



Tài nguyên nước thải và lợi ích khi tái sử dụng nước thải

TS. ĐOÀN THỤY KIM PHƯƠNG

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gia tăng dân số và đô thị hóa đã gây ra áp lực lớn đối với nguồn tài nguyên nước. Hiện nay, 1/3 dân số toàn cầu đang phải sống ở những khu vực khan hiếm nước. Vì vậy, ưu tiên hàng đầu của các quốc gia trên thế giới là đẩy nhanh hành động nhằm khắc phục tình trạng ô nhiễm, đồng thời khai thác tiềm năng của nước thải, biến nước thải trở thành nguồn tài nguyên có giá trị, phục vụ nền kinh tế tuần hoàn (KTTH).

Tháng 8/2023, thông qua Báo cáo “Nước thải - Biến vấn đề thành giải pháp”, Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP) đã “tái định vị” nước thải như một cơ hội của KTTH, xem nó là nguồn tài nguyên có thể tái tạo, bảo tồn và quản lý bền vững. Theo Báo cáo, nước thải không được xử lý đúng cách là nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước, suy giảm đa dạng sinh học và là mối đe dọa lớn đối với sức khỏe con người. Nhưng khi được xử lý đảm bảo tiêu chuẩn, nước thải có thể trở thành nguồn tài nguyên có giá trị, có thể tái sử dụng, giúp giảm thiểu chi phí xử lý ô nhiễm và bảo vệ hệ sinh thái.

Bài viết nêu lên lợi ích của việc tái sử dụng nước thải, bài học kinh nghiệm của một số quốc gia trên thế giới và đề xuất giải pháp để tăng cường tái chế, tái sử dụng nước thải trên toàn cầu trong thời gian tới.

2. TÀI NGUYÊN NƯỚC THẢI VÀ NHỮNG RÀO CẢN ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆC TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI

2.1. Tài nguyên nước thải và lợi ích khi tái sử dụng nước thải

Nước là nguồn gốc của sự sống, đóng vai trò đặc biệt quan trọng đối với phát triển kinh tế - xã hội (KT-XH), đồng thời có chức năng cơ bản trong việc duy trì tính toàn vẹn của môi trường tự nhiên và hệ sinh thái. Tuy nhiên, hàng thập kỷ qua, việc quản lý tài nguyên nước thiếu tính bền vững do tiêu thụ nước quá mức và tình trạng ô nhiễm môi trường ngày càng tăng đã dẫn đến khủng hoảng nước trên toàn cầu. Vấn đề này càng trở nên trầm trọng do tác động của BĐKH, tốc độ gia tăng dân số và đô thị hóa nhanh chóng tại nhiều quốc gia trên thế giới. Cùng với sự phát triển KT-XH, khối lượng nước thải liên tục tăng hàng năm trên toàn cầu. Năm 2013, Sato và cộng sự ước tính lượng nước thải của thế giới là 330 tỷ m³/năm, chủ yếu phát sinh từ hoạt động sinh hoạt và sản xuất tại các đô thị, vào năm 2015, con số này đã tăng lên 360 - 380 tỷ m³/năm. Jones và cộng sự (2022) dự đoán đến năm 2030, khối lượng nước thải trên thế giới sẽ tăng lên khoảng 470 - 497 tỷ m³/năm.

Vai trò tiềm năng của việc tái sử dụng nước thải đã qua xử lý như một nguồn cấp nước thay thế các nguồn nước tự nhiên từ lâu đã được áp dụng và ưu tiên trong các chiến lược bảo vệ tài nguyên, môi trường, phát triển bền vững của nhiều quốc gia trên thế giới, mang lại các lợi ích cho xã hội, đóng góp đáng kể vào sự phát triển kinh tế toàn cầu. Tái chế, tái sử dụng nước thải có nhiều lợi ích như giảm tác động đến môi trường thông qua các quy trình, hệ thống tách/lọc nước thải hiện đại để loại bỏ các chất gây ô nhiễm; giảm nhu cầu nước; tiết kiệm nước; giảm chi phí y tế liên quan đến các vấn đề sức khỏe cộng đồng do nước thải gây ra; cải thiện môi trường đất, nước; giảm BĐKH thông qua việc giảm thiểu chất thải ra môi trường; đảm bảo an toàn sức khỏe cho con người...

