộng đồng dân cư và an toàn trong sử dụng nước cấp vùng ven đô thị tại thành phố Pleiku, tỉnh Gia Lai, Việt Nam.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng: N.T.A., N.M.K.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.T.A., N.M.K., N.N.H.; Khảo sát, lấy mẫu và phân tích: N.T.A., N.M.K.; Xử lý dữ

liệu: N.M.K., N.T.A., N.N.H., B.Q.D.; Viết bản thảo bài báo: N.T.A., N.M.K.; Chỉnh sửa bài báo: N.T.A., N.M.K., N.N.H., B.Q.D.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được thực hiện bởi sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh (CS-CB20-PHGL-01). Ngoài ra, tập thể tác giả chân thành cảm ơn ThS. Trần Nguyễn Lâm Khương (Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh) đã hỗ trợ nhóm tác giả trong quá trình khảo sát thực hiện nghiên cứu này.

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

Tài liệu tham khảo

1. Bain, R.; Johnston, R.; Slaymaker, T. Drinking water quality and the SDGs. *NPJ Clean Water* **2020**, *3*, 37. <https://doi.org/10.1038/s41545-020-00085-z>.
2. Howard, G.; Bartram, J. Domestic Water Quantity, Service Level and Health. WHO Document Production Services, Geneva, 2003. Available online: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf (accessed on date March 17, 2021).
3. Prüss-Üstün, A.; Wolf, J.; Corvalán, C.; Bos, R.; Neira, M. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. World Health Organization, Geneva, 2016.
4. Hunter, P.R.; Chalmers, R.M.; Hughes, S.; Syed, Q. Self-reported diarrhea in a control group: a strong association with reporting of low-pressure events in tap water. *Clin. Infect. Dis.* **2005**, *40*, 32–34.
5. WHO, United Nations' Children's Fund. Water, sanitation and hygiene in health care facilities – Status in low – and middle-income countries and way forward. World Health Organization, Geneva, 2015. Available online: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-health-care-facilities/en/ (accessed on date March 13, 2021).
6. WB. Economic Assessment of sanitation interventions in Vietnam. World Bank, 2012. Available online: <https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/WSP-ESI-assessment-Vietnam.pdf> (accessed on date March 11, 2021).
7. WHO. Preventing diarrhoea through better water, sanitation and hygiene: exposures and impacts in low – and middle-income countries. World Health Organization, Geneva, 2014. Available online: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/gbd_poor_water/en/ (accessed on date March 13, 2021).
8. WHO. Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization, Geneva, 2004. Available online: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf (accessed on date March 11, 2021).
9. WHO. Sanitation safety planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta. World Health Organization, Geneva, 2015. Available online:

- https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/ssp-manual/en/ (accessed on date March 11, 2021).
10. Rickett, B.; Schmoil, O.; Renhold, A.; Barrenberg, E. *Water Safety Plan: A Field Guide to Improve Drinking Water Safety in Small Communities*. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2004, pp. 1–16.
 11. Lutendo, S.M.; Murembiwa S.M.; Paul R.H. Systematic risk management approach of household drinking water from the source to point of use. *J. Water Sanit. Hyg. Dev.* **2017**, 7(2), 290–299. doi: <https://doi.org/10.2166/washdev.2017.029>.
 12. WHO. Water safety in distribution systems. World Health Organization, 2014. Available online: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/water-safety-in-distribution-system/en/ (accessed on date March 21, 2021).
 13. Anh, N.A.; Ky, N.M.; Hai, N.N. Risk assessment and management in domestic water supply system in Pleiku city – Gia Lai province. *JST-UD* **2019**, 17, 50–55. doi: 10.31130/JST-UD2018-366.
 14. Anh, N.A.; Hai, N.N.; Trang, T.T.T; Dung, B.Q.; Ky, N.M. Analyzing stakeholder involvement in urban domestic water supply system – case study in Central Highland of Vietnam. *VN J. Hydrometeorol.* **2019**, 2-1, 56–65. [https://doi.org/10.36335/VNJHM.2019\(2-1\).56-65](https://doi.org/10.36335/VNJHM.2019(2-1).56-65).
 15. Bartram, J. (Eds.). *Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers*. World Health Organization and International Water Association, Geneva, 2009.
 16. WHO. *Guidelines for drinking-water quality*. World Health Organization, Geneva, 2011. Available online: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/ (accessed on date March 14, 2021).
 17. Hung, N.T.Q.; Danh, Đ.H.; Vũ, T.P.; Kỳ, N.M.; Tuấn, H.N.A. Nghiên cứu đánh giá hiện trạng sử dụng và chất lượng nước cấp sinh hoạt tại huyện Trảng Bàng, tỉnh Tây Ninh. *JS: ESS* **2018**, 34, 10–21. <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4251>.
 18. Bartram, J.; Cairncross, S. Hygiene, Sanitation, and Water: Forgotten Foundations of Health. *PLoS Med.* **2010**, 7, 1000367. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000367>.
 19. Zhang, J. The impact of water quality on health: Evidence from the drinking water infrastructure program in rural China. *J. Health Econ.* **2012**, 31, 22–134.
 20. Zhang, Y.; Han, X.; Niu, Z. Health risk assessment of haloacetonitriles in drinking water based on internal dose. *Environ. Pollut.* **2018**, 236, 899–906.
 21. Kỳ, N.M. Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước sinh hoạt của cộng đồng dân cư dân đảo Cù Lao Chàm. *HU JOS* **2013**, 87, 81–91.
 22. Yang, C.Y.; Cheng, M.F.; Tsai, S.S.; Hsieh, Y.L. Calcium, magnesium, and nitrate in drinking water and gastric cancer mortality. *Jpn. J. Cancer Res.* **1998**, 89, 124–130.
 23. WHO. *Water safety plan: Managing drinking-water quality from catchment to consumer*. World Health Organization, Geneva, 2005. Available online: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wsp0506/en/ (accessed on date January 25, 2021).

