

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC VÙNG CỬA SÔNG VÀ BIỂN VEN BỜ ĐỂ ĐỊNH HƯỚNG GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ XỬ LÝ PHÙ HỢP CHO MỤC ĐÍCH CẤP NƯỚC SINH HOẠT

PGS.TS Trần Đức Hạ¹; ThS.NCS Nguyễn Quốc Hòa¹

Tóm tắt: Nhu cầu cấp nước sinh hoạt ngày càng gia tăng nhưng nguồn nước ngọt vùng ven biển Việt Nam ngày càng khan hiếm do ô nhiễm bởi các hoạt động kinh tế xã hội ở đây và nguồn thải từ đất liền vận chuyển ra. Sự biến đổi khí hậu cũng ảnh hưởng rõ rệt đến sự khan hiếm nguồn nước này. Bài báo đánh giá chất lượng nước và khả năng sử dụng nước từ các vùng cửa sông và ven biển để cấp nước sinh hoạt. Nội dung nghiên cứu công nghệ màng lọc xử lý nước lợ và nước mặn vùng cửa sông và ven biển để cấp nước sinh hoạt cũng được đề cập đến trong bài báo.

Summary: The municipal water demand is increasing but the freshwater resources in coastal area in Vietnam increasingly scarce due to marine pollution from social - economic activities and from wastewater discharged to a sea. The climate change impacts are also significant to the water resources. This paper assesses the water quality and the ability to use water resources from the estuaries and coastal areas for municipal water supply. The issue of study on membrane filter treatment technology of brackish and saline water in estuaries and coastal areas for domestic water supply is also mentioned in the paper.

Nhận ngày 12/8/2011; chỉnh sửa 12/9/2011; chấp nhận 30/9/2011

1. Nhu cầu cấp nước sinh hoạt cho dân cư vùng ven biển nước ta

Việt Nam có 3260 km bờ biển, hàng trăm đảo và cửa sông. Vùng ven biển và hải đảo nước ta có 115 huyện thị với gần 18 triệu người sinh sống, chủ yếu là nghề cá, kết hợp với các nghề truyền thống khác như làm muối, vận tải ven bờ, dịch vụ du lịch, nông nghiệp. Trong những năm gần đây, với chiến lược phát triển đất nước theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa và hội nhập quốc tế, hoạt động sản xuất và khai thác tài nguyên ven biển rất sôi động. Trong Chiến lược Biển Việt Nam đến năm 2020, nước ta phải phấn đấu để trở thành một quốc gia mạnh và giàu từ biển, bảo vệ vững chắc chủ quyền quốc gia trên biển, góp phần giữ vững ổn định và phát triển đất nước, kết hợp chặt chẽ giữa phát triển kinh tế - xã hội với đảm bảo quốc phòng, an ninh và bảo vệ môi trường. Các trung tâm kinh tế lớn vùng duyên hải sẽ gắn với các hoạt động kinh tế biển làm động lực quan trọng đối với sự phát triển của cả nước.

Tài nguyên nước mặt phân bố không đều trong lãnh thổ và biến đổi mạnh theo thời gian, do đó tình trạng thiếu nước ngọt đã và đang xảy ra ở nhiều nơi, nhất là vùng đồng bằng ven biển. Sự phát triển kinh tế xã hội yêu cầu lượng nước cần dùng tăng lên và tình trạng khan hiếm nước ngày càng trầm trọng. Năm 2000, lượng nước dùng khoảng 92 tỷ m³ và đến năm

¹ Viện Khoa học và Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng
E-mail: tranducha53@yahoo.com

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

2010 đã tăng lên đến 130 tỷ m³, gần tương đương với nguồn nước vào mùa khô trên các lưu vực sông của cả nước. Nước sử dụng trong sinh hoạt chiếm tỷ lệ khoảng 2% so với tổng nhu cầu. Năm 2010, nhiều vùng ở Việt Nam thiếu nước ở mức từ trung bình đến gay gắt, đặc biệt trong các tháng mùa khô.

Chiến lược quốc gia về cấp nước sạch và vệ sinh nông thôn theo quyết định của thủ tướng chính phủ 104/QĐ/TTG ngày 25/08 năm 2000 đặt ra mục tiêu đến 2020 là “tất cả dân cư nông thôn sử dụng nước sạch đạt tiêu chuẩn quốc gia với số lượng ít nhất 60 lít/người/ngày”. Theo Chương trình mục tiêu quốc gia về Nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn giai đoạn 3 (2011-2015), 95% dân số nông thôn được sử dụng nước sinh hoạt hợp vệ sinh, trong đó 60% sử dụng nước sạch đạt quy chuẩn QCVN 02:2009/BYT vào năm 2015. Đây là nhiệm vụ nặng nề và khó khăn đối với một nước đang phát triển như Việt Nam.

Biến đổi khí hậu được xem là một vấn đề quan trọng ảnh hưởng đến tất cả các chính sách, kế hoạch và hành động của nước ta trong những năm tới. 70% dân cư sinh sống gần vùng ven bờ hiện đang đối mặt với các đe dọa không dự báo được của mực nước biển dâng cao và các thiên tai khác. Biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng cao có thể làm tăng các vùng ngập lụt, làm cản trở hệ thống tiêu thoát nước, tăng thêm cường độ xói lở tại các vùng ven bờ và nhiễm mặn, gây khó khăn cho hoạt động nông nghiệp và cung cấp nước sinh hoạt... Theo báo cáo của Ngân hàng Thế giới (WB) và ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC), mực nước biển dâng cao 1m sẽ có khả năng gây ra “khủng hoảng sinh thái”, ảnh hưởng tới gần 12% diện tích và 11% dân số Việt Nam. Ngoài ra, một số cảng lớn, thành phố và vùng dân cư ven biển có thể bị ngập một phần, việc cung cấp nước sinh hoạt cho nhân dân, các hoạt động thương mại, du lịch cũng sẽ bị ảnh hưởng. Nước biển dâng làm mặn xâm nhập sâu vào nội địa, các cống hạ lưu ven sông sẽ không có khả năng lấy được nước ngọt. Theo GS Đào Xuân Học (2010), vào mùa khô sẽ có khoảng trên 70% diện tích ĐBSCL sẽ bị xâm nhập mặn với nồng độ muối lớn hơn 4g/l.

