



Phát triển hệ thống màng năng lượng thấp để cung cấp nước cho người dân vùng lũ

ĐỖ SINH CUNG, ĐỖ KHẮC UẨN*

Trường Hóa và Khoa học Sự sống, Đại học Bách khoa Hà Nội

Tình trạng thiếu nước sạch sinh hoạt tại các khu vực chịu ảnh hưởng của thiên tai như mưa bão, lũ lụt gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến cuộc sống của người dân. Trong các khu vực này, các nguồn nước đều có nguy cơ bị ô nhiễm, các hệ thống công trình cấp nước bị hư hỏng, tê liệt. Đặc biệt do các hệ thống cấp nước nước tại các khu vực này thường sẽ không thể hoạt động do ngắt điện. Do đó, việc phát triển hệ thống cấp nước sinh hoạt không sử dụng điện năng, mà vẫn đảm bảo nguồn cấp nước sinh hoạt sạch hợp vệ sinh, đúng quy chuẩn, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống cho người dân vùng lũ là rất cần thiết. Bài báo tổng quan phân tích tình hình mưa lũ trong những năm gần đây, đánh giá tình trạng thiếu nước sạch và đánh giá việc phát triển hệ thống lọc nước sử dụng công nghệ màng lọc năng lượng thấp hoạt động hiệu quả trong điều kiện mưa lũ, có khả năng phù hợp trong điều kiện mất điện kéo dài. Giải pháp lọc nước bằng công nghệ màng năng lượng thấp có thể góp phần nâng cao chống chịu và bảo đảm sức khỏe cho người dân vùng thiên tai, đồng thời đóng góp vào chiến lược phát triển bền vững về nước sạch và vệ sinh môi trường cho các khu vực mưa lũ.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu làm gia tăng các trận mưa lớn gây ra tình trạng lũ lụt, ngập úng, ô nhiễm nguồn nước và nguy cơ gia tăng dịch bệnh tại nhiều tỉnh, thành phố ở Việt Nam, đặc biệt tại các tỉnh khu vực miền Bắc, miền Trung và Tây Nguyên, ảnh hưởng trực tiếp đến nhu cầu sinh hoạt hằng ngày của người dân [1,2]. Một trong những ảnh hưởng lớn mà người dân vùng lũ đối mặt phải chính là vấn đề thiếu nước sạch [3]. Các khu vực bị ngập nước, các nguồn nước bị ô nhiễm (bởi rác thải, xác động vật, nước bẩn); công trình cấp nước bị phá hủy hoặc vận hành không

ổn định do mất điện kéo dài khiến tình trạng cấp nước sạch sinh hoạt càng trở nên nghiêm trọng [4]. Do đó, nhu cầu về giải pháp lọc nước tại chỗ, hoạt động độc lập, hiệu quả phù hợp với điều kiện lũ lụt kéo dài trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết. Hiện nay, nhiều giải pháp lọc nước đã được nghiên cứu và triển khai. Tuy nhiên, phần lớn vẫn phụ thuộc vào nguồn năng lượng điện hoặc đòi hỏi chi phí đầu tư cao. Đối với người dân vùng lũ, giải pháp tối ưu cần đơn giản, dễ vận hành, lắp đặt, không cần điện hoặc sử dụng năng lượng tái tạo, đồng thời đảm bảo chất lượng nước sạch sinh hoạt. Công nghệ lọc màng năng lượng thấp nổi lên như một hướng đi tiềm năng và bền vững, có thể hoạt động với áp lực thấp, thậm chí dưới áp lực trọng lực, nhưng vẫn đảm bảo loại bỏ hiệu quả các chất ô nhiễm trong nước. Đây có thể trở thành giải pháp thực tiễn, hữu ích về lọc nước vừa đảm bảo chất lượng nước sạch sinh hoạt và phù hợp với điều kiện vùng lũ.

