

Thêm nguồn nước ngọt

✧ ANH TÙNG

Nguồn nước trên thế giới có đến 97,5% là nước mặn ở các đại dương, vùng biển và một số hồ; 2,5 % là nước ngọt (trong đó nước ngầm chiếm 70% dưới dạng băng tuyết bao phủ ở các vùng núi, vùng Bắc và Nam cực, chỉ có 0,3 % nước ngọt con người có thể sử dụng được). Nguồn nước ngọt trên hành tinh đang cạn kiệt nhanh chóng do sự gia tăng dân số, biến đổi khí hậu,... Nhiệt độ toàn cầu nóng lên 2°C sẽ làm tăng thêm khoảng 15% dân số toàn cầu bị thiếu nguồn nước ngọt. Đảm bảo nhu cầu nước ngọt cho con người, khử mặn là một trong những giải pháp được lựa chọn.

Đa dạng công nghệ khử mặn nước

Nước mặn có hàm lượng khoáng cao, đặc trưng bằng chỉ tiêu TDS (Total Dissolved Solid - tổng chất rắn hòa tan). TDS phụ thuộc vào lượng các ion chủ yếu có trong nước. Ví dụ trong

nước biển, có 90% các ion Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} ; 3% các ion K^+ , Ca^{2+} , SO_4^{2-} ; các chất còn lại chiếm 7%. Nước biển có TDS khoảng 30.000 - 50.000 ppm (hay mg/l), nước lợ có TDS thấp hơn nước biển (khoảng 1.000 - 30.000 ppm) và cao hơn nước uống (< 1.000 ppm).

Khử mặn là quá trình loại bỏ các loại muối hòa tan và các chất khác có trong nước biển, nước lợ, hay nước ngầm hoặc nước mặt bị nhiễm mặn. Tùy theo công nghệ và mục đích xử lý, quá trình khử mặn có thể thu được nước đạt chất lượng dùng cho ăn uống, sinh hoạt hay trong công nghiệp hoặc nông nghiệp. Các thử nghiệm khử mặn nước sớm nhất là phương pháp lọc cát của Francis Bacon vào năm 1627, hay khử mặn bằng phương pháp chưng cất của Thomas Jefferson vào năm 1791. Hiện nay, có rất nhiều công nghệ khử mặn, có thể phân làm 4 nhóm: công nghệ nhiệt, công nghệ lọc qua màng,

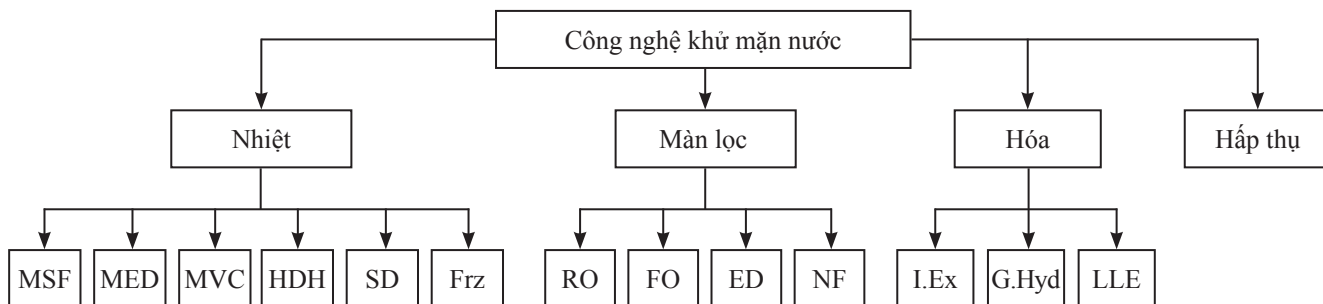
phương pháp hóa học và phương pháp hấp phụ (BĐ1).

Sử dụng nhiệt để khử mặn gồm có: chưng cất nhanh đa cấp (MSF - multi stage flash distillation), chưng cất đa hiệu ứng (MED - multiple effect distillation), chưng cất nén hơi (MVC - vapor compression distillation), khử mặn bốc ẩm (HDH - humidification - dehumidification desalination), chưng cất bằng năng lượng mặt trời (SD - solar distillation) và đóng băng (Frz - freezing).

Công nghệ màng lọc gồm có: thẩm thấu ngược (RO - reverse osmosis), thẩm thấu chuyển tiếp (FO - forward osmosis), điện thẩm tách (ED - electro dialysis) và lọc nano (NF - nanofiltration).

Phương pháp hóa học bao gồm: trao đổi ion (I.Ex - ion exchange desalination), gas hydrate (G.Hyd) và chiết tách lỏng - lỏng (LLE - liquid liquid extraction).

BĐ1: Những công nghệ khử mặn nước



Nguồn: P. G. Youssefa, R.K. AL-Dadaha, S. M. Mahmouda; *Comparative Analysis of Desalination Technologies; The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014.*

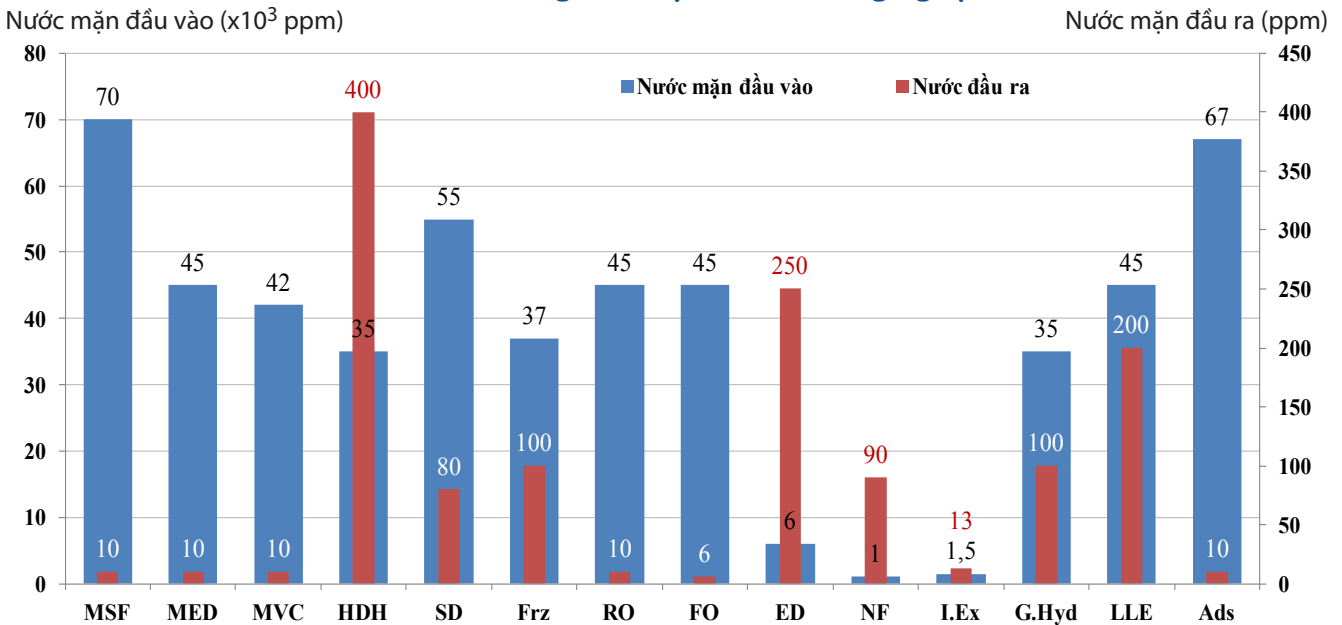
Công nghệ hấp phụ (Ads - adsorption technology).