Nhu cầu dùng nước ngọt, nước sạch cho dân vùng biển trong tổng nhu cầu của đất nước chỉ mới được đáp ứng khoảng trên 60%. Trên một số đảo ngoài khơi vùng thềm lục địa và vùng đặc khu kinh tế của ta tình trạng thiếu nước ngọt càng trầm trọng hơn. Hạn hán xảy ra ở nhiều nơi cùng với hiện tượng xâm nhập mặn cao khiến nhiều bà con nông dân vùng nông thôn thiếu nước sinh hoạt. Thị trường nước sạch nông thôn bị lợi dụng đẩy giá nước lên cao gấp 10 đến 15 lần.

Tỷ lệ sử dụng nước sạch là một trong những tiêu chí đánh giá chất lượng sống của cư dân nông thôn. Tuy nhiên, tính đến năm 2010, trên cả nước số dân nông thôn được cấp nước hợp vệ sinh theo QCVN 02: 2009/BYT mới chỉ đạt 42% [2]. Điều đó cho thấy, việc khảo sát tìm kiếm các giải pháp cung cấp nước sạch cho các vùng nông thôn cần phải được ưu tiên giải quyết.

Để giải quyết vấn đề cấp nước cho sinh hoạt cho gần 18 triệu dân cư vùng ven biển trong nguy cơ mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu, cần thiết phải đề cập đến việc khai thác và xử lý nguồn nước mặn và nước lợ vùng ven biển. Chiến lược Quốc gia cấp nước sạch và vệ sinh nông thôn đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, nêu rõ cần thử nghiệm và phát triển công nghệ xử lý nước biển và nước lợ thành nước ngọt để cấp nước cho vùng bị nhiễm mặn trong tương lai. Như vậy, tìm kiếm công nghệ và triển khai lắp đặt các công trình, thiết bị xử lý nước biển và nước lợ để cung cấp nước cho các cụm dân cư, đô thị... ven biển và hải đảo là một nhiệm vụ cấp bách và cần thiết, đặc biệt là trong tình hình biến đổi khí hậu như hiện nay.

2. Khả năng sử dụng nước vùng ven biển và cửa sông để cấp nước sinh hoạt

Thành phần chủ yếu của nước biển là các anion như Cl⁻, SO₄²⁻, CO₃²⁻, SiO₂,... và các cation như Na⁺, Ca²⁺... Vì biển và các đại dương thông nhau nên thành phần các chất trong nước biển tương đối đồng nhất với độ mặn trong khoảng từ 31‰ tới 38‰. Để xác định thành phần nước biển, người ta thường sử dụng độ mặn, nồng độ clorua (Cl⁻), tổng lượng muối hòa tan (TDS)...

Bảng 1. Thành phần các ion chính có trong nước biển (g/l) tại Hải Hậu và Đồ Sơn

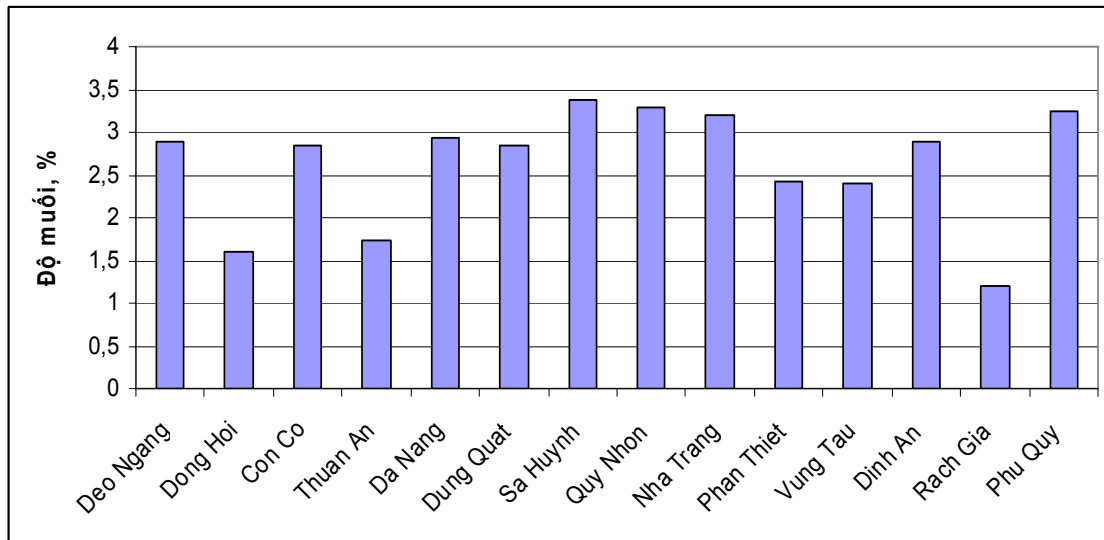
lon Vùng biển	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ²⁻	Br ⁻	H ₃ BO ₃
Hải Hậu	8,76	1,16	0,33	0,35	15,6	2,7	0,14	0,05	0,07
Đồ Sơn	9,17	1,08	0,34	0,12	16,4	2,1	0,12	0,04	0,06

Năm 2002, chúng tôi và các cộng sự thuộc Trung tâm Kỹ thuật môi trường đô thị và khu công nghiệp đã tiến hành khảo sát và phân tích chất lượng nước biển ở một số khu vực miền Bắc và miền Trung. Một số chỉ tiêu chính liên quan đến khả năng sử dụng nước biển để cấp nước cho sinh hoạt được nêu trong *Bảng 2*.