2. TÌNH HÌNH MƯA LŨ, THIÊN TAI Ở VIỆT NAM

Trong những năm qua, tại Việt Nam, thiên tai, mưa lũ, đã gây ra những thiệt hại vô cùng nghiêm trọng. Ví dụ, năm 2024, bão số 3 (Yagi) cùng hoàn lưu bão đã gây mưa lớn diện rộng toàn Bắc bộ, đây là một trong những đợt thiên tai nghiêm trọng, khốc liệt chưa từng có. Ngoài ra, các trận ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, những đợt mưa lớn xảy ra trên diện rộng, kéo dài nhiều ngày đã gây ngập lụt sâu, thiệt hại nặng nề về người và tài sản tại nhiều khu vực và tỉnh, thành phố nước ta. Bảng 1, 2, 3 thống kê các trận mưa lớn, lũ quét, sạt lở đất và thiệt hại do mưa lũ gây ra.

3. ĐẶC ĐIỂM SINH HOẠT CỦA NGƯỜI DÂN VÙNG LŨ

Do ảnh hưởng của thiên tai, mưa lũ nên các khu vực chịu ảnh hưởng của lũ lụt thường bị ngập sâu trong nước, đặc biệt là các khu vực ven sông, vùng trũng thấp, vùng sâu vùng xa, cuộc sống phải đối mặt với rất nhiều khó khăn [3]. Trong và sau khi lũ xảy ra, hệ thống điện thường bị gián đoạn do đường dây bị đứt, cột

Bảng 1. Thống kê các đợt mưa lớn tại Việt Nam giai đoạn 2024 – 2025 [6]

STT	Thời gian	Tên đợt mưa/ bão	Khu vực chịu ảnh hưởng	Lượng mưa (mm)
1	6/2024	Bão Koguma	Trung bộ	561
2	7/2024	Bão Prapiroon	Tây Bắc	300
3	8/2024	Mưa dông diện rộng kèm lốc, sét	Bắc bộ	-
4	9/2024	Bão Yagi	Bắc bộ	1.565
5	10/2024	Mưa lớn cuối mùa mưa	Trung bộ	332
6	6/2025	Bão Wutip	Trung bộ	768



Bảng 2. Thống kê các trận lũ quét, lũ cuốn và sạt lở đất tại Việt Nam năm 2024 [6]

STT	Thời gian	Loại thiên tai	Địa phương ảnh hưởng
1	Tháng 5/2024	Sạt lở đất	Lai Châu
2	Tháng 7-8/2024	Lũ cuốn	Quảng Bình
3	Tháng 9/2024	Lũ cuốn	Nghệ An
4	Tháng 9/2024	Sạt lở đất	Bắc Kạn
5	Tháng 9/2024	Sạt lở đất	Cao Bằng
6	Tháng 9/2024	Lũ quét	Lào Cai

Bảng 3. Tổng hợp thống kê ước tính thiệt hại do mưa lũ, thiên tai tại Việt Nam [6, 7]

STT	Thời gian	Tên đợt mưa/ bão	Khu vực chịu ảnh hưởng	Lượng mưa (mm)
1	6/2024	Bão Koguma	Trung bộ	561
2	7/2024	Bão Prapiroon	Tây Bắc	300
3	8/2024	Mưa dông diện rộng kèm lốc, sét	Bắc bộ	-
4	9/2024	Bão Yagi	Bắc bộ	1.565
5	10/2024	Mưa lớn cuối mùa mưa	Trung bộ	332
6	6/2025	Bão Wutip	Trung bộ	768

điện đổ hoặc trạm biến áp bị ngập nước; hệ thống công trình cấp nước sạch, lọc nước bị tê liệt, cô lập khiến việc nấu ăn, tắm giặt, cập nhật tin tức và liên lạc với bên ngoài của người dân không được thuận lợi. Ngoài ra, mưa lũ làm cho nguồn nước bị ô nhiễm nghiêm trọng do chứa nhiều rác thải, xác động vật,... các giếng nước, nguồn nước chính của nhiều hộ dân vùng lũ bị ngập lụt và nhiễm bẩn, ảnh hưởng đến nguồn cung cấp nước sạch và nhu cầu hàng ngày của người dân.

