سال چهارم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱ تا ۸
نشریه آب و توسعه پایدار

2017, Vol.4, No.1, Pages 1 to 8
Journal of Water and Sustainable Development

نگاهی بر وضعیت موجود و آینده‌ی بازار نمک‌زدایی آب در خلیج فارس و منطقه‌ی منا

مجید قنادی
کارشناس‌ارشد مهندسی بهداشت محیط، گرایش آب و فاضلاب، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

E-Mail: ghannadi48@gmail.com
تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۹

چکیده

طی دوره‌ی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ بازار نمک‌زدایی آب با رشد سالانه‌ی ۹ درصد و مجموع سرمایه‌گذاری ۸۸ میلیارد دلار، یکی از پررونق‌ترین بازارهای جهان بوده است. رشد شتابان بیش از ۶۰ درصد ظرفیت جهانی نمک‌زدایی، نه تنها حکایت از سهیم شدن دریاها در تأمین آب شرب کانون‌های جمعیتی سواحل دارد، بلکه گویای زوال تدریجی کیفیت آب‌های داخلی نیز می‌باشد. پیش‌بینی افزایش دما و تقلیل بارندگی در افق ۲۰۵۰ در بیست کشور واقع در شمال آفریقا و غرب آسیا (منطقه‌ی منا) منابع جدید آب را در این منطقه‌ی حساس جهان، کمیاب‌تر و دسترسی به آن‌ها را پرهزینه‌تر کرده و دولت‌ها را به ناچار به سمت گزینه نمک‌زدایی آب پیش می‌برد. در مقیاس جهانی، ۳۸ درصد از حجم روزانه‌ی تولید جهانی آب نمک‌زدایی شده (۶۵/۲ میلیون متر مکعب) متعلق به کشورهای منطقه‌ی منا است و در محدوده‌ی جنوبی خلیج فارس، ظرفیت نصب شده نمک‌زدایی آب از ۱۰ میلیون متر مکعب در روز فراتر است. پایه و اساس فرآیندهای گوناگون نمک‌زدایی آب، بر بهره‌گیری از انرژی استوار است و هر گونه تحلیل، سیاستگزاری و آینده‌نگری در موضوع نمک‌زدایی آب، بدون لحاظ سیاست‌های انرژی، ناقص خواهد بود. مهم‌ترین مسئله‌ی زیست محیطی این تأسیسات، شورابه‌های آن‌ها است که در گروه پساب‌های صنعتی قرار داشته و تخلیه‌ی گسترده‌ی آن‌ها به خلیج‌ها و سواحل مرجانی، سبب تغییر گونه‌ها و تهدید حیات آبزیان می‌شود. در سال‌های اخیر با توسعه و بهینه‌سازی فرآیندها، هزینه‌ی نمک‌زدایی هر متر مکعب آب، به حدود نیم دلار تقلیل یافته است، اما قیمت بازار آن هم چنان در محدوده‌ی یک تا دو دلار باقی مانده است. ظرفیت نمک‌زدایی آب در ایران افزون بر ۴۵۰ هزار متر مکعب در روز است که ۶۵ درصد آن مربوط به آب شرب است. این مقدار کم‌تر از ۲ درصد ظرفیت جهانی نمک‌زدایی آب است.

واژه‌های کلیدی: نمک‌زدایی آب، منطقه‌ی منا، سیاست‌ها و بازار آب.

A Look at Existing and Future Desalination Markets in the Persian Gulf and MENA Region

M. Ghannadi
M.Sc. in Environmental Health Engineering, Water and Wastewater, Water and Wastewater Engineering Company of Iran.