Bảng 2. Một số chỉ tiêu chính liên quan đến chất lượng nước ở một số vùng ven biển

	<i>Biển Hòn Gai</i>	<i>Biển Hải Phòng</i>	<i>Biển Đà Nẵng</i>
pH	7,8-8,4	7,5-8,3	7,7
Cl ⁻ , g/L	6,5-18	9,0-17,8	0,4-12,1
SO ₄ ²⁻ , g/L	0,2-1,2	0,002-1,1	0,2-0,9

Độ mặn nước biển vùng ven bờ theo số liệu quan trắc của các trạm quan trắc môi trường biển năm 2008 theo số liệu của Tổng cục Môi trường được tổng hợp nêu trên *Hình 1*.



Hình 1. Độ mặn của nước biển ven bờ

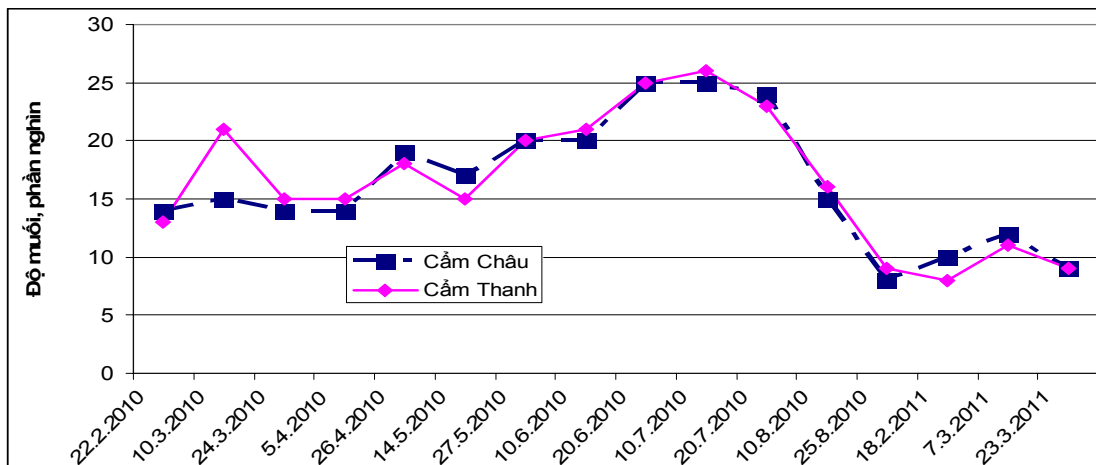
Như vậy, độ mặn nước biển ven bờ nước ta nằm ở mức từ 12 ‰ đến 35 ‰. Tại khu vực Sa Huỳnh (Quảng Ngãi), nước biển có độ mặn cao nhất, xấp xỉ 35 ‰. Ở gần bờ, hàm lượng muối có thể cao tùy thuộc vào sự xáo trộn mạnh do gió, thủy triều và độ sâu của nước. Khi sự pha trộn với nước ngọt đổ ra từ các con sông thì nước biển nhạt hơn một cách đáng kể.

Nước lợ với độ mặn có thể từ 1 đến 10 ‰ là kết quả pha trộn nước biển với nước ngọt. Nước lợ thường xuất hiện ở các vùng cửa sông hoặc xuất hiện trong các tầng ngậm nước hóa thạch. Tại vùng cửa sông Thu Bồn khu vực thành phố Hội An độ mặn có sự dao động đáng kể theo mùa, độ sâu lớp nước và vị trí lấy mẫu. Tại xã Cẩm Thanh (vĩ độ: 15°52'22", kinh độ:

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

108023'20") và xã Cẩm Châu khu vực Cửa Đại - Hội An, sự dao động độ mặn trong thời gian quan trắc năm 2010 và 2011 được thể hiện trên Hình 2.

Con người càng đẩy nhanh tốc độ phát triển kinh tế trên lưu vực sông ven biển và trên biển thì mức độ gây tổn thương đến môi trường và tài nguyên biển ngày càng cao. Các hoạt động sinh hoạt và sản xuất trên đất liền, thăm dò và khai thác tài nguyên trên thềm lục địa và đáy biển... thải lượng lớn các chất ô nhiễm và độc hại ra môi trường biển.



Hình 3. Độ mặn hạ lưu sông Thu Bồn tại Hội An năm 2010 và 2011

Các chất thải có nguồn gốc lục địa được đưa vào biển nước ta thường là các chất rắn lơ lửng (TSS), chất thải sinh hoạt và bệnh viện từ các khu đô thị và khu dân cư tập trung, chất thải mỏ, chất thải từ các khu công nghiệp, thuốc trừ sâu từ các vùng sản xuất nông nghiệp, chất thải hữu cơ từ các vùng nuôi trồng thủy sản ven biển... Theo ước tính của Viện Cơ học, tổng lượng thải các tỉnh ven biển thải vào môi trường biển năm 2009 được nêu trong Bảng 3.

Bảng 3. Ước tính tải lượng ô nhiễm sinh hoạt các tỉnh ven biển năm 2009

TT	Loại chất thải	Đơn vị	Tổng lượng thải
1	Chất thải rắn	tấn/ngày	5.200-10.300
2	Nước thải	m ³ /ngày	11.800.000
3	Chất rắn lơ lửng	tấn/ngày	1.030-2.140
4	BOD ₅	tấn/ngày	660-790
5	COD	tấn/ngày	1250-1500
6	Amoni (NH ₄ -N)	tấn/ngày	50-100
7	Tổng Nitơ	tấn/ngày	90-180
8	Tổng Phospho	tấn/ngày	9-66
9	Dầu mỡ phi khoáng	tấn/ngày	150- 440

Hàng năm đã có cả trăm ngàn tấn chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ đặc trưng bằng COD hoặc BOD và các chất dinh dưỡng trong nước thải sinh hoạt và công nghiệp đổ vào biển chủ yếu từ các khu công nghiệp trọng điểm và các khu dân cư tập trung ven biển.