Việc sử dụng nguồn nước bị ô nhiễm cũng làm tăng nguy cơ bùng phát dịch bệnh. Những bệnh nguy hiểm thường gặp trong và sau lũ như tiêu chảy cấp, bệnh hô hấp, bệnh về da, bệnh về mắt, sốt xuất huyết,... xuất hiện ở trẻ em và người cao tuổi - những đối tượng dễ tổn thương nhất. Vệ sinh môi trường sau lũ cũng bị ảnh hưởng nặng nề khi rác thải và xác động vật không được xử lý kịp thời, đặc biệt là môi trường nước [7]. Trong ngắn hạn, việc cấp phát nước đóng chai, viên khử trùng nước, lắp đặt trạm cấp nước lưu động là những giải pháp thiết yếu giúp người dân vượt qua giai đoạn khẩn cấp. Tuy nhiên, về lâu dài, các địa phương cần được đầu tư hệ thống cấp nước an toàn, xây dựng các công trình trữ nước, lọc nước quy mô nhỏ trong cộng đồng. Người dân cũng cần được trang bị kiến thức về xử lý và sử dụng nước an toàn sau thiên tai. Đặc biệt, việc nâng cao khả năng chống chịu của cơ sở hạ tầng và hệ thống cấp thoát nước trước thiên tai đang là bài toán cần lời giải. Khi biến đổi khí hậu ngày càng khốc liệt, lũ lụt xảy ra với tần suất và cường độ lớn hơn, vấn đề nước sạch sẽ càng trở nên cấp bách hơn bao giờ hết.

Phương tiện đi lại chủ yếu trong vùng lũ là thuyền, ghe nhỏ, tuy nhiên không đủ cho toàn dân. Nhiều hộ dân không có phương

tiện di chuyển phải tự chế bè chuối, phao hoặc lới nước nguy hiểm để di chuyển. Tình trạng đuối nước, té ngã, trôi dạt vẫn thường xảy ra, đặc biệt với người già và trẻ em. Nhiều tuyến đường liên thôn, liên xã và quốc lộ bị ngập sâu hoặc bị sạt lở, khiến việc lưu thông bị tê liệt. Các điểm thường xuyên bị cô lập kéo dài từ 3 - 10 ngày, tùy vào mức độ lũ và địa hình khu vực. Việc di chuyển, đi lại khó khăn gây gián đoạn trong việc tiếp cận các hoạt động cứu trợ (ví dụ như: Nước sạch, nhu yếu phẩm, thuốc men,...). Bệnh nhân không thể đến trạm y tế hoặc bệnh viện, gây nguy hiểm cho người có bệnh lý nền hoặc sản phụ. Học sinh nghỉ học kéo dài do trường học bị ngập hoặc không có đường đến trường. Công tác cứu trợ, tiếp tế gặp nhiều khó khăn do địa bàn bị cô lập và thiếu phương tiện chuyên dụng. Ảnh hưởng đến sinh kế và đời sống hằng ngày, người dân không thể đi làm, đi chợ hoặc buôn bán, dẫn đến mất thu nhập và thiếu hụt lương thực. Tâm lý bất an, mệt mỏi do phải sống trong điều kiện bị cô lập, thiếu phương tiện hỗ trợ [6].

4. NHU CẦU SỬ DỤNG NƯỚC CỦA NGƯỜI DÂN VÙNG LŨ

Hai nhu cầu sử dụng nước cơ bản của người dân vùng lũ là: Ăn uống và vệ sinh cá nhân. Tuy nhiên, do nguồn nước bị ô nhiễm, cơ sở hạ tầng hư hỏng và điều kiện sống tạm bợ tại nơi sơ tán làm cho người dân càng khó tiếp cận với nguồn nước sạch. Việc đảm bảo cung cấp đủ nước sạch cho hai nhu cầu này là yếu tố then chốt nhằm duy trì sức khỏe, phòng ngừa dịch bệnh và ổn định cuộc sống sau thiên tai.

