



# Kinh nghiệm tái sử dụng nước thải ở các nước phát triển và công nghệ tái chế nước thải công nghiệp tại Việt Nam

HOÀNG THỊ THANH NGÀ

Quản lý Chương trình Bảo tồn nước

WWF Việt Nam

## THỰC TRẠNG Ô NHIỄM NGUỒN NƯỚC

Theo thống kê, Việt Nam có 108 lưu vực sông, trong đó có 9 hệ thống sông lớn: Hồng - Thái Bình, Bằng Giang, Kỳ Cùng, Mã, Cả, Vu Gia - Thu Bồn, Ba, Đồng Nai và sông Cửu Long. Tổng lượng nước mặt trung bình hàng năm khoảng 830 - 840 tỷ m<sup>3</sup>, trong đó chỉ có gần 40% tương đương 310 - 320 tỷ m<sup>3</sup> nước nội địa, còn lại đến từ nước ngoài. Trong nội địa lãnh thổ Việt Nam, tài nguyên nước đang gặp các vấn đề như vừa thừa, vừa thiếu và ô nhiễm. Tình trạng ngập úng xảy ra ở khắp cả nước vào mùa mưa, đặc biệt ở các khu vực Bắc miền Trung và đồng bằng sông Cửu Long. Khu vực Nam miền Trung lại khô hạn và đang trong diễn tiến sa mạc hóa. Chất lượng nước ở Việt Nam suy thoái một cách đáng lo ngại, với dấu hiệu của độc tính phát sinh từ các thành phố, khu công nghiệp và nông nghiệp.

Đặc biệt, tình trạng ô nhiễm nước mặt diễn ra nghiêm trọng ở các lưu vực sông có mức đô thị hóa và công nghiệp hóa như sông Hồng - Thái Bình và Đồng Nai. Dòng chảy qua các thành phố lớn bị ô nhiễm nặng. Nước dưới đất ở nhiều vùng đã bị ô nhiễm, khai thác quá mức đã dẫn đến gia tăng độ mặn và nồng độ các chất ô nhiễm. Trên sông Mê Công và sông Hồng, vấn đề này còn xảy ra cùng với xâm nhập mặn. Việt Nam nằm trong nhóm 30 nước có lượng nước thải lớn nhất thế giới. Giá trị quy đổi của hiệu suất sử dụng nước của nước ta lại thuộc vào nhóm thấp nhất thế giới: \$2.37 so với mức trung bình thế giới là \$19.42. Theo Báo cáo của Worldbank-Water Resource Group 2030, đây là mức thấp ngay cả khi so sánh với các nước ở cùng tiểu vùng sông Mê Công và ASEAN như Lào, Thái Lan, Campuchia, Philippines, Indonesia. Cũng theo Báo cáo, tác động của việc xả nước thải sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp chưa qua xử lý ảnh hưởng đến sức khỏe con người là tiêu cực nhất (53%), kế đến là tác động của xả nước thải công nghiệp chưa qua xử lý đã làm giảm năng suất canh tác (12%).

Ở phạm vi toàn cầu, ô nhiễm nguồn nước đã gây ra suy giảm đa dạng sinh học của hệ sinh thái nước ngọt ở mức cao nhất so với hai hệ sinh thái trên cạn và đại dương. Cụ thể đa dạng sinh học nước ngọt giảm 84% so với năm 1970, suy giảm ở hệ sinh thái trên cạn và đại dương lần lượt là 38% và 36%.

## KINH NGHIỆM TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI TẠI CÁC NƯỚC PHÁT TRIỂN

Tại Hoa Kỳ, Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA) đã cập nhật Hướng dẫn tái sử dụng nước vào năm 2012 nhằm thúc đẩy việc tái sử dụng nước toàn diện, hiệu quả và an toàn trong nền kinh tế. Bên cạnh các tiêu chuẩn chứng nhận cơ bản cần tuân thủ, Hướng dẫn nêu ra các yêu cầu kỹ thuật an toàn đối với việc xây dựng và vận hành cơ sở tái chế nước, như hệ cung cấp năng lượng dự phòng, hồ/bể dự phòng sự cố, tính linh hoạt của thiết bị ống và bơm để dẫn ngược dòng trong trường hợp sự cố, hệ thống kiểm soát trực tuyến tự động và báo động khi gặp lỗi vận hành... Hướng dẫn này cũng đưa ra việc xem xét các tác động của tiêu hao năng lượng cho hệ thống tái chế nước thải. Đến năm 2011, xấp xỉ 7-8% nước thải được tái sử dụng với nhiều mục đích khác nhau, trong đó có tới 37% lượng nước thải sinh hoạt. Nước được tái sử dụng cho các hoạt động ở đô thị (tưới cảnh quan và các sân golf); tái sử dụng nước cho nông nghiệp (trồng trọt, chăn nuôi); tái sử dụng nước cho các mục đích tạo khoảng không cách ly; tái sử dụng nước cho các mục đích môi trường (cấp nước cho vùng đất ngập nước, cấp nước duy trì dòng chảy sông suối); tái sử dụng nước cho các mục đích công nghiệp (sản xuất, làm mát, vệ sinh thiết bị...).