Các sông lớn ở Việt Nam trước khi đổ ra biển đều chảy qua các khu dân cư tập trung, các khu công nghiệp và vùng nông nghiệp phát triển. Vì vậy, nguồn thải từ nước sông cũng ảnh

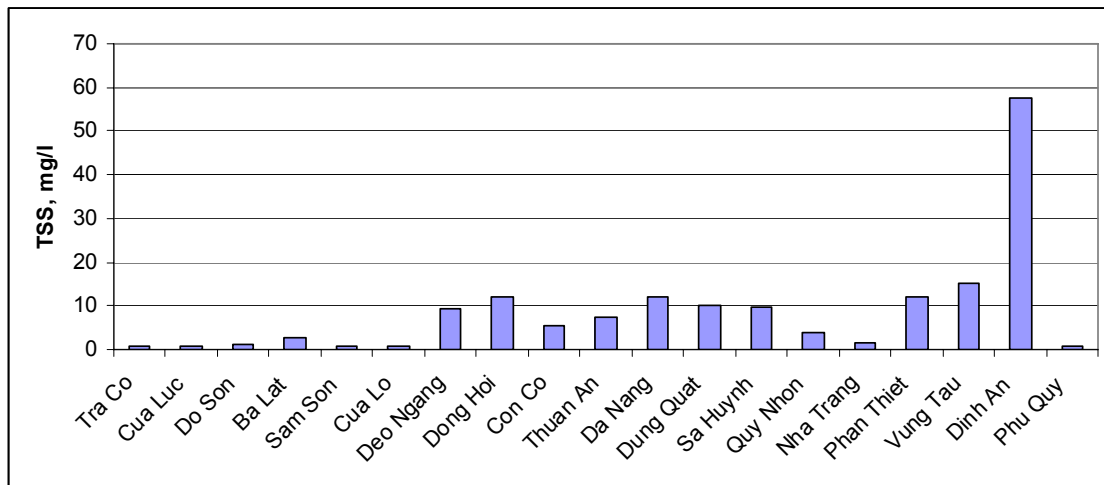
hưởng không nhỏ đến chất lượng nước biển ven bờ. Theo Báo cáo Hiện trạng môi trường biển Việt Nam năm 2003 của Bộ Tài nguyên và Môi trường [3], hàng năm trên 100 con sông tải ra biển khoảng 880 km³ nước, 270 - 300 triệu tấn phù sa, kéo theo nhiều chất có thể gây ô nhiễm biển như các chất hữu cơ, dinh dưỡng, kim loại nặng và nhiều chất độc hại khác.

Bảng 4. Tổng tải lượng một số chất gây ô nhiễm đổ ra biển của một số hệ thống sông và cả nước

Hệ thống sông	Thông số, đơn vị: tấn/năm							
	Cu	Pb	Zn	As	Hg	Cd	NO3	PO4
Thái Bình	1.101	154	3.352	120	17	164	10.466	9.888
Hồng	2.817	730	2.015	448	11	118	24.602	14.860
Hàn	37	16	79				2.475	36
Thu Bồn	62	16	192				7.900	2.500
Sài Gòn – Đồng Nai		102	2.921		26		79.570	10.220
Mê Kông	1825	190	12.775	982	13	128	134.750	24.750
Cả nước	14.184	2.063	21.739	2.407	133	1.082	273.720	60.971

Chất lượng môi trường biển và vùng ven bờ bị suy giảm theo chiều hướng xấu cho mục đích sử dụng nước. Môi trường vùng nước ven bờ đã bị ô nhiễm các chất hữu cơ, các chất dinh dưỡng, dầu, kim loại nặng... Ở vùng nước ven bờ, đến năm 2010 dự tính chất thải sẽ tăng rất lớn: dầu khoảng 35 - 160 tấn/ngày, nitơ tổng số 26 - 52 tấn/ngày và tổng amôni 15 - 30 tấn/ngày.

Ở hầu hết các điểm đo thuộc vùng biển phía Bắc (từ Cửa Lục đến Cửa Lò) và vùng biển phía Nam (từ Vũng Tàu đến Kiên Giang) của các trạm thuộc hệ thống quan trắc môi trường quốc gia, hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng đã vượt quá giới hạn cho phép đối với nước biển ven bờ. Đặc biệt ở Cà Mau đã vượt quá giới hạn cho phép đối với nước biển ven bờ cho nhiều mục đích sử dụng, tổng chất rắn lơ lửng trung bình năm 2007 đạt 354,85 mg/l.



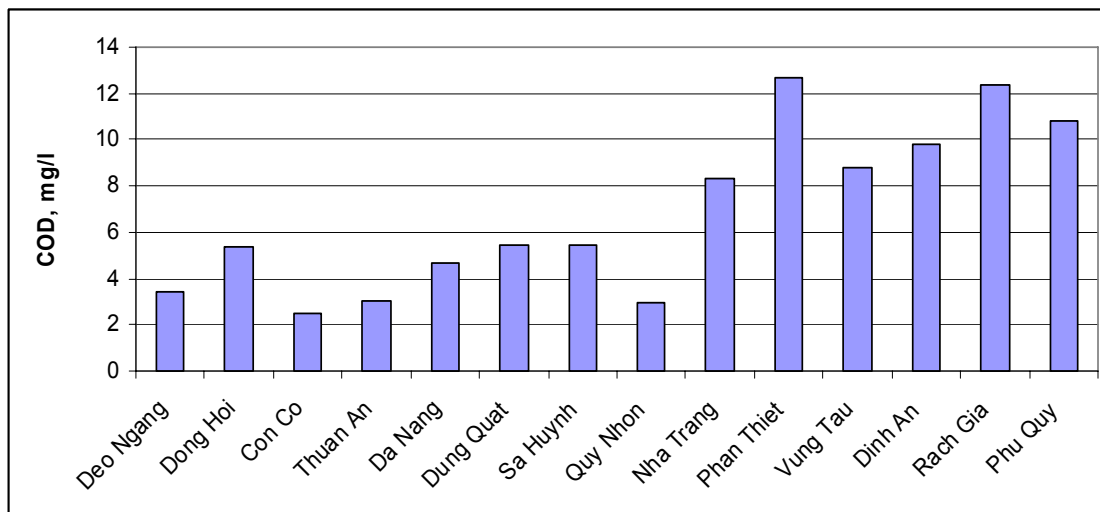
Hình 4. Nồng độ chất lơ lửng trong nước biển ven bờ