Nước uống và nước dùng để nấu ăn là nhu cầu sinh tồn thiết yếu. Trong điều kiện lũ lụt, người dân thường không còn khả năng tiếp cận với nguồn nước sạch do: Hệ thống cấp nước sinh hoạt bị ngắt hoặc hư hại, giếng nước ngập sâu, dễ bị nhiễm khuẩn, hóa chất hoặc mầm bệnh; nguồn nước mưa, nước lũ không đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm. Trong khi đó, các loại lương thực khô cần có nước sạch để chế biến. Nhiều khu vực bị lũ lụt không có đủ nước sạch cho nhu cầu tắm giặt. Dưới đây là một số giải pháp cung cấp nước cho nhu cầu ăn uống, tắm giặt, vệ sinh cho người dân vùng lũ (Bảng 4,5).



5. ẢNH HƯỞNG CỦA MƯA LŨ,
THIÊN TAI ĐẾN CẤP NƯỚC SẠCH

Ảnh hưởng của mưa lũ làm ô nhiễm chất lượng nguồn nước, phá hủy hạ tầng cấp nước và gián đoạn cung cấp nước sạch. Nước lũ cuốn theo rác thải vào sông, suối, hồ; chất hữu cơ trong rác thải phân hủy làm giảm lượng oxy, ảnh hưởng đến chất lượng nước và hệ sinh thái thủy sinh; hóa chất độc hại như dầu mỡ, chất tẩy rửa từ nhà máy, khu công nghiệp bị lũ cuốn trôi vào nguồn nước gây ô nhiễm kim loại nặng; phân bón, thuốc trừ sâu từ ruộng đồng bị nước cuốn vào sông hồ, làm tăng nồng độ nitrat và photphat, gây ô nhiễm nguồn nước sinh hoạt; ở các khu vực ven biển, triều cường và bão lớn đẩy nước mặn vào sâu trong đất liền, làm nhiễm mặn nguồn nước ngầm; nước lũ làm ngập đất phèn, hòa tan các ion kim loại độc hại như sắt, nhôm, làm giảm độ pH của nước; nước bẩn chứa vi khuẩn (E. coli, tả, lỵ, thương hàn,...) dễ lây lan khi nguồn nước sạch bị ô nhiễm; xác động vật chết, chất thải chưa xử lý từ cống rãnh, nhà vệ sinh bị nước cuốn trôi làm gia tăng nguy cơ dịch bệnh [7]. Các nhà máy xử lý nước bị ngập lụt, làm hỏng máy bơm, hệ thống lọc và hóa chất xử lý nước; bể chứa nước bị sạt lở, nứt vỡ, khiến nước sạch bị lẫn tạp chất hoặc mất hoàn toàn; giếng nước ngầm bị nước bẩn thấm vào, làm ô nhiễm nguồn nước ngầm. Đường ống dẫn nước bị vỡ do sạt lở đất, va chạm mạnh với dòng nước lũ hoặc cây cối, công trình sập đổ đè

lên, các mối nối bị rò rỉ, tạo điều kiện cho nước bẩn thấm vào nguồn nước sạch. Hệ thống trạm bơm nước không vận hành do hư hỏng, mất điện, việc khởi động lại sau thiên tai mất nhiều thời gian do cần kiểm tra an toàn và sửa chữa hệ thống. Do hệ thống cấp nước bị ảnh hưởng, nguồn nước sạch không thể đến tay người dân, gây ra tình trạng khan hiếm, mất nước sạch [8].