Theo Jones và cộng sự (2022), khi được xử lý đúng cách, TNNT đã mang lại nhiều lợi ích cùng lúc như: Giảm sự phụ thuộc vào phân bón (đáp ứng tới 25% nhu cầu nitơ và photpho trong sản xuất nông nghiệp bằng cách tái chế các chất dinh dưỡng có nguồn gốc từ nước tiểu của con người); đa dạng hóa nguồn cung cấp năng lượng (cung cấp điện cho khoảng 1/2 tỷ người mỗi năm, dựa trên tiềm năng sản xuất khí mê-tan); tăng cường an ninh nước (lượng nước thải có tiềm năng tái sử dụng chưa được khai thác khoảng 320 tỷ m³/năm có thể đáp ứng khả năng tưới tiêu cho 40 triệu ha cây trồng).

Mặc dù có nhiều lợi ích cho kinh tế - môi trường - xã hội, nhưng hiện nay, chỉ có khoảng 11% tổng lượng nước thải sinh hoạt và công nghiệp trên toàn cầu được tái sử dụng. Như vậy, lượng nước thải có tiềm năng để tái sử dụng đang bị “lãng phí” là 320 tỷ m³/năm. Trong thập kỷ qua, nhiều nước đã có những tiến bộ trong xử lý và tái sử dụng nước thải với những công nghệ tái chế nước thải hiện đại, tuy nhiên, nước thải chưa được xử lý an toàn vẫn là một thách thức lớn của thế giới. Việc khai thác tiềm năng tài nguyên nước thải (TNNT) đòi hỏi phải áp dụng các quy trình thu gom và xử lý nghiêm ngặt để có thể thu hồi, tái sử dụng một cách an toàn. Hoạt động xử lý nước thải (XLNT) không đúng cách ảnh hưởng không nhỏ đến các nhóm dân cư dễ bị tổn thương, đặc biệt là trẻ em và phụ nữ. Vì vậy, cách tiếp cận toàn diện trong quản lý tài nguyên nước nói chung và TNNT nói riêng sẽ mang lại lợi ích cho xã hội, đảm bảo con người có thể dễ dàng tiếp cận với nguồn nước sạch, bảo vệ sức khỏe con người, đóng góp nhiều hơn cho tăng trưởng kinh tế.

2.2. Những rào cản ảnh hưởng đến việc tái sử dụng TNNT trên thế giới

Qua nghiên cứu, Jones và cộng sự (2021) nhận thấy rằng, tỷ lệ tái sử dụng nước thải đạt mức cao nhất ở khu vực Trung Đông, Bắc Phi, Tây Âu và các đảo quốc đang phát



triển. Đối với các nước có thu nhập cao, tỷ lệ này chiếm 52%. Trong khi đó, tỷ lệ tái sử dụng nước thải thấp nhất ở những khu vực có hoạt động thu gom và XLNT hạn chế (châu Phi cận Sahara, hoặc Nam Á); hoặc tại những khu vực có nguồn cung cấp nước dồi dào (Scandinavia, nơi tỷ lệ tái sử dụng nước thải chỉ dưới 5%).

Mặc dù, hiện nay, việc tái sử dụng nước thải ngày càng được các nước quan tâm hơn, nhưng vẫn có những rào cản và mối lo ngại trong quá trình tái sử dụng TNNT, khiến cho việc triển khai giải pháp này trên quy mô toàn cầu còn hạn chế. Những rào cản và mối quan tâm này bao gồm: (1) Việc thu hồi và tái sử dụng TNNT không được coi là ưu tiên trong chiến lược phát triển đất nước của các quốc gia, do đó, thiếu sự ủng hộ và quan tâm của cả hệ thống chính trị đối với vấn đề này; (2) Rào cản về quản trị, thể chế chính sách, các quy định pháp luật liên quan đến thu hồi và tái sử dụng nước thải (các chính sách không nhất quán; việc tuân thủ và thực thi pháp luật chưa nghiêm); (3) Cơ sở dữ liệu và thông tin về nguồn nước thải có tiềm năng tái sử dụng không đầy đủ, hoặc chưa cập nhật, thiếu dữ liệu phân tích theo giới tính và giám sát tiến độ thực hiện XLNT của các khu đô thị, doanh nghiệp, tổ chức, cá nhân; (4) Nguồn lực tài chính đầu tư cho công nghệ XLNT còn hạn chế; (5) Thói quen trong sinh hoạt, sản xuất, cũng như nhận thức và sự tin tưởng của cộng đồng về TNNT chưa có nhiều chuyển biến; (6) Năng lực của các bên liên quan trong quản lý nước thải, thu hồi và tái sử dụng tài nguyên chưa đáp ứng yêu cầu; (7) Còn tồn tại những lo ngại về môi trường và sức khỏe con người, cũng như rủi ro tiềm ẩn từ các chất ô nhiễm, mầm bệnh, tình trạng kháng kháng sinh và các chất gây ô nhiễm đáng lo ngại, bao gồm những chất ô nhiễm mới nổi và vi hạt nhựa hiện diện trong TNNT, hoặc nước tái chế.