E-Mail: ghannadi48@gmail.com
Received: 08-05-2016
Accepted: 09-11-2016

Abstract

Showing an annual growth rate of 9% and with a total investment of USD 88 billion the desalination market was one of the most lucrative markets in the years 2010 to 2016. The accelerated growth of above 60% of the world's total desalination capacity underlines not only the involvement of the seas in supplying the potable water for populated seashores but also the gradual drop in the quality of inland waters. The predicted increase in global temperature and the reduced level of rainfalls in the Horizon 2050 vision for the twenty North African and West Asian countries (MENA region) signifies that new water resources in this sensitive area will be rarer and their access costlier, thus forcing the governments towards desalination. On the global scale, 38 percent of the total volume of water produced daily in the world (65.2 MCM) belongs to the MENA region, while the desalination capacity created in the southern coasts of the Persian Gulf exceeds the 10 MCM/day mark. The basic concepts of the different desalination processes are founded upon the use of energy, and any analysis, strategies, and visions for desalination without due consideration for energy policies would be meaningless and incomplete. The most important environmental issue with these installations is the brine, which is categorized as industrial effluent, and its extensive discharge to the gulfs and coral reefs which threaten the marine ecosystem and leads to changes in species. In recent years, through development and improvement of the processes, the cost of desalinating each cubic meter of water has been reduced to half a Dollar, whereas its market price is still between 1 and 2 Dollars. The desalination capacity in Iran is more than 450,000 m3/day; 65% of which is related to the production of drinking water. This amount is less than 2% of the global capacity for desalination.

Keywords: Desalination, MENA Region, Strategies and Water Market.

DOI: 10.22067/jwsd.v4i1.55592

مقدمه

منطقه‌ی خاورمیانه و شمال آفریقا به منطقه‌ی منا[1] معروف است. این منطقه ۲۰ کشور الجزایر، بحرین، مصر، ایران، عراق، اردن، فلسطین اشغالی، کویت، لبنان، لیبی، مراکش، عمان، نوار غزه و کرانه‌ی باختری، عربستان، قطر، سوریه، تونس، ترکیه، یمن و امارات را شامل می‌شود و به دلیل موقعیت جغرافیایی استراتژیك حاصل از قرار گرفتن در منطقه‌ی اتصال شرق و غرب جهان، برخورداری از شاهراه‌های آبی مهم و منابع زیرزمینی غنی و سرشار، از دیرباز کانون توجه بوده است (شکل ۱). این منطقه ۶/۳ درصد جمعیت جهان را در خود جای داده است و سهم آن از آب‌های شیرین تجدیدپذیر جهان، تنها ۱/۴ درصد است (جدول ۱). حدود ۶۰ درصد جمعیت منطقه‌ی منا در شهرها زندگی می‌کنند. در این منطقه، رشد جمعیت شهری به مراتب بیش‌تر از رشد کلی جمعیت است و جمعیت روستایی، متمایل به مهاجرت به شهرها است. در ۹ کشور منطقه‌ی منا، سه چهارم جمعیت در شهرها ساکن هستند (Roudi و همکاران، ۲۰۰۲). هر چند تراکم بیش‌تر جمعیت در شهرها، زمینه را برای مدیریت کارآمدتر و هزینه کرد موثرتر مدیریت آب فراهم می‌آورد، با این حال زندگی در شهرها، تمایل به مصرف بیش‌تر آب را در مقایسه با نواحی روستایی به همراه دارد. در عین‌حال با رشد سریع شهرنشینی، توسعه‌ی زیرساخت‌هایی همچون روش‌های موثر توزیع، سامانه‌های فاضلاب و مکانیسم‌های قانونی مرتبط با مدیریت آب، ممکن است با تأخیر رو به رو شده و سرعت اجرای آن‌ها متناسب با شتاب گسترش شهرها نباشد.