Lựa chọn công nghệ để khử nước mặn phụ thuộc nhiều thông số như công suất, độ mặn của nước đầu vào, yêu cầu nước đầu ra, năng lượng sử dụng, các yếu tố môi trường và giá thành.

Về khả năng khử mặn, công nghệ MSF và Ads vượt trội so với những công nghệ khác, hai công nghệ này có thể xử lý nước mặn đầu vào có độ mặn từ $(67 - 70) \times 10^3$ ppm giảm xuống còn 10 ppm. Có khả năng khử mặn thấp nhất là công nghệ LLE (BĐ2).

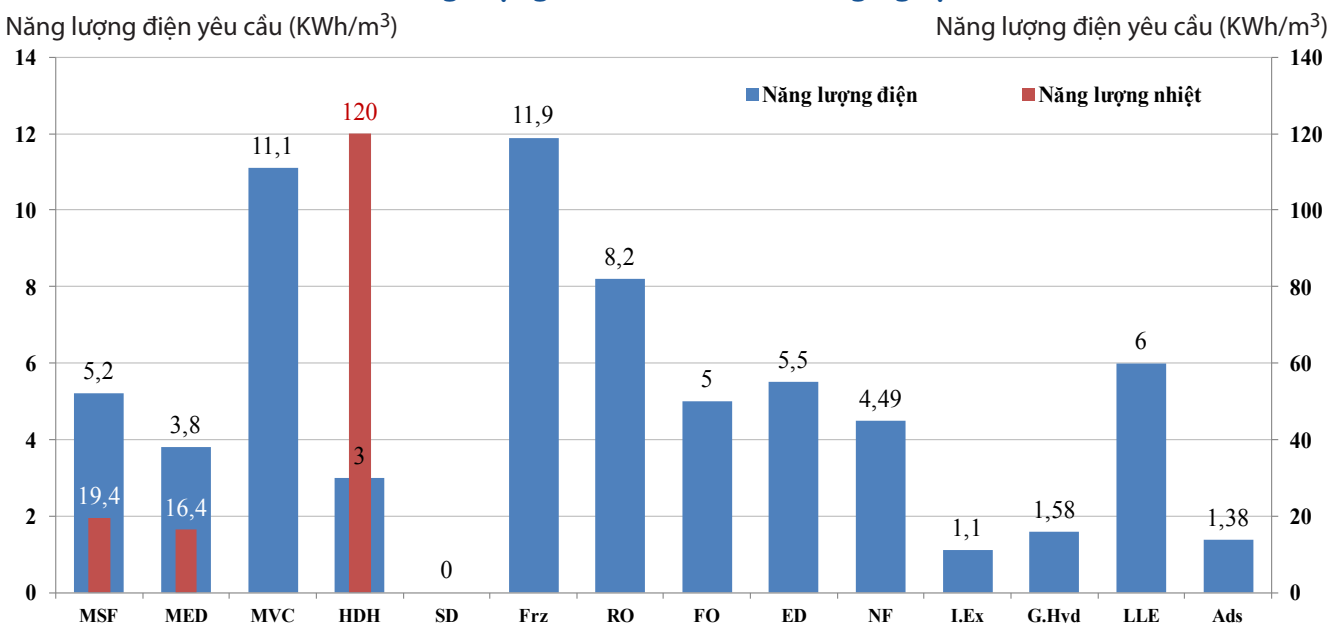
Năng lượng là một trong những vấn đề được quan tâm khi lựa chọn công nghệ khử mặn. Hiện nay có nhiều công nghệ khử mặn tiết kiệm năng lượng và sử dụng năng lượng tái tạo, nhưng vẫn còn đắt đỏ. Tiêu tốn ít năng lượng là các công nghệ SD, I.Ex, Ads và G.Hyd, chỉ dưới 2 KWh/m^3 (BĐ3).

BĐ2: Khả năng khử mặn của các công nghệ



Nguồn: P. G. Youssefa, R.K. AL-Dadaha, S. M. Mahmouda; Comparative Analysis of Desalination Technologies; The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014.

BĐ3: Năng lượng cần thiết cho các công nghệ



Nguồn: P. G. Youssefa, R.K. AL-Dadaha, S. M. Mahmouda; Comparative Analysis of Desalination Technologies; The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014.

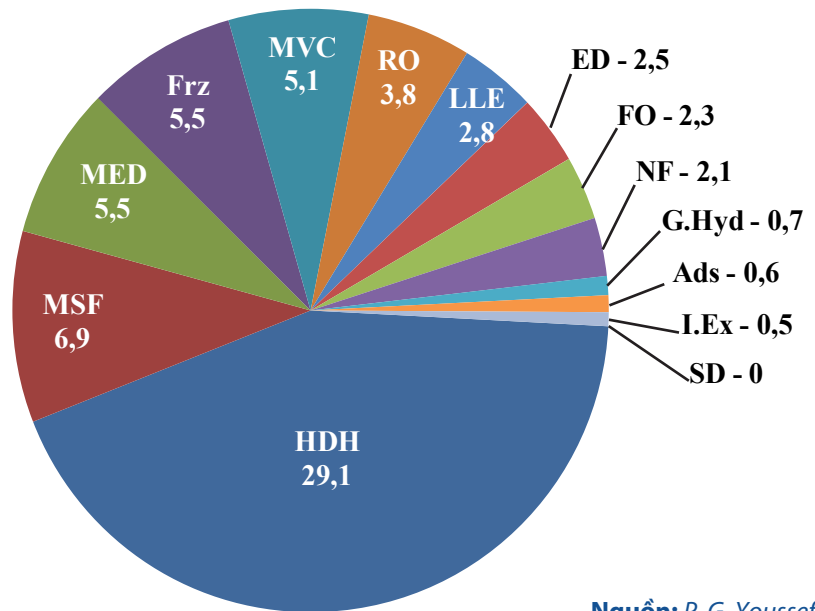
Tùy vào nguồn năng lượng sử dụng của công nghệ mà có những tác động đến môi trường khác nhau. Yếu tố ảnh hưởng đến môi trường được tính toán dựa trên lượng khí CO₂ thải ra. Những công nghệ ít tác động đến môi trường là SD, I.Ex, Ads và G.Hyd, những công nghệ này thải CO₂ dưới 0,7 kg/m³. Thải nhiều CO₂ ra môi trường là công nghệ HDH, lên đến 29,1 kg/m³ (BĐ4).