24. WHO. Water safety planning for small community water supplies: Step-by-step risk management guidance for drinking-water supplies in small communities. World Health Organization, Geneva, 2012. Available online: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/small-comm-water_supplies/en/ (accessed on date January 25, 2021).
25. Kỳ, N.M.; Hưng, N.T.Q.; Trâm, Đ.T.Q.; Dũng, B.Q. Nghiên cứu mối liên hệ giữa yếu tố lượng mưa và sự gia tăng trực khuẩn đường ruột (Fecal coliform) ở một số hồ Kinh thành Huế. *VN J. Hydrometeorol.* **2019**, *703*, 69–77.
26. Nouri, J.; Mahvi, A.H.; Jahed, G.R.; Babaei, A.A. Regional distribution pattern of groundwater heavy metals resulting from agricultural activities. *Environ. Geol.* **2008**, *55*, 1337–1343. <https://doi.org/10.1007/s00254-007-1081-3>.
27. Cam, P.D.; Lan, N.T.P.; Smith, G.D.; Verma, N. Nitrate and bacterial contamination in well waters in Vinh Phuc province, Vietnam. *J. Water Health* **2008**, *6*, 275–279. <https://doi.org/10.2166/wh.2008.027>.
28. Hoang, T.H.; Bang, S.; Kim, K.W.; Nguyen, M.H.; Dang, D.M. 2010. Arsenic in groundwater and sediment in the Mekong River delta, Vietnam. *Environ. Pollut.* **2010**, *158*, 2648–2658. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.20-10.05.001>.
29. Vieira, J.M.P. Water safety plans: methodologies for risk assessment and risk management in drinking-water systems. The fourth inter-celtic colloquium on hydrology and management of water resources, 2005. Available online: <https://aprh.pt/celtico/PAPERS/RT2P3.PDF> (accessed on date December 14, 2020).

Assessing the current situation and microbiological risks in domestic water supply in peri-urban areas: A case study in Pleiku, Gia Lai Province, Vietnam

Nguyen Tuan Anh¹, Nguyen Minh Ky^{1*}, Nguyen Ninh Hai¹, Bach Quang Dung²

¹ Nong Lam University of Ho Chi Minh City, Gia Lai Campus;

ngtuananh@hcmuaf.edu.vn; nnhai@hcmuaf.edu.vn; nmky@hcmuaf.edu.vn

² Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration; dungmmu05@gmail.com

Abstract: Assessing and managing risks in domestic water supply systems is an important step in establishing a water safety plan. The issue of microbiological risks in domestic water supply is of particular concern to prevent water-borne diseases. This study used an experimental method of collecting and examining domestic water samples, and also using a semi-quantitative method to assess the level of risk to hazards associated with the water supply system in the peri-urban areas in Pleiku city, Gia Lai Province, Central Highlands of Vietnam. The results of testing water samples in the laboratory showed that the water quality of domestic water is quite good and suitable for domestic water use. However, the water sample of G1-01 at Nhao 1 village – Ia Kenh commune had coliform content exceeding the standard of domestic water QCVN 01-1:2018/BYT (>3 CFU/100mL). Also, the results identified a number of important hazards associated with domestic water supply, including two hazards with high levels of risk related to agricultural (livestock) activities and six hazards with medium level. These hazards have been determined and given the priority to propose measures to mitigate the level of risks.

Keywords: Risk assessment; Microbiological risks; Domestic water supply; Peri-urban areas.