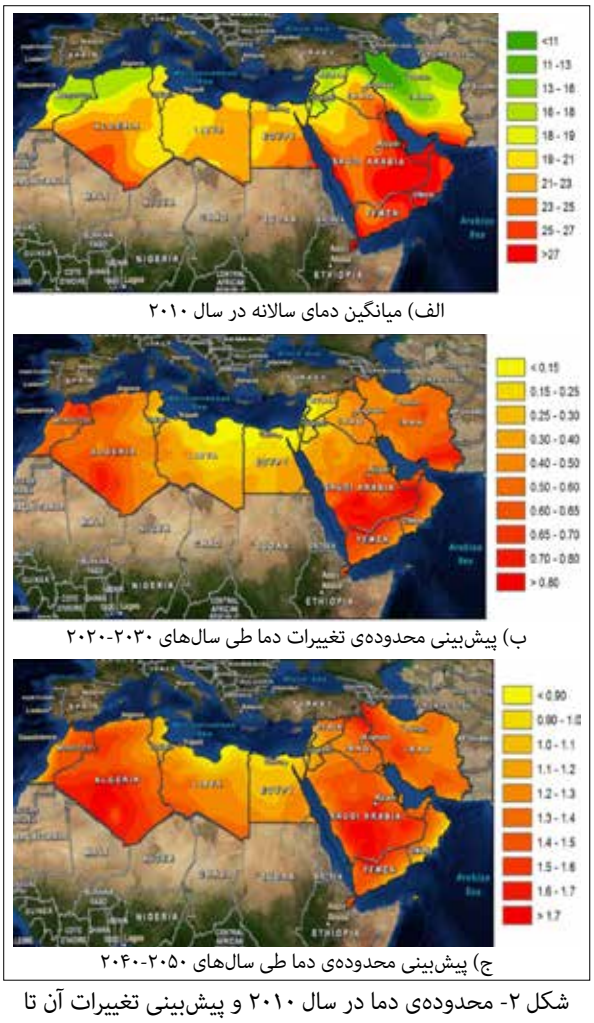
شکل ۱- موقعیت کشورهای عضو منطقه‌ی منا

جدول ۱- جمعیت و منابع و مصارف آب در کشورهای منطقه‌ی منا (Roudi و همکاران، ۲۰۰۲)

کشور/منطقه	جمعیت (میلیون نفر)			آب شیرین تجدیدپذیر سالانه (Km^3)	سرانه‌ی سالانه‌ی آب شیرین تجدیدپذیر (مترمکعب)			درصد آب شیرین استفاده شده در بخش		
	۱۹۷۰	۲۰۰۱	۲۰۲۵		۱۹۷۰	۲۰۰۱	۲۰۲۵	خانگی	صنعت	کشاورزی
منا	۱۷۳/۴	۳۸۵/۶	۵۶۸/۰	۸	۳/۶۴۵	۱/۶۴۰	۱/۱۱۳	۸	۵	۸۷
الجزایر	۱۳/۸	۳۱/۰	۴۳/۲	۲۵	۱/۰۴۰	۴۶۲	۳۱۱	۲۵	۱۵	۶۰
بحرین	۰/۲	۰/۷	۱/۰	۳۹	۴۵۵	۱۴۰	۹۷	۳۹	۴	۵۶
مصر	۳۵/۳	۶۹/۸	۹۶/۲	۶	۲/۴۶۰	۱/۲۴۳	۹۰۳	۶	۸	۸۶
ایران	۲۸/۸	۶۶/۱	۸۸/۴	۶	۴/۷۷۰	۲/۰۷۹	۱/۵۵۵	۶	۲	۹۲
عراق	۹/۴	۲۳/۶	۴۰/۳	۳	۱۰/۳۰۴	۴/۰۸۷	۲/۳۹۲	۳	۵	۹۲
فلسطین اشغالی	۳/۰	۶/۴	۸/۹	۱۶	۷۴۰	۳۴۲	۲۴۷	۱۶	۵	۷۹
اردن	۱/۶	۵/۲	۸/۷	۲۲	۵۵۵	۱۷۴	۱۰۳	۲۲	۳	۷۵
کویت	۰/۷	۲/۳	۴/۲	۳۷	۲۷	۹	۵	۳۷	۲	۶۰
لبنان	۲/۵	۴/۳	۵/۴	۲۸	۱/۹۴۴	۱/۱۲۰	۸۹۶	۲۸	۴	۶۸
لیبی	۲/۰	۵/۲	۸/۳	۱۱	۳۰۲	۱۱۴	۷۲	۱۱	۲	۸۷
مغرب	۱۵/۳	۲۹/۲	۴۰/۵	۵	۱/۹۶۰	۱/۰۲۷	۷۴۱	۵	۳	۹۲
عمان	۰/۷	۲/۴	۴/۹	۵	۱/۳۸۳	۴۱۶	۲۰۶	۵	۲	۹۴
قطر	۰/۱	۰/۶	۰/۸	۲۳	۹۰۱	۱۷۰	۱۲۹	۲۳	۳	۷۴
عربستان	۵/۷	۲۱/۱	۴۰/۹	۹	۴۱۸	۱۱۴	۵۹	۹	۱	۹۰
سوریه	۶/۳	۱۷/۱	۲۷/۱	۴	۷/۳۶۷	۲/۷۰۰	۱/۷۰۱	۴	۲	۹۴
تونس	۵/۱	۹/۷	۱۲/۵	۹	۸۰۰	۴۲۲	۳۲۷	۹	۳	۸۹
ترکیه	۳۵/۳	۶۶/۳	۸۵/۲	۱۶	۵/۶۸۲	۳/۰۲۹	۲/۳۵۶	۱۶	۱۱	۷۲
امارت	۰/۲	۳/۳	۴/۵	۲۴	۸۹۷	۶۰	۴۴	۲۴	۹	۶۷
یمن	۶/۳	۱۸/۰	۳۹/۶	۷	۶۴۸	۲۲۸	۱۰۳	۷	۱	۹۲