Giá thành sản phẩm là một trong những yếu tố được cân nhắc khi chọn công nghệ. Các công nghệ Ads, Frz và LLE tạo ra sản phẩm nước đã khử mặn dưới 0,5 USD/m³. Trong khi đó công nghệ HDH và SD lên đến gần 4 USD/m³ (BĐ5).

Ứng dụng công nghệ khử mặn

Dự án công nghiệp tầm cỡ về khử nước mặn đầu tiên được biết ra đời ở Mỹ vào năm 1952, với kinh phí nghiên cứu và triển khai là 160 triệu USD. Các nhà máy khử mặn nước trên thế giới gia tăng nhanh chóng

BĐ4: Tác động đến môi trường của các công nghệ khử mặn nước



Nguồn: P. G. Youssefa,

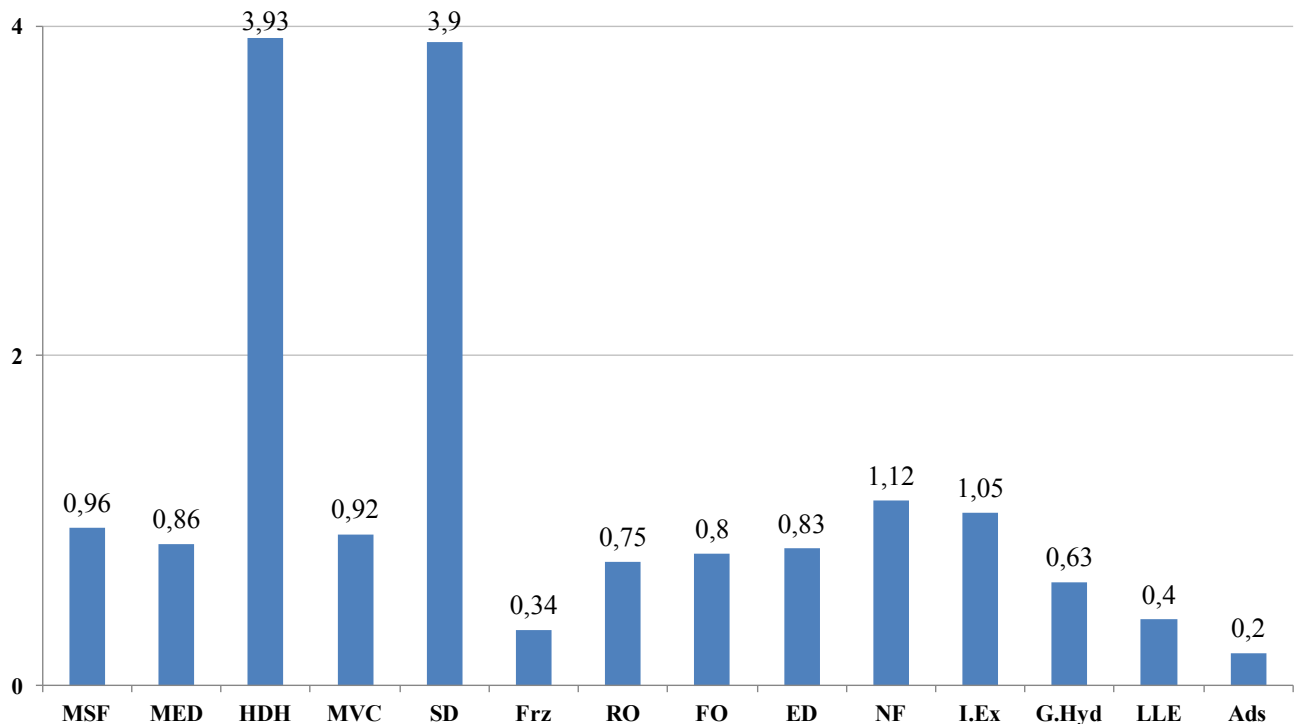
R.K. AL - Dadaha, S. M. Mahmouda; Comparative Analysis of Desalination Technologies; The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014.

trong gần nửa thế kỷ qua. Năm 2014, có khoảng 18.000 nhà máy khử mặn nước hoạt động trên thế giới, công

suất khoảng 86,5 triệu m³/ngày, có đến 65% sử dụng công nghệ RO (BĐ6, BĐ7).

BĐ5: Giá thành khử mặn của các công nghệ

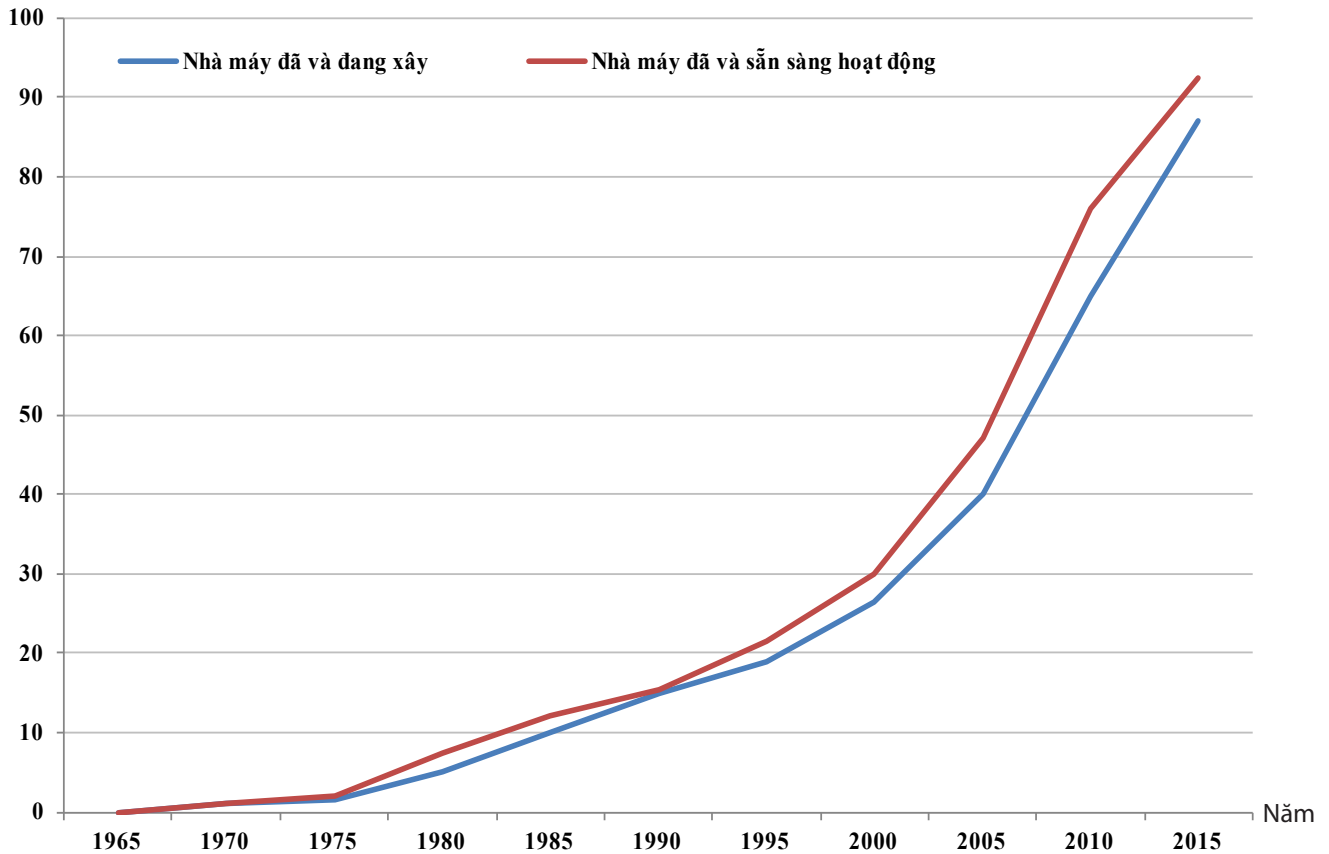
Giá thành (USD/m³)