Hàm lượng chất lơ lửng trong nước vùng cửa sông và ven biển thay đổi phụ thuộc vào khu vực. Ở xa khơi, chất rắn lơ lửng chủ yếu bao gồm động thực vật phù du chiếm khoảng vài mg/l. Do sự xâm nhập thủy triều vào lòng sông với sức dâng nước mạnh, gây ra sự biến đổi đáng kể về độ mặn và hàm lượng chất lơ lửng của nước biển.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

Vùng ven bờ, gần các vùng cư dân đông đúc, nước thải công nghiệp và sinh hoạt làm cho hàm lượng chất lơ lửng trong nước dao động từ vài chục đến vài trăm mg/l. Nồng độ chất rắn lơ lửng trong nước khu vực ven bờ phía Bắc biến động theo hai mùa khá rõ rệt. Nước biển có giá trị tổng chất rắn lơ lửng cao phần lớn là do nước sông đổ ra, vì các giá trị cực đại thường xuất hiện vào mùa mưa lũ.

Nhu cầu oxy hoá học (COD) trong nước vùng ven bờ năm 2008 biến động theo các khu vực khác nhau. *Hình 5* biểu diễn hàm lượng COD trung bình của nước biển ven bờ khu vực miền Trung và Nam Bộ.



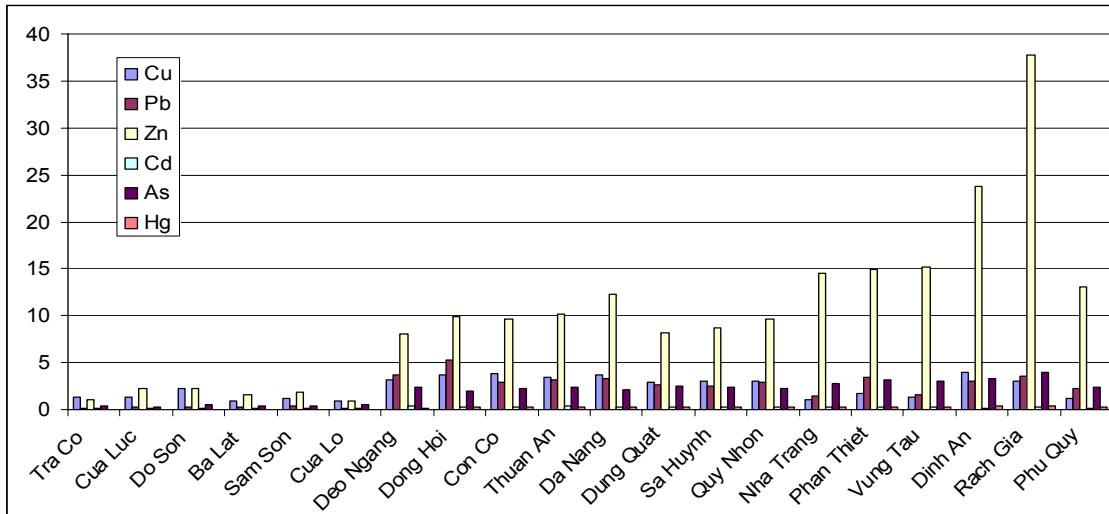
Hình 5. Hàm lượng COD trong nước biển ven bờ

Ở vùng ven biển phía Bắc, COD tăng cao tại khu vực cửa Ba Lạt, giảm thấp tại khu vực Trà Cổ, Cửa Lò. Trung bình trong các khu vực dao động từ 2,70 đến 3,06 mg/l, toàn vùng 2,90 mg/l trong mùa khô và từ 2,14 đến 4,26 mg/l, toàn vùng 2,87 mg/l trong mùa mưa. Nhìn chung, giá trị COD của nước biển ven bờ xấp xỉ và lớn hơn giới hạn cho phép (GHCP) để làm nguồn nước thô cho các nhà máy cấp nước sinh hoạt tập trung theo TCXD 233:1999 - Các chỉ tiêu lựa chọn nguồn nước mặt, nước ngầm phục vụ hệ thống cấp nước sinh hoạt.

Trong thành phần hoá học của nước, các hợp chất của nitơ, photpho, silic hoà tan với nồng độ nhỏ nhưng chúng đóng vai trò rất quan trọng đối với đời sống của sinh vật thủy sinh. Sự phân bố và biến động của các chất dinh dưỡng trong vùng quyết định năng suất thủy vực.

Hàm lượng kim loại nặng ở nhiều khu vực cũng vượt quá GHCP. Hàm lượng đồng (Cu) ở khu vực Hạ Long, vùng cửa Nam Triệu và quanh bán đảo Đồ Sơn phổ biến trong khoảng 0,080 - 0,086 mg/l; ở khu vực Huế, Đà Nẵng ở trong khoảng 0,076 - 0,081 mg/l, vượt quá giới hạn cho phép là 0,02 mg/l.

Nồng độ kẽm trong năm 2003 trong nước biển ven bờ phía Bắc biến động một khoảng rộng, từ 8,38 đến 16,24 $\mu\text{g/l}$, trung bình 11,96 $\mu\text{g/l}$ với xu hướng chung là nồng độ kẽm trong mùa mưa cao hơn mùa khô. So sánh với nguồn nước mặt loại A1 để phục vụ cho mục đích cấp nước sinh hoạt theo QCVN 08:2008/BTNMT, nhận thấy nồng độ kẽm trong tất cả 6 khu vực đều nằm trong GHCP. Tuy nhiên so với các quy định trong bảng phân loại chất lượng nguồn nước mặt của TCXD 233:1999, nồng độ kim loại nặng trong nước biển ven bờ nằm trong giới hạn của nguồn nước mặt loại B.