6. Đánh giá các biện pháp có khả năng cấp nước cho người dân vùng lũ

6.1. Biện pháp lọc chậm

Hệ thống lọc chậm sử dụng vật liệu dạng cát sỏi để lọc nước đục, nước bẩn để sử dụng cho ăn uống và sinh hoạt hàng ngày. Hệ thống lọc cát sỏi có cấu tạo đơn giản, chi phí thấp, vật liệu dễ kiếm tại địa phương, ít tiêu hao năng lượng. Tuy nhiên, tốc độ lọc chậm, chỉ loại bỏ được phần lớn tạp chất lơ lửng và một phần vi sinh vật; hệ thống công kênh, khó triển khai nếu cần di dời lắp đặt nhanh. Không thể xử lý được các chất hóa học hòa tan trong nước như: Kim loại nặng (asen, chì, thủy ngân,...), hợp chất hữu cơ (phân bón, thuốc trừ sâu,...), muối khoáng. Ngoài ra, hệ thống dễ bị tắc do cặn rác, tảo hoặc bùn tích tụ đặc biệt là nguồn nước sau lũ lụt, nước sau khi lọc bằng hệ thống lọc cát sỏi chưa đủ an toàn để uống trực tiếp, cần thêm bước khử trùng (đun sôi, dùng Cloramin B) để đảm bảo an toàn [8]. Do đó, hệ thống lọc cát sỏi không phù hợp để cấp nước sạch cho người dân trong điều kiện vùng lũ.

6.2. Biện pháp keo tụ và khử trùng

Hóa chất keo tụ phổ biến là: alum hay còn gọi là phèn chua hoặc phèn nhôm có công thức hóa học là $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, thường được dùng để loại bỏ các hạt bẩn, đất, sét, hữu cơ lơ lửng trong nước. Phèn chua giúp các tạp chất kết dính lại thành mảng lớn rồi chìm xuống đáy, giúp nước trở nên trong hơn. Khi hòa tan trong nước, phèn chua bị thủy phân tạo thành kết tủa $Al(OH)_3$ là một chất keo dạng bông, có khả năng hấp phụ và kéo theo các hạt cặn, đất, vi khuẩn, chất hữu cơ,... lơ lửng trong nước, tạo thành các bông cặn lớn hơn. Các bông cặn này sau đó sẽ lắng xuống đáy, giúp làm trong phần nước phía trên. Phương pháp dùng phèn chua để làm trong nước tuy là phương pháp dễ làm, chi phí thấp. Tuy nhiên, biện pháp này cần dự trữ hóa chất, thụ động và phải kiểm soát liều lượng hóa chất, dẫn đến việc chất lượng nước không đảm bảo vệ sinh an toàn; chỉ tách các tạp chất lơ lửng mà không kiểm soát được các thành phần ô nhiễm khác, đặc biệt là vấn đề vi sinh vật gây bệnh. Ngoài ra, phèn chua làm giảm pH của nước, làm cho nước

Bảng 4. Giải pháp về nhu cầu nước cho ăn uống [6]

STT	Giải pháp	Mô tả
1	Cung cấp nước đóng chai	Ưu tiên cho hộ có người già, trẻ nhỏ, người bệnh
2	Phát viên khử khuẩn nước	Hướng dẫn sử dụng đúng cách giúp xử lý nước tại chỗ hiệu quả
3	Tổ chức bếp ăn tập trung	Tiết kiệm nước và đảm bảo an toàn thực phẩm cho cộng đồng
4	Lắp đặt máy lọc nước cơ động	Có thể đặt tại các điểm sơ tán, trường học, trạm y tế

Bảng 5. Giải pháp nhu cầu nước cho tắm giặt, vệ sinh [6]

STT	Giải pháp	Mô tả
1	Phát xà phòng, khăn, nước rửa tay khô	Đảm bảo tối thiểu điều kiện vệ sinh nếu thiếu nước
2	Hỗ trợ quần áo khô, chăn màn sạch	Giảm nhu cầu giặt giũ trong điều kiện khó khăn
3	Tận dụng nước mưa và truyền thông xử lý nước an toàn	Hướng dẫn người dân cách lọc và khử khuẩn nước hiệu quả tại nhà



có tính axit nhẹ điều này làm ảnh hưởng đến vị nước, không tốt khi dùng kéo dài; không loại bỏ được các chất ô nhiễm hóa học như: Kim loại nặng, phân bón, thuốc trừ sâu,... [9]. Tóm lại, phèn chua chỉ làm trong nước thông qua quá trình keo tụ - lắng cặn, không phải là phương pháp khử trùng triệt để nên nước sau khi dùng phèn chua không nên để ăn uống trực tiếp.