Nguồn: P. G. Youssefa, R.K. AL-Dadaha, S. M. Mahmouda; Comparative Analysis of Desalination Technologies; The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014.

BĐ6: Phát triển công suất khử mặn nước toàn cầu

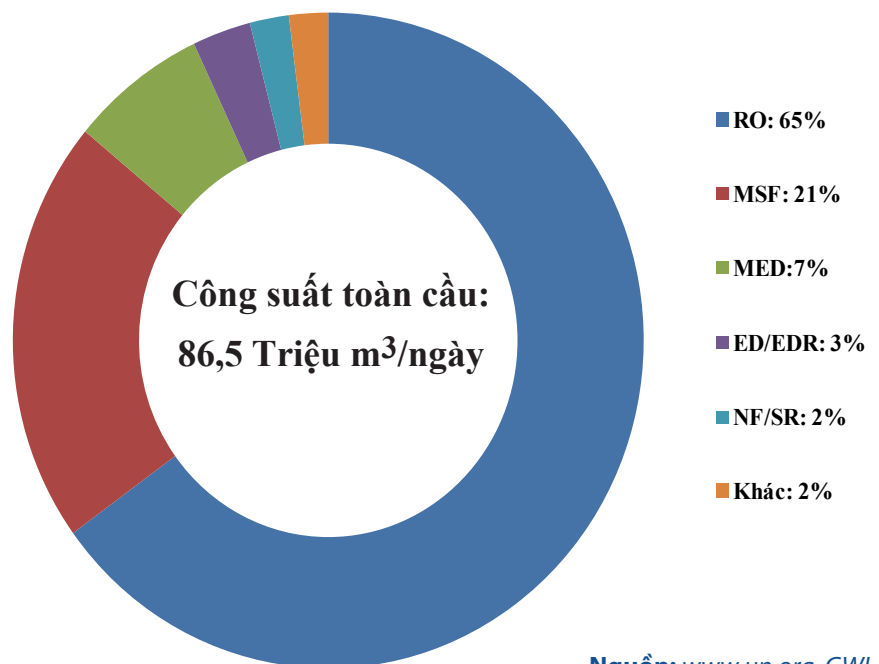
Công suất (Triệu m³/ngày)



Nguồn: Global Clean Water Desalination Alliance "H2O minus CO2", GWI Desaldata / IDA.

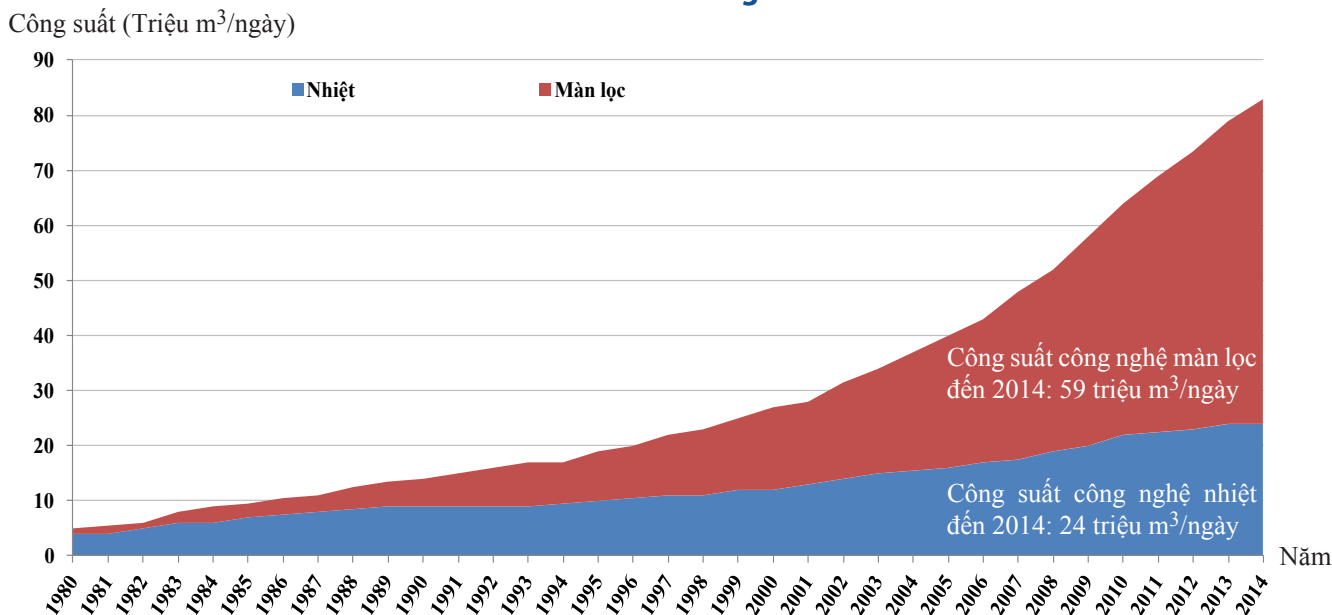
Công nghệ màng lọc và công nghệ nhiệt để khử mặn nước được ứng dụng nhiều và luôn phát triển trong những năm vừa qua (BĐ8). Tùy theo đặc điểm riêng, mỗi nơi sẽ lựa chọn công nghệ khử mặn nước phù hợp. Ví dụ, vùng Trung Đông sử dụng công nghệ nhiệt như MSF và MED, phương pháp này có khả năng thu hồi 30-40% nước ngọt từ nước biển đầu vào; Mỹ thiên về công nghệ màng lọc như công nghệ RO, ED. Năng lượng sử dụng trong các nhà máy khử mặn nước thường từ nguồn năng lượng hóa thạch. Song song đó, hiện có nhiều nhà máy khử mặn nước sử dụng năng lượng mặt trời như ở Abu Dhabi (Các Tiểu vương quốc Ả rập Thống nhất). Ngoài ra, ứng dụng kết hợp giữa năng lượng hạt nhân và khử mặn nước đã được phát triển ở một số nơi trên thế giới như ở Argentina, Ấn Độ, Nhật và Pakistan.