Ở Úc, tình trạng hạn hán diễn tiến nặng sau năm 2000 đã buộc Chính phủ liên bang đưa ra các quy định về sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả. Bang Victoria đã đưa ra Hướng dẫn chi tiết về các tiêu chuẩn nước thải sau xử lý có thể tái sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau, với loại A cho chất lượng nước cao nhất có thể dùng cho nước uống, tưới cây thực phẩm, công nghiệp, đến loại B, C và D thấp nhất chỉ sử dụng tưới cây phi thực phẩm. Các nhà máy tái chế nước được xây dựng và vận hành tập trung ở cấp bang, với các cấp xử lý sơ cấp, cấp hai, cấp ba và diệt khuẩn vi sinh vật bằng các công nghệ màng siêu lọc, màng nano, màng thẩm thấu ngược sau công đoạn xử lý sinh học.

Tại Nhật Bản, việc ứng dụng tái sử dụng nước đã có từ rất sớm do hạn chế về lượng nước ngọt. Năm 2005, Chính phủ đã ban hành tiêu chuẩn kỹ thuật về tái sử dụng nước thải với 7 thông số ô nhiễm cần kiểm soát ứng với các mục đích tái sử dụng nước thải khác



n nhau. Nước thải có thể được xử lý với chi phí thấp bằng công nghệ màng siêu lọc (UltraFiltration-UF) kết hợp chiếu tia cực tím (Ultraviolet-UV) để tái sử dụng trong nông nghiệp. Nước thải được xử lý bằng màng vi lọc (MicroFiltration-MF) và màng thẩm thấu ngược (Reverse Ormosis-RO) để tái chế nước thải với chi phí thấp, nước sau xử lý không chứa các chất phá hủy tầng ozon. Chi phí vận hành công nghệ màng lọc chỉ bằng một phần mười so với công nghệ xử lý hấp thụ than hoạt tính và nhựa trao đổi ion.

### CÁC CÔNG NGHỆ TÁI CHẾ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP TẠI VIỆT NAM

Để giải quyết vấn đề này, Chính phủ Việt Nam đã đưa ra nhiều biện pháp nhằm kiểm soát và ngăn ngừa ô nhiễm nguồn nước, đồng thời Chính phủ cũng đẩy mạnh việc thực thi các quy định pháp luật về kiểm soát ô nhiễm môi trường và áp dụng các biện pháp kỹ thuật tiên tiến để xử lý và tái sử dụng nước thải. Bộ TN&MT cũng đã ban hành một số quy chuẩn về tái sử dụng của nước thải, như tái sử dụng nước thải để tưới cây QCVN 08-MT:2015/BTNMT; tái sử dụng nước thải vệ sinh nhà xưởng (tùy theo yêu cầu thực tế); tái sử dụng nước thải cho sinh hoạt QCVN 01:2018/BYT; tái sử dụng nước thải cho phòng cháy chữa cháy cột B, QCVN 40:2011/BTNMT.

Hiện nay có 4 nhóm công nghệ tái chế được áp dụng trên thế giới và ở Việt Nam: Công nghệ lọc màng; công nghệ hóa hơi; công nghệ điện phân và trao đổi ion; công nghệ tuyển nổi khí hòa tan.



▲ Hình 1: 4 nhóm công nghệ tái chế nước thải công nghiệp thông dụng

**Nhóm công nghệ lọc màng** là vật liệu nhựa dẻo PolyVinylidene DiFlorua (PVDF) kết cấu dạng sợi rỗng, được phân thành 4 nhóm màng dựa theo kích cỡ lỗ rỗng, áp suất hoạt động và khả năng loại bỏ chất ô nhiễm trong nước.

- Màng vi lọc (Microfiltration-MF) có lỗ rỗng lớn nhất trong 4 nhóm từ 0.1 đến 5 micro mét ( $\mu\text{m}$ ), áp suất hoạt động 0.1 đến 3 bars, có khả năng lọc kém nhất, chỉ tách được vi khuẩn và phân tử muối ra khỏi nước.