ویژگی‌های اقلیمی منطقه‌ی منا و پیش‌بینی تغییرات آن

ویژگی‌های اقلیمی منطقه‌ی منا، نظیر خشکسالی‌های متناوب، محدودیت و کم آبی منابع آب همراه با رشد جمعیت بالا، فشارهای مضاعفی را منابع آب منطقه تحمیل می‌کند. این در حالی است که



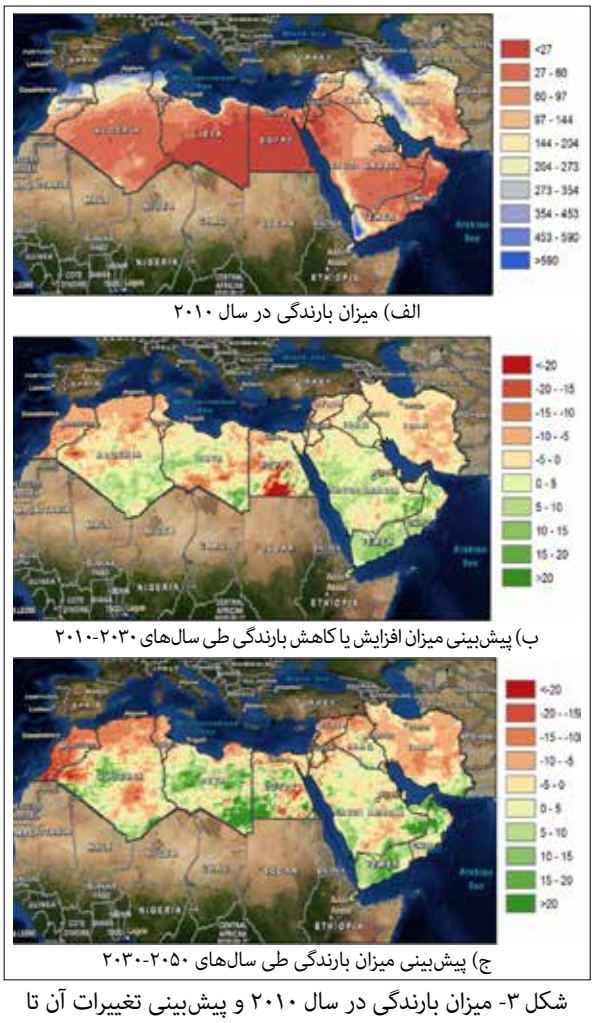
شکل ۲- محدوده‌ی دما در سال ۲۰۱۰ و پیش‌بینی تغییرات آن تا سال ۲۰۵۰ در کشورهای منطقه‌ی منا (World Bank، ۲۰۱۱)