BĐ7: Ứng dụng các công nghệ khử nước mặn trên thế giới, năm 2014



Nguồn: www.un.org, GWI.

BD8: Phát triển ứng dụng công nghệ nhiệt và công nghệ màng lọc tại các nhà máy khử mặn nước trên thế giới



Nguồn: GWI, www.un.org

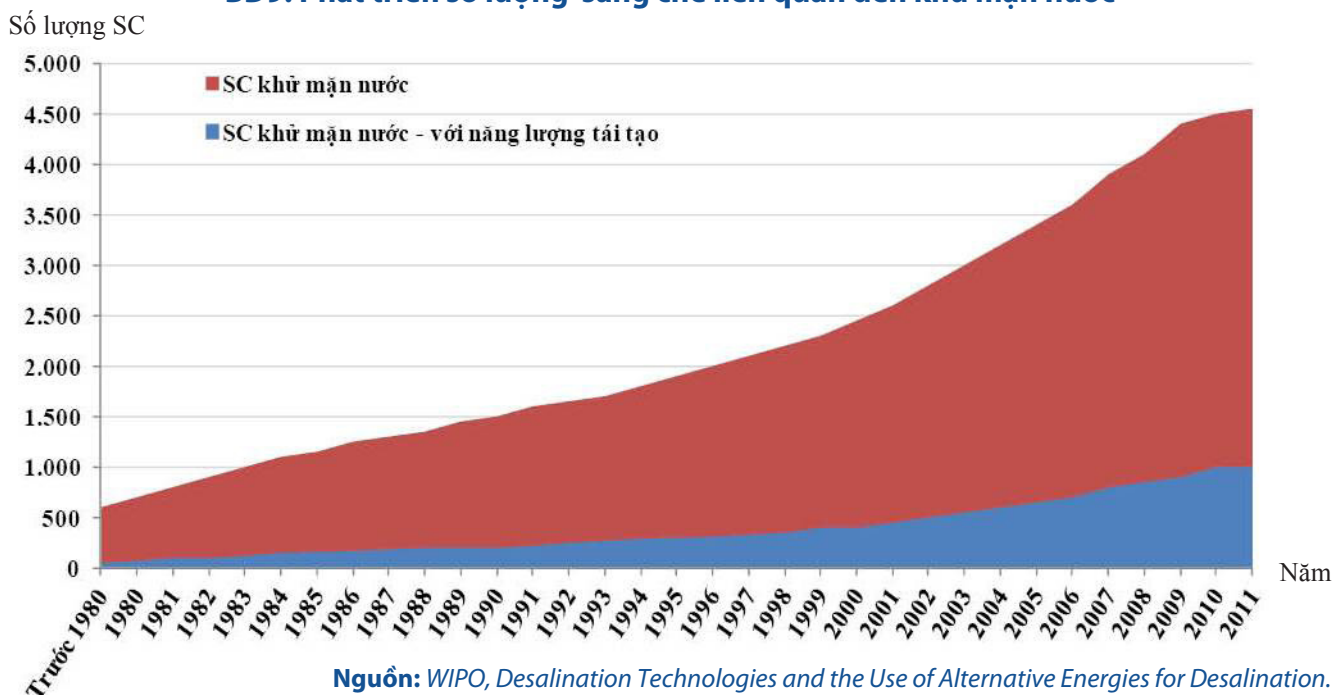
Xu hướng nghiên cứu khử mặn nước qua thông tin sáng chế

Dù có rất nhiều công nghệ khử mặn nước đã được sử dụng từ nhiều năm qua, nhưng triển khai đại trà còn nhiều thách thức vì công nghệ khử mặn đòi hỏi nhiều năng lượng, tác động đến

môi trường bởi thải nhiều khí CO₂, và chi phí cao. Do vậy, các nhà khoa học vẫn không ngừng nghiên cứu phát triển công nghệ khử mặn nước theo hướng dùng năng lượng sạch, giảm tác động đến môi trường và giảm giá thành. Theo báo cáo phân tích công nghệ khử mặn và sử dụng năng lượng

thay thế để khử mặn (Desalination Technologies and the Use of Alternative Energies for Desalination) qua thông tin sáng chế (SC) của Tổ chức Sở hữu Trí tuệ Thế giới (WIPO), cho thấy trước năm 1980 lĩnh vực này không có nhiều SC, sau đó số lượng gia tăng dần, nhất là từ năm 2000 đến nay (BD9).

BD9: Phát triển số lượng sáng chế liên quan đến khử mặn nước



Nguồn: WIPO, *Desalination Technologies and the Use of Alternative Energies for Desalination*.

Số lượng sáng chế về khử mặn nước là 4.551 SC, trong đó có 921 SC sử dụng năng lượng tái tạo (năng lượng mặt trời, gió, sóng, địa nhiệt), chiếm 20,2 % tổng số SC về khử mặn nước. Phần lớn SC về khử mặn nước sử dụng năng lượng mặt trời, kể đến là năng lượng sóng và gió (Bảng 1).

Đăng ký nhiều SC về khử mặn nước là các công ty Nhật, dẫn đầu là Mitsubishi Heavy Industries Ltd., Hitachi Ltd. và Japan Organo Co., Ltd. Hitachi Ltd. là công ty có nhiều SC sử dụng năng lượng tái tạo để khử mặn nước (Bảng 2).

Bảng 1: Số lượng sáng chế về khử mặn nước

	Số lượng SC
Tổng số SC	4.551
Khử mặn nước bằng năng lượng tái tạo	921
Khử mặn nước bằng nhiệt mặt trời	747
Khử mặn nước bằng năng lượng sóng	114
Khử mặn nước bằng năng lượng gió	87
Khử mặn nước bằng điện mặt trời	59
Khử mặn nước bằng địa nhiệt	19

Nguồn: WIPO, *Desalination Technologies and the Use of Alternative Energies for Desalination.*