Khử trùng nước bằng cloramin B là cách phổ biến để tiêu diệt vi sinh vật trong nước nhờ vào khả năng oxy hóa mạnh của hợp chất chứa clo. Tuy nhiên, khi dùng cloramin B tốc độ diệt khuẩn chậm hơn nên cần thời gian tiếp xúc lâu hơn (ít nhất 30 phút trở lên), ảnh hưởng đến quá trình xử lý nước nhanh trong tình huống khẩn cấp. Ngoài ra, cloramin B có thể tạo các chất phụ như: cloramin, trihalomethanes (THMs), các chất này có thể gây kích ứng da, mắt hoặc có nguy cơ ung thư nếu tồn tại trong nước uống lâu dài; cloramin B cũng không xử lý được kim loại nặng, phân

bón, thuốc trừ sâu,... (những thành phần có nhiều trong nước lũ). Do đó, biện pháp keo tụ và khử trùng nước bằng phèn nhôm và cloramin B chỉ là phương pháp sơ bộ ban đầu, để có thể có nước sạch dùng cho ăn uống cần thêm các hệ thống lọc tiếp theo (RO) [8]. Tuy nhiên, trong điều kiện lũ lụt để các hệ thống lọc RO hoạt động gần như là không khả thi.

6.3. Hệ thống lọc nước cầm tay di động

Hệ thống lọc nước cầm tay di động là thiết bị có kích thước nhỏ gọn, được thiết kế nhằm cung cấp nguồn nước sạch tạm thời trong các điều kiện không có hệ thống cấp nước sạch đạt tiêu chuẩn. Dưới đây là bảng thống kê một số loại thiết bị lọc nước cầm tay phổ biến trên thị trường (Bảng 6).

Thiết bị lọc nước di động cầm tay có ưu điểm nhỏ gọn, dễ sử dụng, dễ mang theo, có hiệu quả tốt, đa phần không cần nguồn điện, loại bỏ hiệu quả vi khuẩn, cặn bẩn, mùi và vị khó chịu, chất lượng nước đảm bảo.

Tuy nhiên, thiết bị này cho ra lượng nước nhỏ và đặc biệt giá thành rất cao, không phù hợp cho bà con vùng lũ khi điều kiện kinh tế còn khó khăn. Vì vậy, hệ thống này chỉ phù hợp cho cá nhân với các hoạt động ngoài trời như cắm trại, đi phượt, leo núi.

7. TRIỂN VỌNG PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG LỌC MÀNG TỰ CHẢY CHO NGƯỜI DÂN VÙNG LŨ

Trong hoàn cảnh mưa lũ thiên tai, cơ sở hạ tầng bị tê liệt, điện, nước, đường giao thông đều có thể bị phá hủy. Người dân sống trong tình trạng thiếu thốn vật chất nghiêm trọng, không có điều kiện nấu nước, đun sôi hoặc mua nước đóng chai. Nước sinh hoạt chỉ có thể lấy từ nguồn tạm thời như nước lũ, ao hồ, vũng trũng - vốn bị ô nhiễm và chứa nhiều mầm bệnh. Trong giai đoạn khẩn cấp, mục tiêu không phải là cung cấp đầy đủ tiện nghi, mà là đảm bảo sự sống và sức khỏe cơ bản. Nước sạch để uống, nấu ăn, rửa tay, vệ sinh cá nhân là yêu cầu không thể thiếu. Chỉ cần có một lượng nhỏ nước sạch, người dân đã có thể tránh mắc các bệnh tiêu hóa cấp tính, giữ gìn vệ sinh cá nhân để phòng tránh nhiễm trùng, bảo vệ trẻ nhỏ, người già - những người có sức đề kháng yếu.