وضعیت منابع آبی شیرین در منطقه منا

باید توجه داشت که شاخص‌های تعریف شده[۲] برای "نیاز آبی[۳]"، "تنش آبی[۴]" و "کم آبی[۵]" که اغلب بر اساس سرانه‌ی منابع آب موجود و میزان برداشت از آن‌ها تعریف می‌شوند، منعکس‌کننده‌ی منابع آبی شیرینی که در عمل در دسترس و قابل استفاده است، نمی‌باشد (نامجو و همکاران، ۱۳۸۹). قابلیت دسترسی به آب، افزون بر برخورداری از منابع و ظرفیت‌های طبیعی آب، به توانایی‌های ملی هر کشور در استحصال، جمع‌آوری، پالایش و انتقال آب نیز وابسته است.

متعاقب افزایش جمعیت در منطقه‌ی منا، میانگین سرانه‌ی آب شیرین قابل استفاده، به کم‌تر از نصف (کم‌تر از ۱۶۰۰ متر مکعب)

پیش‌بینی پیامد تغییرات اقلیمی و مدل‌های استخراج شده حاصل از وضعیت پایه‌ی اقلیمی (دما و بارندگی) در سال ۲۰۱۱، افق نگران کننده‌ای را پیش روی دولت‌های منطقه‌ی منا قرار داده و حکایت از افزایش تدریجی دما (شکل ۲) و کاهش میزان بارندگی (شکل ۳) در کشورهای این منطقه تا سال ۲۰۵۰ دارد.



شکل ۳- میزان بارندگی در سال ۲۰۱۰ و پیش‌بینی تغییرات آن تا سال ۲۰۵۰ در کشورهای منطقه‌ی منا (World Bank، ۲۰۱۱)

تقلیل یافته است. به دلیل توزیع ناهمگون آب در منطقه، تمرکز بر رقم میانگین سرانه، گمراه کننده است. سه چهارم آب شیرین قابل استفاده در منطقه‌ی منا، در چهار کشور ایران، عراق، سوریه و ترکیه قرار دارد و میانگین سرانه‌ی سالانه‌ی آب شیرین قابل استفاده در کشورهای بحرین، اردن، کویت، لیبی، قطر، عربستان، امارات و یمن کم‌تر از ۲۵۰ متر مکعب است.

وضعیت منابع آبی و رشد و نحوه‌ی استقرار جمعیت در منطقه‌ی منا، دولت‌های این کشورها را مجبور و ملزم به اتخاذ راهبردها و سیاست‌هایی برای برقراری تعادل میان منابع کمیاب آبی و رشد تقاضا ساخته است. این رویکرد، متاثر از عامل‌های گوناگونی است که مهم‌ترین آن‌ها سطح درآمد ملی است. در کشورهایی مانند یمن،

پایین بودن درآمد ملی، مانع از به خدمت گرفتن فناوری‌های پیشرفته می‌شود، در حالی که در عربستان چنین مانعی وجود ندارد. حتی در کشورهای با درآمد ملی قابل توجه نیز به کارگیری فناوری‌های پیشرفته، تنها پاسخگوی نیاز آبی در کوتاه مدت است. در نگاه بلند مدت، کاستن از ضریب رشد تقاضای آب و اتخاذ سیاست‌ها و تدوین و اجرای برنامه‌های کارآمد برای بهبود مدیریت آن، کلید توسعه‌ی پایدار منطقه‌ی منا خواهد بود.