Hình 6. Hàm lượng kim loại nặng ($\mu\text{g/l}$) trong nước biển ven bờ

Hàm lượng dầu trong nước biển ở tất cả các khu vực biển đổi trong khoảng 0,14 - 1,10mg/l, vượt quá giới hạn của ASEAN. Một trong các nguyên nhân gây ô nhiễm dầu trong nước biển vùng ven bờ là các vụ tràn dầu rõ và hoạt động tàu thuyền.

Do ảnh hưởng của chất thải sinh hoạt, chất thải hữu cơ và phân bón mà chỉ số coli trong nước biển gần các đô thị lớn, khu du lịch biển và các kênh tiêu nội đồng ven biển biển đổi trong khoảng 12 - 9.200cfu/100ml. Vùng biển từ Nha Trang đến Rạch Giá thường xuyên có chỉ số khuẩn coli cao hơn giới hạn cho phép 1 - 9,2 lần. Khu vực Đèo Ngang, Quy Nhơn, Thuận An, Đồng Hới, Đà Nẵng, Dung Quất, Sa Huỳnh, kết quả của một số đợt đo cho thấy chỉ số này cũng cao hơn GHCP.

Như vậy, xét về khả năng sử dụng làm nguồn nước thô để cấp nước cho sinh hoạt, chất lượng nước biển vùng ven bờ chủ yếu là độ mặn cao (vượt từ 2 đến 90 lần về nồng độ Cl^- theo quy định của TCXD 233:1999 là 200 mg/l), hàm lượng chất lơ lửng và hữu cơ lớn. Các chỉ tiêu kim loại nặng, các chất lơ lửng và một số chất độc hại khác nằm trong GHCP của nguồn nước mặt loại B dùng cho hệ thống cấp nước sinh hoạt tập trung theo TCXD 233:1999. Các chỉ tiêu hữu cơ trong nước biển ven bờ cao, vượt GHCP. Vì vậy, cần phải có biện pháp xử lý đặc biệt đối với chỉ tiêu này mới đảm bảo được các quy định cho phép đối với chất lượng nước ăn uống và nước sinh hoạt.

Nước vùng cửa sông chủ yếu là nước lợ với thành phần không ổn định, dao động rõ rệt theo các chế độ thủy văn và chế độ thủy triều; và bị ảnh hưởng rõ rệt do các yếu tố ô nhiễm môi trường từ đất liền. Ngoài độ mặn cao vượt mức quy định của TCXD 233:1999 từ 2 đến hàng chục lần, trong nước vùng cửa sông còn có hàm lượng chất lơ lửng (TSS) lớn, COD cao và chứa nhiều kim loại nặng và các chất độc hại khác vượt các GHCP đối với mức phân loại A. Nước lợ vùng cửa sông cần phải có các biện pháp xử lý vừa khử mặn kết hợp với làm trong nước và xử lý các chất ô nhiễm đặc trưng khác.

3. Định hướng nghiên cứu công nghệ xử lý nước lợ và nước mặn vùng cửa sông và ven biển để cấp nước sinh hoạt

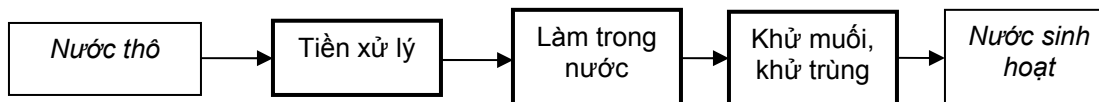
Nước cấp sinh hoạt phải đáp ứng tiêu chuẩn ăn uống theo quy định của QCVN 01: 2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống hoặc tiêu chuẩn nước sinh hoạt QCVN 02:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt đối

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

với hệ thống cấp nước công suất dưới 1000 m³/ngày. Như vậy, đối với nước biển ven bờ và nước cửa sông có tính chất đặc trưng là độ mặn cao và thành phần các chất ô nhiễm nêu ở mục 2, cần thiết phải có các biện pháp xử lý đặc biệt để đảm bảo cho các mục đích sử dụng sinh hoạt và ăn uống.

Các biện pháp xử lý nước mặn và nước lợ phải phù hợp với điều kiện kinh tế xã hội và đặc điểm tự nhiên vùng ven biển nước ta. Hệ thống cấp nước sinh hoạt khu vực này là hệ thống cấp nước nhỏ và phi tập trung. Các yêu cầu của hệ thống là kinh phí đầu tư không quá cao, chi phí xử lý không lớn và vận hành không quá phức tạp. Hệ thống xử lý gọn nhẹ và dễ lắp đặt.

Dựa vào đặc điểm nguồn nước thô và yêu cầu chất lượng nước sử dụng, quá trình xử lý nước mặn và nước lợ để cấp nước sinh hoạt được nêu trên *Hình 7*.



Hình 7. Quá trình xử lý nước biển ven bờ và nước cửa sông để cấp nước sinh hoạt

Tiền xử lý bao gồm các bước chắn rác loại bỏ các vật thể lớn trong nước nguồn, clo hóa sơ bộ để oxy hóa các chất hữu cơ, lắng có kết hợp hoặc không kết hợp với keo tụ để giảm độ đục (hàm lượng chất rắn lơ lửng) của nước trước khi đưa đi làm trong. Tùy thuộc vào các thông số cơ bản của chất lượng nước nguồn như pH, độ oxy hóa (COD theo KMnO₄), TSS, độ màu... mà lựa chọn các công trình làm sạch nước cho hợp lý. Tính toán thiết kế các công trình này được nêu trong TCXDVN 33:2006 - Cấp nước - Mạng lưới bên ngoài và công trình - Tiêu chuẩn thiết kế.