Nguồn nước bị ô nhiễm ở các khu vực hay xảy ra thiên tai, mưa lũ sẽ gây ra với các bệnh như lỵ và tiêu chảy. Do

Bảng 6. Một số thiết bị lọc nước cầm tay trên thị trường [6]

STT	Thông số kỹ thuật	Hãng sản xuất	Giá thành (VNĐ)
1	MITSUBISHI CLEANSUI EJ103 + Lưu lượng lọc: 0,1 L/phút + Thể tích sau lọc: 1,5L	Mitsubishi Nhật Bản	1.296.000
2	MITSUBISHI CLEANSUI EJ102 + Lưu lượng lọc: 0,1 L/ phút + Thể tích sau lọc: 1L	Mitsubishi Nhật Bản	1.561.091
3	MITSUBISHI CLEANSUI EJ101 + Lưu lượng lọc: 0,1 L/ phút + Thể tích sau lọc: 900 ml	Mitsubishi Nhật Bản	972.000
4	DREAMER DHA -WAP125W + Lưu lượng lọc: 42 L/giờ + Thể tích sau lọc: 1,5L	Dreamer – Úc, Trung Quốc	1.190.000
5	Barrier Style + Lưu lượng lọc: 0,2-0,5 L/ phút + Thể tích sau lọc: 1L	Zao Mettem Technology Nga	650.000
6	Barrier Twist + Lưu lượng lọc: 0,2-0,5 L/ phút + Thể tích sau lọc: 1,4L	Zao Mettem Technology Nga	550.000
7	Barrier Smart + Lưu lượng lọc: 0,2-0,5 L/ phút + Thể tích sau lọc: 1,4L	Zao Mettem Technology Nga	680.000
8	BRITA Marella Memo White + Lưu lượng lọc: 25 L/ tuần + Thể tích sau lọc: 1,4L	BRITA, Đức	1.500.000
9	BRITA Marella Aluna MX Pro White + Lưu lượng lọc: 25 L/ tuần + Thể tích sau lọc: 1,4L	BRITA, Đức	1.690.000
10	Prenium đồng hồ điện tử + Lưu lượng lọc: 0,5 L/ phút + Thể tích sau lọc: 1,7L	Aquaphor, Mỹ	1.260.000



đó, việc phát triển hệ thống lọc nước đơn giản, hiệu quả và đảm bảo vệ sinh là rất cần thiết để bảo vệ sức khỏe cộng đồng và giảm thiểu nguy cơ mắc các bệnh truyền nhiễm liên quan đến nước [8]. Hệ thống lọc màng năng lượng thấp cung cấp nước sạch đạt tiêu chuẩn ăn uống theo QCVN 01 - 1:2024/ BYT cho người dân vùng thiên tai, đặc biệt là vùng lũ. Hệ thống được vận hành bằng nguồn năng lượng thấp (theo nguyên tắc lọc tự chảy, dựa vào thế năng của cột nước), lắp ráp gọn, lọc hiệu quả vi khuẩn, tạp chất, chi phí đầu tư tương đối thấp, có thể vận hành linh hoạt, phù hợp với vùng thiếu điện và sau thiên tai, chất lượng đầu ra đạt tiêu chuẩn ăn uống, có thể mở rộng quy mô, nhân rộng mô hình; là một giải pháp hiệu quả và bền vững để cung cấp nước sạch cho người dân ở vùng lũ, nơi thường thiếu điện và nguồn nước bị ô nhiễm nghiêm trọng.