- Màng siêu lọc (Ultrafiltration-UF) với lỗ rỗng có kích cỡ từ 20 nano mét (nm) đến 0.1 micro mét ( $\mu\text{m}$ ), áp suất hoạt động 2-10 bars, nâng cấp khả năng lọc hơn màng MF và loại bỏ được vi rút ra khỏi nước. Màng lọc nano (Nanofiltration-NF) có lỗ rỗng kích cỡ lớn hơn 1nm, áp suất hoạt động 5-10 bars và có thể tách bỏ ion ra.

- Màng lọc thẩm thấu ngược (Reverse Ormosis-RO) là loại màng có khả năng lọc tốt nhất, với lỗ rỗng từ 0.1-1nm, áp suất 10-100 bars, hoạt động theo nguyên tắc của trái tim màng bán thẩm ngược. Màng RO có thể lọc được ion đơn, như vậy có thể lọc hầu hết các tạp chất, ion, vi rút, vi khuẩn, chất hòa tan trong nước.

- Màng phản ứng sinh học (Membrane BioReactor-MBR) là công nghệ kết hợp màng lọc trong bể sinh vật hiếu khí hoặc kỵ khí. Sự kết hợp lọc màng và lọc sinh học giúp MBR hoạt động ở nước thải có nồng độ bùn cao hơn, giúp loại bỏ triệt để vi khuẩn, vi sinh vật có kích thước nhỏ như Coliform, E-coli.

Nhìn chung, công nghệ lọc màng có ưu điểm là có khả năng loại bỏ các tạp chất có kích cỡ siêu nhỏ, được thiết kế lắp đặt ở dạng module gọn nhỏ, dễ di chuyển hay nâng cấp công suất. Để bảo vệ màng lọc RO khỏi tắc nghẽn, các hệ thống xử lý tái chế nước thường lắp màng UF, NF hay MF trước để loại bớt nồng độ chất ô nhiễm. Dù giá thành màng lọc khá cao, chúng vẫn được sử dụng rộng rãi để tái chế các loại nước thải trong các ngành như thực phẩm, đồ uống, dược phẩm, dệt nhuộm.

#### Công nghệ điện phân và trao đổi ion

Công nghệ điện phân (ElectroDeIonization -EDI) sử dụng dòng điện để loại bỏ các ion trong nước thải, tạo ra nước có độ tinh khiết cao. Công nghệ này có ưu điểm là kích thước nhỏ gọn và tích hợp nhiều thiết bị trong một hệ thống. Nước sau xử lý bằng công nghệ EDI gần như "siêu tinh khiết" và có thể được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau. Các ngành công nghiệp như xi mạ, sản xuất dược phẩm, nghiên cứu và thí nghiệm đều sử dụng công nghệ này để tái sử dụng nước thải. Dù vậy, do chi phí vận hành cao và công suất hoạt động tương đối nhỏ, EDI vẫn chưa được ứng dụng rộng rãi ở Việt Nam. Cùng nhóm với EDI là công nghệ trao đổi ion. Hệ thống bao gồm các hạt nhựa Cation và Anion. Những hạt này cùng với nước thải/thủy cục/giếng khoan tham gia vào quá trình trao đổi ion H+ và OH-. Các ion H+ và OH- sau đó được kết hợp với nhau và tạo thành phân tử nước tinh khiết. Sau một thời gian sử dụng khi các hạt nhựa cạn kiệt ion để trao đổi, cần tái sinh hạt nhựa bằng hóa chất. Hạt nhựa trao đổi ion giúp loại bỏ các ion gây ô nhiễm trong nước thải triệt để, đặc biệt là các hợp chất



kim loại nặng và các chất phóng xạ, có thể thu hồi các thành phần kim loại tốt. Công nghệ này còn giúp làm mềm nước, có thể xử lý nước có độ cứng lên tới 150mg/l  $\text{CaCO}_3$ . Với đặc tính này, công nghệ trao đổi ion được áp dụng trong các nhà máy nhiệt điện, sản xuất thiết bị nhôm, kim loại, vi mạch điện tử, ngành dược, bệnh viện, phòng thí nghiệm, làm mềm nước lò hơi. Với tính năng làm mềm nước, nhiều hệ thống lọc nước đã kết hợp công nghệ màng UF với trao đổi ion, giúp tạo được nước có độ tinh khiết vừa đủ cho sản xuất đồng thời giá thành thấp hơn đầu tư màng RO.

**Công nghệ tuyển nổi khí hòa tan** (Dissolved Air Flotation-DAF) là quá trình hóa lý kết hợp không khí hòa tan vào nước dưới áp lực cao và lực hấp dẫn cùng các chất keo tụ. Các phần tử rắn và lỏng bị tách ra, không khí sục vào thành các bong bóng, bám trên các hạt rắn và cho tốc độ bay lên cao của chúng. Khi ở trên bề mặt, chất rắn - bùn - được kéo theo cơ học đến phễu. Tuyển nổi không khí hòa tan cho tốc độ nổi lên gấp 5 lần so với tốc độ lắng trong bể lắng thông thường, nhờ đó tiết kiệm thời gian và không gian. DAF loại bỏ được hầu hết chất rắn lơ lửng và phần lớn BOD, nhờ vậy được ứng dụng nhiều trong các ngành sản xuất, đặc biệt ngành giấy và chế biến thực phẩm.