Khâu làm trong đảm bảo cho nước có các chỉ tiêu cơ bản đáp ứng chất lượng nước sinh hoạt (trừ hàm lượng muối). Các công trình ở đây thường là bể lọc cát và thiết bị màng siêu lọc (UF). Thiết bị UF đóng vai trò loại bỏ các ion hóa trị cao, vi sinh vật, chất rắn lơ lửng còn lại trong nước, tránh được các hiện tượng tắc màng lọc cũng như tăng cường khả năng thu hồi nước sản phẩm cho các thiết bị khử muối bằng màng thẩm thấu ngược (RO) hoặc màng lọc nano (NF) phía sau. Nước sau quá trình này có thể sử dụng làm nước sinh hoạt, trừ ăn uống trực tiếp.

Khâu trọng tâm của quá trình xử lý nước biển ven bờ và nước cửa sông để cấp nước sinh hoạt là khử muối. Các quy trình được ứng dụng hiện nay phù hợp với các khu dân cư đô thị nhỏ hoặc vùng nông thôn là khử muối bằng công nghệ thẩm thấu ngược (RO) hoặc thu hồi nước ngọt bằng chưng cất [6].

Với công nghệ RO như hiện nay, để xử lý nước biển với nồng độ muối 35.000 mg/l thành nước đạt yêu cầu dùng cho sinh hoạt (nồng độ muối không vượt quá 250 mg/l) thì cần cung cấp áp suất trên màng là 60 -100 atm. Công nghệ RO do đó có chi phí đầu tư, vận hành và quản lý rất cao do cần phải có:

- Vật liệu chế tạo chịu được áp suất cao; bơm tạo được áp suất cao.
- Chi phí điện năng cao; màng lọc phải thay thế thường xuyên do tắc nghẽn.

Phương pháp chưng bay hơi có yêu cầu nhiệt năng lớn. Đối với quy mô hộ gia đình, người ta có thể thu hồi nước ngọt bằng biện pháp chưng bay hơi nhờ ánh sáng mặt trời. Tuy nhiên, hình thức này phụ thuộc rõ rệt vào điều kiện khí hậu, thời tiết của khu vực.

Cả hai phương pháp thẩm thấu ngược (RO) và chưng cất đều có thiết bị công kênh và nước sản phẩm được loại bỏ hầu hết các nguyên tố vốn có trong nước tự nhiên nên chất lượng nước không phù hợp với yêu cầu ăn uống của con người.

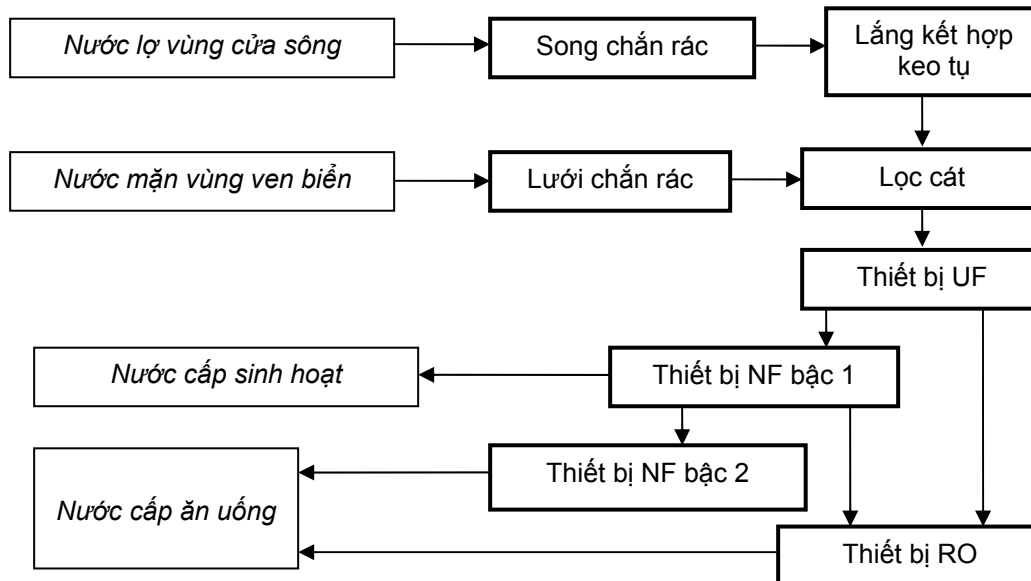
Màng NF (*nanofilter*) là loại màng có kích thước lỗ nhỏ ($10^{-7}\text{cm}=10\text{\AA}$). Phân tử lượng bị chặn từ 200-500. Loại màng này thích hợp cho quá trình làm mềm nước, loại bỏ một số chất hữu cơ tan, áp suất động lực thấp hơn so với màng thẩm thấu ngược. Đặc tính màng là: kích thước lỗ xốp $<2\text{nm}$; áp suất động lực từ 15 đến 25 bar, tốc độ lọc trên $0,05\text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{ngày}^{-1}.\text{bar}^{-1}$. Cơ chế hoạt động của màng là hòa tan và khuếch tán. Màng NF sẽ giữ lại được các phần tử kích thước 10^{-5} đến 10^{-7} mm, đó là một số chất hữu cơ tan, các ion natri, chì, sắt, niken, thủy ngân (II), các vi khuẩn gây bệnh... và cho các ion (I) đi qua. Cũng nhờ có kích thước lỗ lọc cực nhỏ nên màng nano có thể loại bỏ các tạp chất, hầu như chỉ cho nước đi qua.

Công nghệ màng NF có một số ưu điểm như: giảm lượng tổng chất rắn hòa tan (TDS), loại bỏ các chất bảo vệ thực vật, thuốc trừ sâu, các hóa chất hữu cơ, kim loại nặng, nitrat và sulphate... So với màng RO, đặc biệt đối với nước lợ, công nghệ lọc màng NF có các ưu điểm như: kinh phí đầu tư và chi phí vận hành thấp, hệ số thu hồi nước sản phẩm cao.