Bảng 2: Các công ty dẫn đầu số lượng sáng chế về khử mặn nước

Thứ hạng	Tên công ty	Số lượng SC	Số lượng SC sử dụng năng lượng tái tạo				
			Nhiệt mặt trời	Điện mặt trời	Gió	Sóng	Địa nhiệt
1.	Mitsubishi Heavy Industries Ltd.	119	8				
2.	Hitachi Ltd.	118	10	1			
3.	Japan Organo Co. Ltd.	99					
4.	Kurita Water Ind Ltd.	87					
5.	Ebara Corp.	75	6				
6.	Toshiba Corp.	49	6				
7.	Toray Industries Inc.	42					
8.	Hitachi Zosen Corp.	37	7			1	
9.	Chen Ming	33	2				
10.	Ishikawajima Harima Heavy Ind Co. Ltd.	31					
11.	Nitto Denko Corp.	29					
12.	Sasakura Engineering Co. Ltd.	26	4	1			
13.	Suh Hee Dong	25					
14.	General Electric Company	23	2				
15.	Mitsui Shipbuilding And Engineering Co. Ltd.	19	2	1			
16.	Asahi Glass Co. Ltd.	18					
17.	Lee Sang Ha	16	2				
18.	United States of America as Represented by The Secretary of The Interior	14	1			1	
18.	University Tianjin	14	1				
18.	Asahi Chemical Ind	14					
18.	Nippon Rensui Co. Ltd.	14					

Nguồn: WIPO, *Desalination Technologies and the Use of Alternative Energies for Desalination.*

Tuy nhiên, trong 5 năm vừa qua, có nhiều SC về khử mặn nước là 2 công ty Hàn Quốc là Suh Hee Dong xếp thứ nhất, với 20 SC, và Lee Sang Ha, xếp thứ ba (15 SC), vị trí thứ nhì là General Electric Company (Mỹ) với 18 SC (Bảng 3).

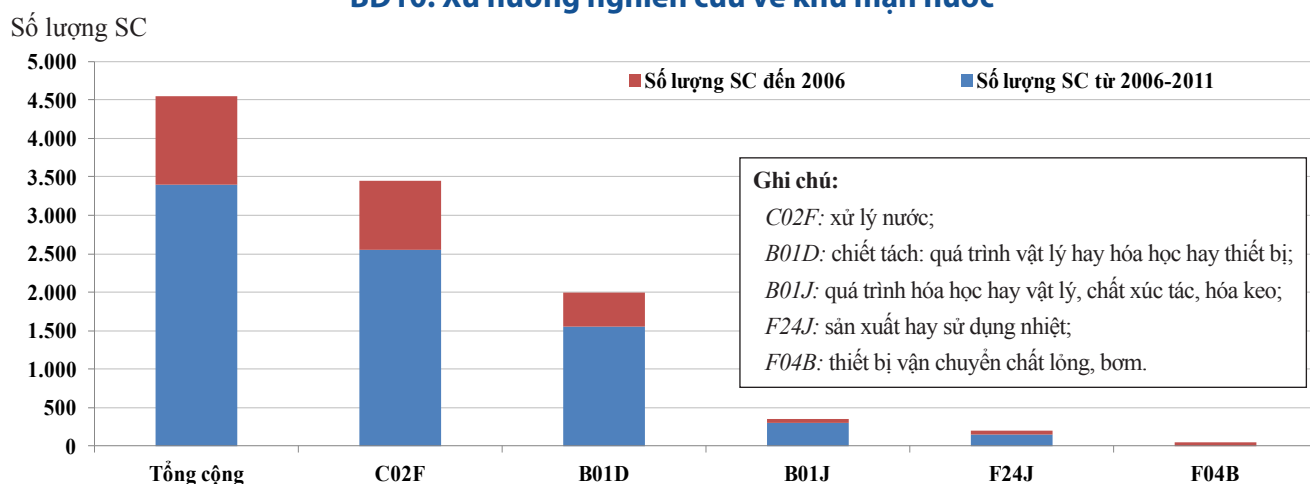
Dựa vào phân loại SC quốc tế (IPC), chiếm số lượng lớn là các SC về phương pháp xử lý nước mặn (C02F). Kế đến là quá trình hóa học, vật lý hay thiết bị trong chiết tách (B01D) chiếm gần 50% lượng SC. Đây cũng là hai xu hướng nghiên cứu về khử mặn nước phát triển mạnh trong những năm vừa qua (BĐ10, BĐ11).

Bảng 3: Các công ty dẫn đầu số lượng sáng chế về khử mặn nước trong 5 năm vừa qua

Thứ hạng	Tên công ty	Số lượng SC
1.	Suh Hee Dong	20
2.	General Electric Company	18
3.	Lee Sang Ha	15
4.	Kurita Water Ind Ltd.	12
5.	Mitsubishi Heavy Industries Ltd.	10
6.	Doosan	9
6.	University Tianjin	9
8.	Japan Organo Co. Ltd.	7
8.	Kobelco Eco-Solutions Co. Ltd.	7
8.	Siemens Ag	7

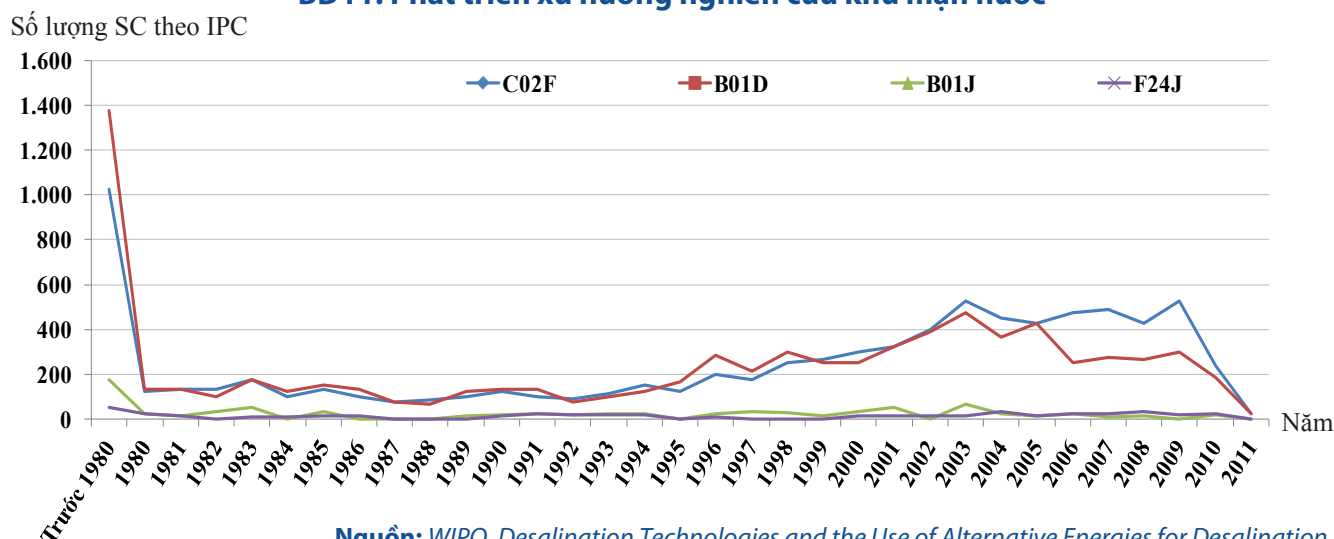
Nguồn: WIPO, *Desalination Technologies and the Use of Alternative Energies for Desalination*.