**Công nghệ hóa hơi** (Evaporator) chuyển nước thải từ trạng thái lỏng sang trạng thái hơi, trong đó các chất hữu cơ, chất rắn và các chất ô nhiễm khác được tách ra và loại bỏ. Quy trình hóa hơi nước thải

bắt đầu bằng việc đưa nước thải vào một hệ thống chứa và tăng nhiệt độ. Nhiệt độ cao sẽ làm cho nước thải bay hơi và chất lỏng chứa các chất ô nhiễm sẽ cô đặc. Sau đó, hơi nước được thu gom và làm lạnh để chuyển đổi trở lại thành nước.

Công nghệ này có thể được lắp đặt trước màng RO để tạo ra dòng nước siêu tinh khiết. Các hệ thống tái chế nước thải công nghiệp thường thiết kế kết hợp hai loại công nghệ khác nhau để tối ưu hiệu quả xử lý loại bỏ chất ô nhiễm và hạ chi phí đầu tư ban đầu cũng như chi phí vận hành, bảo dưỡng hệ thống. Công nghệ hóa hơi được ứng dụng cho những loại nước thải rất khó để xử lý và tái sử dụng. Những loại nước thải như xi mạ, sản xuất thực phẩm nhiễm mặn, nước thải có hàm lượng muối cao. Các nhà máy sản xuất chế biến công, nông nghiệp nên lập thứ tự ưu tiên đối với các giải pháp hiệu quả. Theo đó, nhóm giải pháp giảm tiêu hao nước trong sản xuất và giảm sử dụng hóa chất nguyên vật liệu trong quy trình ướt cần được ưu tiên. Tiếp đến là nhóm giải pháp tăng cường năng lực quản lý nước nội vi trong nhà xưởng để giảm thất thoát rò rỉ nước. Đồng thời, khuyến khích các nhà máy tìm kiếm các cơ hội để tái sử dụng nước trong các quy trình sản xuất. Ví dụ: nước ngưng từ lò hơi được tái sử dụng cho nước hạ nhiệt. Nước hạ nhiệt được tái sử dụng cho nước giặt vải, rửa khuôn... Sau khi các nhóm giải pháp về hiệu suất nước, quản lý nước, tái sử dụng nước đã được thực hiện triệt để, nước thải sẽ được giảm thiểu về cả khối lượng lẫn nồng độ ô nhiễm. Lúc này, các doanh nghiệp với mục tiêu tuần hoàn nước sẽ xem xét tính khả thi để đầu tư một hệ thống tái chế nước thải để thu hồi nước sạch quay trở lại sản xuất.

## THỨC ĐẨY SỬ DỤNG TÀI NGUYÊN NƯỚC BỀN VỮNG TRONG TOÀN XÃ HỘI

Việt Nam cần có các chính sách hỗ trợ hữu hiệu đối với việc tái chế và sử dụng nước thải, đặc biệt là khung luật pháp và tăng cường mô hình quản trị nước có sự tham gia của doanh nghiệp. Về phạm vi áp dụng, cần xác định ưu tiên theo từng khu vực, ngành, dự án gây ô nhiễm nước. Để giúp các cơ quan liên quan, doanh nghiệp, người dân có thể biến mục tiêu thành hành động, Chính phủ cần đặt ra các chỉ tiêu cụ thể về sử dụng tài nguyên nước như năng suất nước, tỷ lệ tái sử dụng...

Để việc thực thi pháp luật đạt hiệu quả, cũng cần tăng cường năng lực quản trị và giám sát, công nghệ xử lý, tái chế, quản lý và chia sẻ rộng rãi các thông tin, dữ liệu về quan trắc, giám sát chất lượng môi trường. Đồng thời cần có sự thống nhất giữa các văn bản pháp luật để tạo điều kiện cho tuần hoàn nước.

Cùng với đó các cơ quan, tổ chức và cộng đồng doanh nghiệp cần tiến hành các chương trình chiến dịch truyền thông để nâng cao nhận thức của người dân về giá trị của tài nguyên nước, từ đó thúc đẩy hành động gìn giữ trân quý tài nguyên nước trong toàn xã hội■



▲ Hình 2: Hệ thống tái chế nước thải dùng công nghệ hóa hơi kết hợp với màng RO tại một nhà máy xi mạ