Việc áp dụng màng NF được nghiên cứu rộng rãi với mục tiêu cấp nước sinh hoạt và đã đạt được nhiều thành tựu quan trọng tại các nước như Mỹ, Nhật... Một số nghiên cứu đã thành công trong việc khử mặn nước biển thành nước ăn uống bằng hệ thống lọc NF không có quá trình RO. Công nghệ kết hợp màng NF và RO cũng đã bắt đầu được áp dụng trong thực tế tại một số nước tiên tiến [10] do có một số ưu điểm như:

- Sử dụng NF để xử lý sơ bộ nước biển hạn chế việc tắc màng lọc RO, hạn chế việc bám cặn trên màng lọc RO. Sử dụng NF để xử lý sơ bộ nước biển giúp loại bỏ 40 - 70% hàm lượng TDS, giúp giảm đáng kể áp lực cần cung cấp cho hệ thống màng RO sau đó.

Trên cơ sở khác phân tích nêu trên, định hướng chung công nghệ xử lý nước lợ và nước mặn vùng cửa sông và ven biển được đề xuất nêu trên *Hình 8*.



Hình 8. Sơ đồ tổng quát các quá trình xử lý nước lợ và nước mặn vùng cửa sông và ven biển để cấp nước sinh hoạt

Đối với nước lợ vùng cửa sông, do hàm lượng chất rắn lơ lửng cao và dao động theo mùa, trước khi làm trong và khử muối, nước cần phải được tách rác, lắng sơ bộ (có keo tụ hoặc không keo tụ phụ thuộc vào chất lượng nước sông từng mùa). Nước sau đó được lọc cát để làm trong và tách các phần tử nhỏ tại thiết bị lọc UF để hạn chế tắc màng trong quá trình khử mặn bằng thiết bị NF hoặc RO.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

Đối với nước biển ven bờ, sau quá trình làm trong tại bể lọc cát, nước tiếp tục được xử lý bằng công nghệ lọc màng trong các thiết bị UF để tách các phần tử hữu cơ nhỏ và vi sinh vật để hạn chế hiện tượng tắc màng, khử muối sơ bộ trong thiết bị NF1 và khử mặn tiếp tục bằng thiết bị NF2 hoặc RO. Thiết bị NF1 góp phần hạn chế hiện tượng tắc màng RO.

Các nội dung nghiên cứu xử lý nước bằng lọc màng NF là tìm hiểu cơ chế tách các phần tử ô nhiễm trong nước biển ven bờ và các yếu tố ảnh hưởng đối với quá trình lọc màng; đánh giá hiệu quả xử lý nước biển thành nước cấp sinh hoạt của màng lọc NF so với màng lọc RO và các phương pháp khác.

Nước biển và nước lợ sau quá trình lọc NF1 có thể sử dụng cho mục đích sinh hoạt. Để có nước ngọt ăn uống nước tiếp tục được xử lý bằng thiết bị NF2 hoặc RO. Vi khuẩn và virus không còn trong nước ăn uống. Nước đảm bảo quy định của QCVN 01:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống.

4. Kết luận

Nhu cầu cấp nước cho dân cư vùng ven biển và hải đảo nước ta ngày càng lớn. Tuy nhiên, nguồn nước vùng cửa sông và ven biển vừa bị mặn lại vừa bị ô nhiễm do các hoạt động kinh tế xã hội khu vực và các chất thải từ đất liền theo sông tải ra. Mặt khác sự biến đổi khí hậu làm nước biển dâng nên nguy cơ thiếu nước ngọt ngày càng trầm trọng. Như vậy, tìm kiếm công nghệ khử muối và xử lý các chất ô nhiễm trong nước cửa sông và nước biển ven bờ để cấp nước sinh hoạt là rất cấp thiết. Các loại màng lọc NF và RO được sử dụng rộng rãi trên thế giới để khử muối trong nước lợ và nước mặn [10] nên được triển khai nghiên cứu để xử lý nước cấp sinh hoạt cho dân cư vùng ven biển. Với hướng nghiên cứu này, đề tài độc lập cấp nhà nước “Nghiên cứu ứng dụng màng lọc nano trong công nghệ xử lý nước biển áp lực thấp thành nước sinh hoạt cho các vùng ven biển và hải đảo Việt Nam” đang được triển khai để lựa chọn được công nghệ xử lý nước mặn và nước lợ hợp lý, góp phần giải quyết nạn khan hiếm nước sạch cũng như thích ứng với sự biến đổi khí hậu, nâng cao điều kiện sống của nhân dân vùng ven biển và hải đảo.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Xây dựng và Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2000), *Chiến lược Quốc gia về cấp nước sinh hoạt và vệ sinh môi trường nông thôn đến 2020*, Hà Nội.
2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2011), *Chương trình Mục tiêu quốc gia về Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn giai đoạn 2011-2015*, Hà Nội.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2003), *Hiện trạng môi trường biển Việt Nam*.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), *Báo cáo môi trường quốc gia 2010 - Tổng quan môi trường Việt Nam*, Hà Nội.
5. Lưu Văn Diệu (2005), “Hiện trạng và xu thế biến động chất lượng nước biển ven bờ vùng biển phía Bắc”, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo môi trường toàn quốc*.
6. Trần Đức Hạ, “Ứng dụng kỹ thuật màng để xử lý nước cấp cho dân cư vùng ven biển và hải đảo”, *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng (Viện Khoa học công nghệ xây dựng) ISSN 1859-1566*, số 2-2010, trang 35-42.
7. Tổng cục Môi trường, *Các số liệu quan trắc của các trạm quan trắc môi trường biển năm 2008*.
8. Chương trình Nghiên cứu biển cấp Nhà nước KT.03.07.
9. UNEP, SCS, GEF (2004), *Báo cáo Quốc gia Ô nhiễm biển từ đất liền*, Hà Nội.
10. UNEP Industry and Environment. 3, 2004.