Bên cạnh các vấn đề trên, vẫn còn một số thách thức khác như: Việc đầu tư cơ sở hạ tầng để XLNT rất tốn kém, công nghệ hiện đại, đòi hỏi nguồn vốn đầu tư công lớn, trong khi ngân sách của các nước dành cho việc này khá ít. Mặt khác, vấn đề quản lý nước thải liên quan đến nhiều ngành (nông nghiệp, công nghiệp, môi trường...) và chính sách của các ngành đôi khi còn mâu thuẫn, chồng chéo, gây khó khăn trong quá trình thực hiện. Đặc biệt, việc thay đổi cách thức quản lý nước thải phụ thuộc nhiều vào bối cảnh địa lý và sự phát triển KT-XH cụ thể của từng quốc gia.

3. BÀI HỌC KINH NGHIỆM CỦA MỘT SỐ QUỐC GIA TRÊN THẾ GIỚI TRONG TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI

Ở nhiều quốc gia trên thế giới, nước thải từ lâu đã được coi là tài nguyên và việc tái sử dụng nước thải được xem là biện pháp hữu hiệu để giảm các áp lực về tài nguyên nước. Một số quốc gia còn hướng đến chính sách “không xả thải” (zero discharge) hoặc lồng ghép việc tái sử dụng nước thải trong quy hoạch, quản lý nguồn nước. Bên cạnh những lợi ích về việc bổ sung nguồn nước cấp, hoạt động

tái sử dụng nước thải cũng có những nguy cơ gây tác động tiêu cực đến sức khỏe cộng đồng và môi trường. Vì vậy, nhiều quốc gia, tổ chức quốc tế đã nghiên cứu, ban hành các quy định, hướng dẫn về yêu cầu tối thiểu khi tái sử dụng nước thải, đầu tư nâng cấp công nghệ XLNT, thực hiện quản lý tổng hợp tài nguyên nước, nâng cao hiệu quả sử dụng nước trong các ngành sản xuất, cải thiện cơ sở hạ tầng về vệ sinh môi trường.

Dưới đây là một số ví dụ cho thấy hiệu quả trong việc đầu tư công nghệ XLNT, đảm bảo an toàn cho tái sử dụng, hoặc xây dựng chiến lược toàn diện về quản lý nước thải trong nền KTTH tại một số quốc gia.

Billund là doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực cấp nước, XLNT và cung cấp năng lượng, phục vụ cho thị trấn Billund (Đan Mạch). Billund bắt đầu hoạt động từ năm 1996, nhưng do áp lực từ việc giảm thiểu chi phí sản xuất, tăng sản lượng năng lượng và tạo ra nước sạch, đến năm 2017, Nhà máy đã chuyển đổi sang mô hình lọc sinh khối Billund. Nhà máy XLNT với công nghệ phân hủy yếm khí, kỵ khí kết hợp với xử lý bùn thải bằng công nghệ thủy phân, giúp tăng thu hồi biogas lên 20 - 40% so với thông thường, tận dụng lượng cặn bùn phát sinh để làm phân compost. Với công nghệ thủy phân nhiệt, bùn đặc được đun nóng từ 150 - 165°C trong 30 phút, làm phân giải tế bào sinh khối, tăng cường chuyển đổi chất rắn lơ lửng dễ bay hơi thành khí sinh học trong quá trình phân hủy kỵ khí, cải thiện khả năng khử nước của bùn. Ngoài ra, hàng năm, Nhà máy Billund thường xuyên đầu tư, đổi mới công nghệ như áp dụng lò phản ứng màng sinh học di chuyển ANITA™ Mox (MBBR), chuyển đổi amoniac thành nitơ bằng cách sử dụng vi khuẩn annamox; sử dụng Bộ lọc đĩa Hydrotech™ để đảm bảo vệ kiểm soát các chất dinh dưỡng trong nước thải... Qua đó, đảm bảo XLNT tối ưu, đồng thời giảm thiểu việc sử dụng năng lượng và hóa chất. Hiện nay, Nhà máy xử lý và tái tạo 98% lượng nước thải sinh hoạt của địa phương, đáp ứng nhu cầu tiêu thụ năng lượng cho 1.600 hộ gia đình mỗi năm, làm gia tăng tỷ lệ thu hồi nitơ và phốt pho cho sản xuất phân bón hữu cơ lên 18%, tạo ra doanh thu cho Nhà máy khoảng 200.000 USD/năm.