Trong điều kiện bình thường, khi nước bắn chảy từ trên xuống dưới tác dụng của trọng lực, các chất ô nhiễm sẽ bị giữ lại trên bề mặt của màng lọc chủ yếu theo các cơ chế sàng. Các chất ô nhiễm ngày càng được tích tụ và có khả năng tạo thành lớp vật liệu lọc thứ cấp, giúp tăng cường khả năng giữ các chất ô nhiễm tiếp theo. Quá trình này sẽ quyết định đến năng suất lọc của hệ thống lọc màng. Hệ thống hoạt động hoàn toàn nhờ trọng lực, phù hợp với vùng lũ, nơi không có điện. Hệ thống này có khả năng lắp đặt linh hoạt, chỉ cần tạo đủ độ cao chênh lệch, và định kỳ vệ sinh, làm sạch bề mặt màng lọc.

8. KẾT LUẬN

Hệ thống lọc màng năng lượng thấp có khả năng loại bỏ các tác nhân gây ô nhiễm như chất rắn lơ lửng, tạp chất hữu cơ, vi sinh vật đảm bảo chất lượng nước đạt tiêu chuẩn sinh hoạt. Hệ thống hoạt động hoàn toàn bằng trọng lực tự nhiên hoặc vận hành bằng lực cơ học đơn giản, hạn chế phụ thuộc vào nguồn điện lưới, từ đó nâng cao khả năng ứng dụng trong điều kiện thiên tai, lũ lụt mất điện kéo dài. Hệ thống có cấu trúc gọn nhẹ, dễ dàng lắp đặt, vận hành và bảo trì với chi phí đầu tư và duy trì ở mức thấp, đáp ứng yêu cầu về tính bền vững, khả năng nhân rộng và phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội tại các khu vực thường xuyên xảy ra lũ lụt. Hệ thống lọc này là cơ sở để phát



Hình ảnh về cấu tạo, loại màng lọc và hệ thống lọc màng năng lượng thấp [9]

triển các giải pháp công nghệ lọc nước năng lượng thấp, có giá trị thực tiễn cao trong việc tăng cường khả năng ứng phó, giảm nhẹ tác động của thiên tai đối với cộng đồng dân cư■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Khánh Ly, 2024 - Một năm thiên tai hoành hành (17/12/2024).
2. Toàn Thắng. Trên 562.000 khách hàng các tỉnh miền núi phía Bắc bị gián đoạn cung cấp điện do ảnh hưởng của mưa lũ (10/9/2024).
3. Phương Nhi. Chính sách tín dụng cấp nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn (15/7/2024).
4. Trung tâm Kiểm soát bệnh tật Thành Phố (HCDC). Tuần lễ Quốc gia Nước sạch và Vệ sinh môi trường năm 2025: Nước sạch vì một nông thôn xanh, bền vững (27/4/2025).
5. Nguyễn Hoài. Thiên tai bão lũ, chính quyền 2 cấp cần gỡ 'nút thắt' ứng phó từ cơ sở (12/8/2025).
6. Đỗ Sinh Cung, Nghiên cứu, phát triển hệ thống lọc màng năng lượng thấp để cấp nước cho người dân vùng lũ. Đồ án đề xuất (DX6000), Đại học Bách khoa Hà Nội 5/2025.
7. Ban chỉ đạo trung ương về phòng chống thiên tai. Báo cáo tình hình bão, mưa lũ, thiệt hại và nhu cầu hỗ trợ khẩn cấp khắc phục hậu quả tại các tỉnh miền Trung và Tây Nguyên, 2020.
8. Trần Đức Hạ, Trần Đức Minh Hải (2020), Nghiên cứu xử lý nâng cao một số loại nước thải bằng màng siêu lọc (UF) để tái sử dụng cho các mục đích cấp nước phi ăn uống. Tạp chí Môi trường số Chuyên đề III/2020.
9. Đỗ Khắc Uẩn, Nguyễn Văn Hoàng (2025), Nghiên cứu phát triển hệ thống lọc màng tự chảy tiết kiệm năng lượng. Tạp chí Khoa học & Công nghệ, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp, chấp nhận đăng ngày 4/7/2025.