BĐ10: Xu hướng nghiên cứu về khử mặn nước



Nguồn: WIPO, *Desalination Technologies and the Use of Alternative Energies for Desalination*.

BĐ11: Phát triển xu hướng nghiên cứu khử mặn nước



Nguồn: WIPO, *Desalination Technologies and the Use of Alternative Energies for Desalination*.

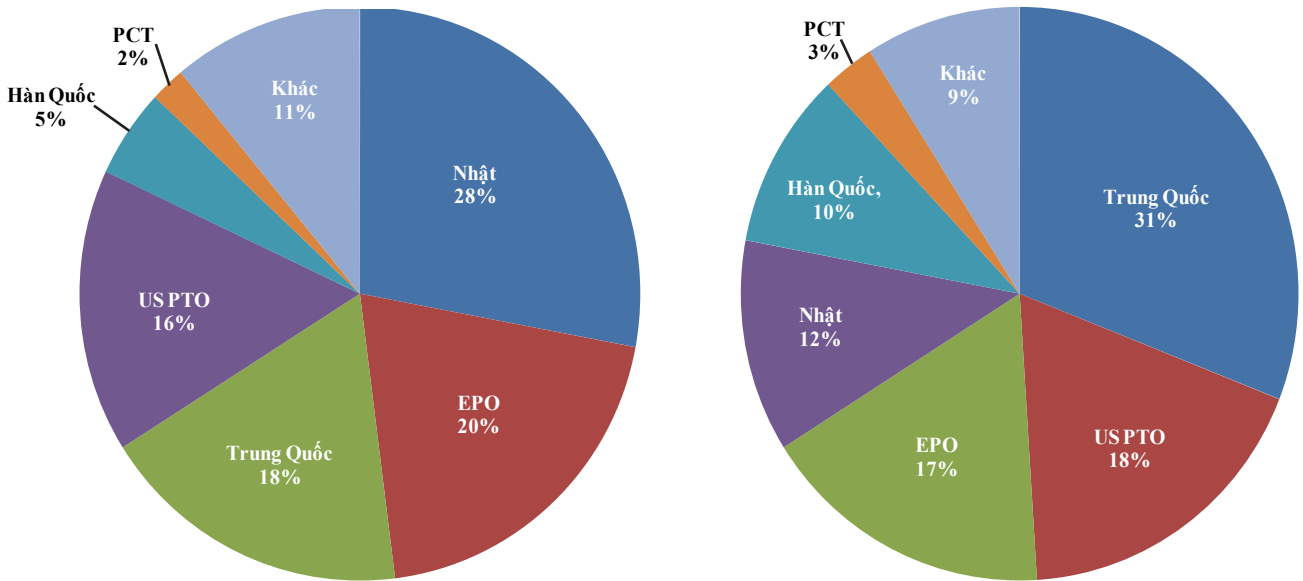
Các SC về khử mặn phần lớn được nộp đơn ở Nhật, châu Âu, Mỹ và Trung Quốc. Những năm gần đây, Trung Quốc vượt lên dẫn đầu, tiếp theo là Mỹ (BĐ 12), cho thấy xu hướng phát triển SC về khử mặn nước được đăng ký bảo hộ tại Trung Quốc.

Thị trường công nghệ khử mặn nước

Những nhà máy khử nước mặn đã có từ lâu trên thế giới nhưng chỉ phát triển nhiều từ những năm 2000, khi nguồn nước ngọt cạn kiệt dần và nhu

cầu sử dụng gia tăng, đồng thời nhờ có nhiều công nghệ khử mặn tiên tiến được nghiên cứu giảm được giá thành và ô nhiễm. Ước tính, năm 2018, thị trường khử mặn nước toàn cầu sẽ đạt hơn 14 tỉ USD, tăng 2,5 lần so với năm 2014 (BĐ 13).

BĐ12: Đăng ký bảo hộ công nghệ khử mặn nước tại các cơ quan sáng chế trên thế giới



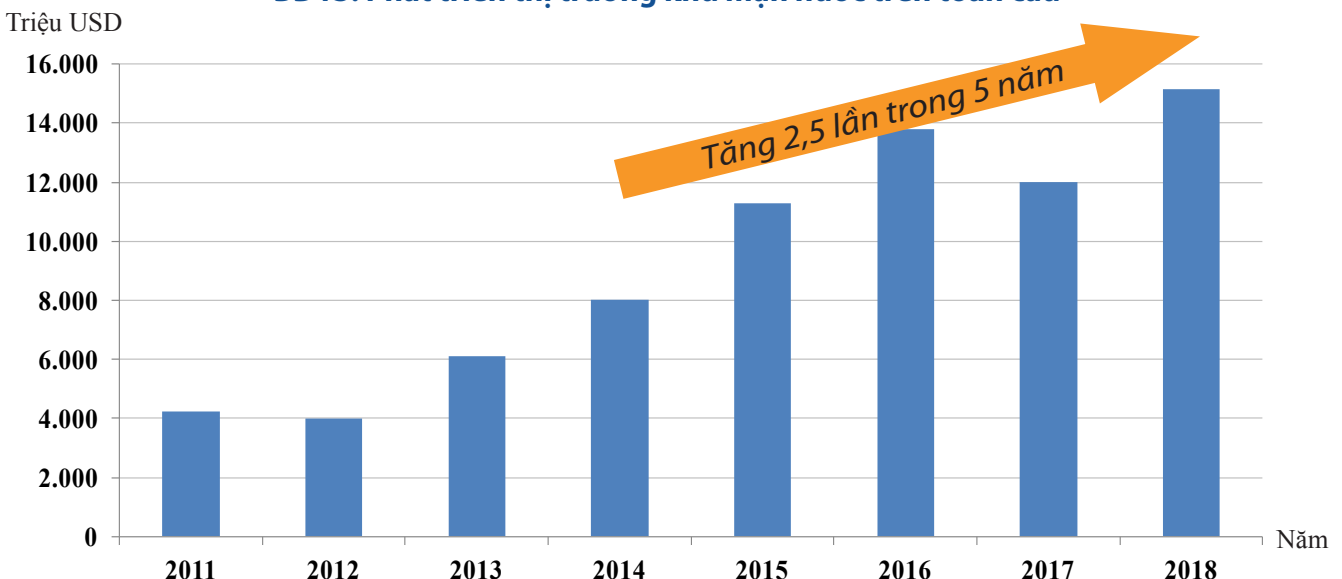
USPTO: Cơ quan Sáng chế và Nhãn hiệu Hoa Kỳ

EPO: Cơ quan Sáng chế Châu Âu

PCT: Đăng ký sáng chế theo Hiệp ước PCT (Patent Cooperation Treaty)

Nguồn: WIPO, Desalination Technologies and the Use of Alternative Energies for Desalination.

BĐ13: Phát triển thị trường khử mặn nước trên toàn cầu



Nguồn: OECD, Deloitte Tohmatsu Consulting Co., Ltd.; Shift to Floating Seawater Desalination.