Một trong những thành công điển hình trong việc biến nước thải thành tài nguyên tại các quốc gia đó là cải tiến công nghệ theo hướng loại bỏ các chất ô nhiễm, tận dụng nguồn nước thải của nhà máy này để tuần hoàn và tái sử dụng cho mục đích khác. Đây chính là trọng tâm trong việc biến nước thải thành tài nguyên (Hiệp hội Nước Quốc tế [IWA] 2016; Voulvoulis 2018). Trong số các nước thành công, phải kể đến Israel - quốc gia tiếp cận KTTH thông qua tái chế, tái sử dụng nước thải cho nhu cầu sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp. Nhờ những ưu thế về khoa học công nghệ hiện đại và các chính sách đúng đắn của Nhà nước, Israel đã đạt bước tiến vượt bậc trên bản đồ thế giới trong lĩnh vực XLNT, góp phần xây dựng nền KTTH.

Là một trong những vùng đất khô cằn nhất trên thế giới, vì thế, đối với Israel, nước là nguồn tài nguyên vô



cùng quý giá. Với diện tích trên 20.000 km², trong đó 70% diện tích lãnh thổ là sa mạc, còn lại là đồi núi đá trọc, khí hậu khắc nghiệt, nhưng Israel đã áp dụng hiệu quả tiến bộ khoa học kỹ thuật vào sản xuất nông nghiệp, giải quyết tình trạng khan hiếm nước bằng cách tái sử dụng nước thải đã qua xử lý, tái chế nước thải thành nước sinh hoạt và biến nước mặn thành nước ngọt. Những năm qua, Israel đã xây dựng hàng chục nhà máy khử nước mặn trên khắp đất nước, thiết kế các hệ thống XLNT cho các khu định cư tạm thời (trại tị nạn) và vùng sâu vùng xa; hình thành hệ thống cấp nước tích hợp trên khắp cả nước; nước thải sinh hoạt hòa lẫn với nước ngầm, lọc qua nhiều quy trình, cấp độ khác nhau tùy theo mục đích sử dụng cho sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp.

4. GIẢI PHÁP ĐỂ TĂNG CƯỜNG TÁI CHẾ, TÁI SỬ DỤNG TNNT

Trong bối cảnh tình hình khủng hoảng an ninh nước, lương thực và năng lượng trên thế giới, việc phục hồi và tái sử dụng TNNT an toàn có thể là một cách hiệu quả để giải quyết các vấn đề như khan hiếm, cạn kiệt nguồn nước, ô nhiễm nước, BĐKH, an ninh năng lượng, duy trì hệ thống lương thực, bảo vệ sức khỏe con người và hệ sinh thái. Vai trò quan trọng của tài nguyên nước trong việc đảm bảo tương lai chung của thế giới đã được ghi nhận trong mục tiêu phát triển bền vững 6 (SDG 6) - 1 trong 17 Mục tiêu phát triển bền vững của Liên hợp quốc. SDG 6 kêu gọi các quốc gia cải thiện chất lượng nước, bao gồm giảm tỷ lệ nước thải chưa qua xử lý, tăng cường tái chế và tái sử dụng an toàn nước thải.

Vì thế, đã đến lúc, chúng ta cần phải thay đổi tư duy, nhận thức trong quản lý nước thải, coi nước thải là một nguồn tài nguyên có giá trị. Điều này chỉ có thể thực hiện được bằng cách kết hợp các giải pháp kỹ thuật với tăng cường năng lực, huy động đủ nguồn lực và xây dựng một chiến lược rõ ràng, cụ thể để tạo ra những thay đổi về văn hóa, xã hội, thể chế và quy định pháp luật, cũng như tăng cường đầu tư công nghệ trong xử lý, tái sử dụng nước thải. Qua đó, thu hồi các chất dinh dưỡng có giá trị (như N và P), năng lượng và nước từ nước thải đô thị, sản xuất nông nghiệp. Tuy nhiên, yêu cầu quan trọng đối với bất kỳ hoạt động thu hồi và tái sử dụng nước thải là phải đảm bảo an toàn cho con người, môi trường và hệ sinh thái.

Báo cáo “Nước thải - Biến vấn đề thành giải pháp” của UNEP dựa trên các nghiên cứu điển hình để đưa ra các biện pháp can thiệp và phương pháp tiếp cận thích hợp nhằm giải quyết những thách thức từ ô nhiễm nguồn nước, cạn kiệt tài nguyên. Báo cáo xác định ba nhiệm vụ chính và sáu giải pháp cụ thể để tối đa hóa cơ hội phục hồi TNNT và tái sử dụng an toàn. Theo đó, 3 nhiệm vụ chính gồm:

- *Giảm lượng nước thải phát sinh*: Tài nguyên nước ngọt phải được sử dụng có trách nhiệm hơn. Giảm nhu cầu tiêu thụ nước sẽ làm giảm lượng nước thải tạo ra, giúp cho việc

thu hồi và tái sử dụng nước thải trở nên khả thi hơn bằng cách giảm nhu cầu về năng lượng, cũng như chi phí thu gom và xử lý nước thải, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường, bảo vệ sức khỏe con người.

- *Ngăn ngừa và giảm thiểu ô nhiễm*: Cần phải quan tâm nhiều hơn đến việc giảm thiểu ngay tại nguồn các chất gây ô nhiễm đáng lo ngại trong nước thải (hợp chất hóa học, vi nhựa, hoặc hạt nano); tách và loại bỏ các hợp chất trong nước thải trước khi xả thải ra môi trường. Điều đó sẽ giúp cho việc XLNT được dễ dàng hơn, tiết kiệm chi phí xử lý, cũng như đảm bảo an toàn khi tái sử dụng TNNT.

- *Quản lý bền vững nước thải để thu hồi và tái sử dụng tài nguyên*: Có nhiều giải pháp thu gom, XLNT để thu hồi nguồn tài nguyên đạt tiêu chuẩn, do đó, cần đầu tư để tăng cường năng lực thu gom và xử lý nước thải, đảm bảo nước thải sau xử lý đạt tiêu chuẩn cho tái sử dụng, phù hợp với từng mục đích sử dụng.

Để thực hiện hiệu quả 3 nhiệm vụ trên, các nước cần tập trung vào các giải pháp sau:

(1) Đảm bảo việc thực thi pháp luật hiệu quả, minh bạch và công bằng nhằm tạo ra một môi trường chính trị và pháp lý thuận lợi cho tái sử dụng nước thải.

(2) Huy động nguồn lực đầu tư của tất cả các bên liên quan và tiếp cận với các nguồn tài chính khả thi để tối ưu hóa chuỗi giá trị nước thải; có chính sách ưu đãi, tạo điều kiện thuận lợi cho khu vực tư nhân trong kinh doanh và đầu tư công nghệ XLNT.

(3) Tăng cường thể chế, quy định pháp luật trong quản lý nước thải ở mọi cấp độ (từ địa phương đến toàn cầu) và nâng cao năng lực quản lý, thúc đẩy nghiên cứu, ứng dụng khoa học kỹ thuật vào XLNT.

(4) Tạo điều kiện cho đổi mới công nghệ, thiết lập các phương pháp tiếp cận mới và triển khai các giải pháp khác nhau, phù hợp với điều kiện KT - XH - môi trường.

(5) Nâng cao năng lực thu thập, quản lý thông tin dữ liệu môi trường nói chung và tài nguyên nước nói riêng.

(6) Đẩy mạnh truyền thông, nâng cao nhận thức cho cộng đồng về quản lý nước thải bền vững để góp phần thay đổi hành vi, thói quen trong sử dụng nguồn tài nguyên nước.

KẾT LUẬN

Nền KTTH hướng đến trọng tâm tăng cường quản lý tài nguyên nước phù hợp. Quản lý nước thải an toàn và phù hợp để phục hồi, tái sử dụng nguồn tài nguyên này, không chỉ đảm bảo an ninh nước, mà còn BVMT, cải thiện sức khỏe con người, bảo vệ đa dạng sinh học và tạo ra các cơ hội phát triển kinh tế. Để đạt được sự phục hồi tài nguyên từ nước thải sẽ cần có sự thay đổi toàn diện về chính sách, luật pháp và hành động, đầu tư đổi mới công nghệ, nâng cao nhận thức của cộng đồng xã hội trong quản lý nước thải bền vững■