Các công trình khử mặn nước phần lớn được xây dựng ở Bắc Mỹ và Trung Đông. Tính đến năm 2016, thị trường khử mặn ở Saudi Arabia được kỳ vọng đạt hơn 13 tỉ USD, Mỹ đạt 11 tỉ USD và UAE đạt 10 tỉ USD (BĐ14).

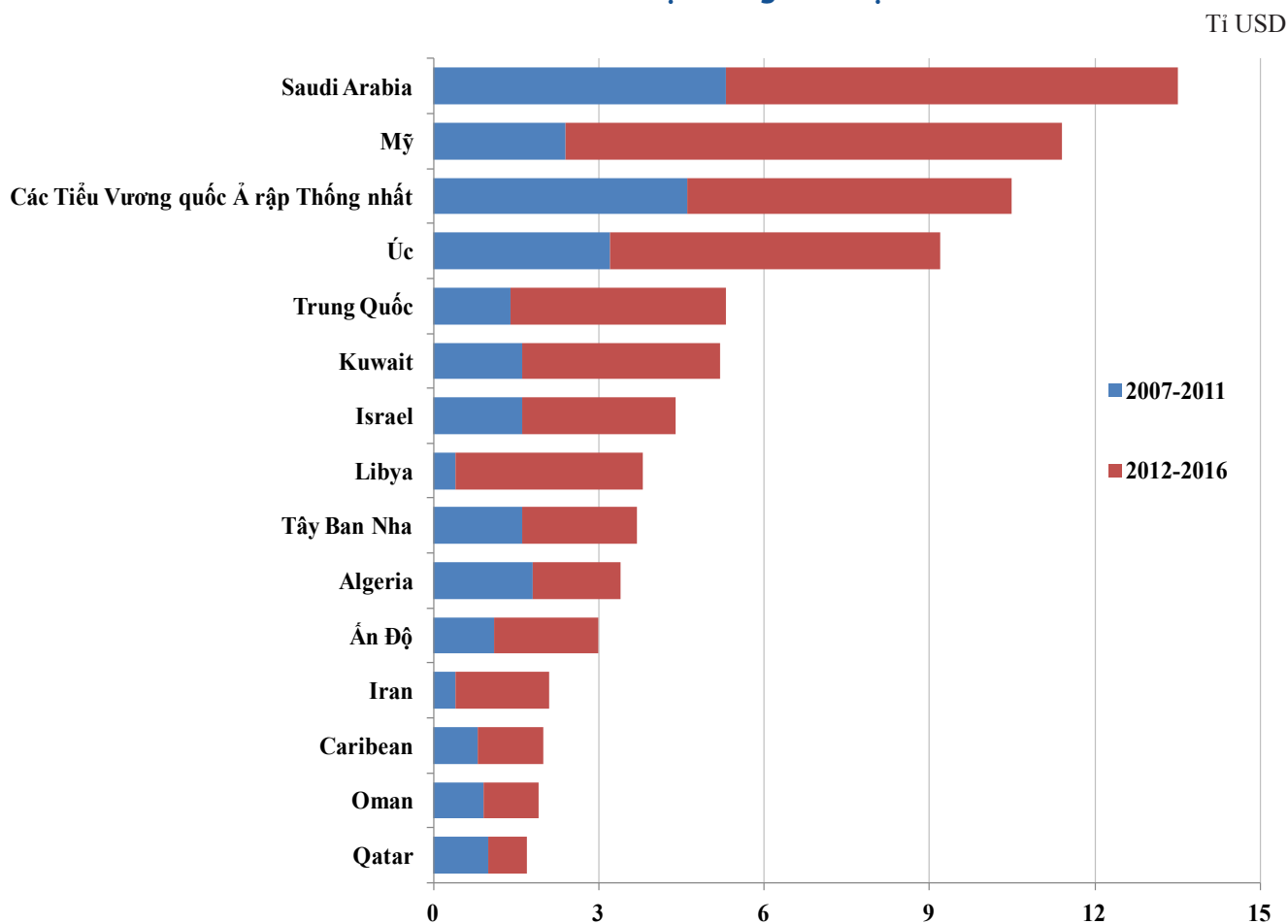
Việt Nam chịu tác động không nhỏ bởi biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn và nhiều hải đảo, vùng ven biển khan hiếm nước ngọt. Các nhà khoa học đã nghiên cứu và chế tạo thành công những hệ thống khử mặn nước để bổ sung nguồn nước sinh hoạt dù còn ở quy mô nhỏ. Có thể kể đến như công nghệ khử mặn RO được nghiên cứu chế tạo tại Viện Khoa học Vật liệu ứng dụng Việt Nam đã lắp đặt thử nghiệm trên tàu đánh bắt xa bờ của ngư dân Đà

Nẵng; xử lý nước phèn mặn phục vụ cho ăn uống, sinh hoạt tại Sư đoàn 4, tỉnh Kiên Giang; xử lý nước biển thành nước ngọt cho giàn khoan dầu khí tại tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu; xử lý nước giếng nhiễm phèn mặn, độc tố, thuốc trừ sâu thành nước sinh hoạt tại bệnh viện đa khoa Hòa Thành, tỉnh Tây Ninh. Trung tâm Tư vấn và Chuyển giao công nghệ nước sạch và môi trường đã nghiên cứu thiết kế lắp đặt thành công tại đảo Bạch Long Vĩ dây chuyền khử nước biển thành nước ngọt bằng công nghệ RO. Trung tâm Phát triển Công nghệ cao thuộc Viện Khoa học vật liệu Hà Nội nghiên cứu công nghệ điện thẩm tách ED khử nước bị nhiễm mặn 2.000 mg/l giảm còn 350 mg/l. Viện Hóa học (Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam) lắp

đặt thử nghiệm tại Bến Tre và Thừa Thiên-Huế hệ thống chưng cất nước biển thành nước ngọt dùng năng lượng mặt trời,...

Biển nước mặn thành nước ngọt được nhiều nơi nghiên cứu áp dụng tại Việt Nam, chủ yếu với quy mô nhỏ phục vụ nhu cầu nước sinh hoạt. Tháng 11/2016, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã ký kết Biên bản ghi nhớ hợp tác với Tập đoàn Rent A Port (Vương quốc Bỉ) trong lĩnh vực khử mặn nước biển sử dụng năng lượng gió và năng lượng mặt trời. Bước đầu, sẽ thành lập 5 nhà máy khử mặn với vốn đầu tư 15 triệu USD, có khả năng cung cấp nước sạch cho ít nhất 200 ha lúa tại 5 địa điểm khác nhau ở Đồng bằng Sông Cửu Long. □

BĐ14: Các nước dẫn đầu thị trường khử mặn nước



Nguồn: Global Water Intelligence "Global Water Market 2014"; OECD, Deloitte Tohmatsu Consulting Co., Ltd.; Shift to Floating Seawater Desalination.