به طور معمول و در یك رویکرد سنتی، سیاست غالب دولت‌های منطقه‌ی منا، برای پاسخگویی به تقاضای آب، افزایش ظرفیت تامین و مدیریت منابع جدید آب، به رغم افزایش هزینه‌ها است. در پرتو این سیاست و با گذشت زمان، منابع جدید آبی، کمیاب‌تر و دسترسی به آن‌ها، پرهزینه‌تر خواهد شد. در نتیجه کشورهای منطقه‌ی منا، در کنار توجه به توسعه‌ی ظرفیت‌های جدید، به ناچار به سمت گزینه‌های دیگری همچون نمك‌زدایی آب و تصفیه و بازیابی فاضلاب‌ها پیش می‌روند.

تأسیسات و فرآیندهای نمك‌زدایی آب با هدف بهره‌گیری از توان آب‌های شور دریاها و آب‌های لب‌شور داخلی، برای جبران عدم توازن میان نیازهای زندگی انسان و توسعه‌ی آن به آب، با توزیع منابع آبی در طبیعت، از نیمه‌ی دوم قرن بیستم به این سو توسعه یافته است.

پایه و اساس نمك‌زدایی آب بر بهره‌گیری از انرژی برای زدایش املاح محتوی آب شور و تولید آب شیرین استوار است و به این ترتیب تمرکز اولیه و شاه کلید نمك‌زدایی آب و آینده‌ی آن، همزاد و عجین با موضوع انرژی است و هر گونه تحلیل، سیاستگزاری و آینده‌نگری در موضوع نمك‌زدایی آب، بدون توجه و در نظر داشتن سیاست‌های انرژی، ابتر و ناقص خواهد بود.

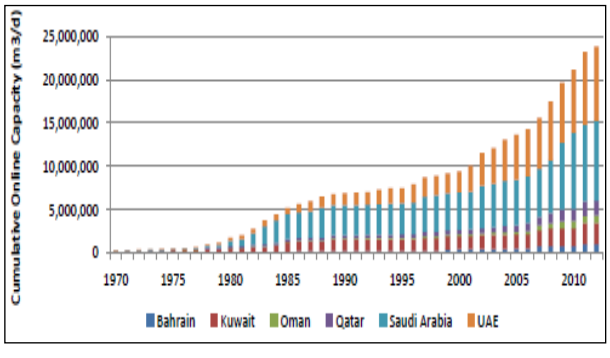
فناوری به کار رفته در تأسیسات نمك‌زدایی آب، بر پایه‌ی دو فرآیند حرارتی (که در آن هم زمان از دو انرژی گرمایی و الکتریکی استفاده می‌شود) و غشایی (که در آن تنها از انرژی الکتریکی استفاده می‌شود) قرار دارد. از لحاظ تعداد، بیش‌ترین فناوری به کار رفته نمك‌زدایی آب، فرآیند غشایی اسمز معکوس (RO)[6] است که ۶۰ درصد ظرفیت جهانی نمك‌زدایی آب را به خود اختصاص داده است و پس از آن فرایند حرارتی تبخیر چند مرحله‌ای (MSF)[7] با سهمی معادل ۲۶/۸ درصد در رتبه‌ی دوم قرار دارد.

میزان استحصال سالانه‌ی جهانی آب، حدود ۴ هزار میلیارد متر مکعب برآورد شده است و در مناطقی مانند منطقه‌ی منا، نمك‌زدایی آب مهم‌ترین و شاید تنها گزینه‌ی تأمین آب آشامیدنی و حتی کشاورزی است[8].

در مقیاس جهانی، روزانه حدود ۶۵/۲ میلیون متر مکعب (۲۴ میلیارد متر مکعب در سال) آب از فرآیندهای نمك‌زدایی تولید می‌شود. این مقدار معادل ۰/۶ درصد تولید جهانی آب است. کشورهای عضو منطقه‌ی منا، حدود ۳۸ درصد ظرفیت جهانی نمك‌زدایی آب را به خود اختصاص داده‌اند[9]. مجموع ظرفیت نصب شده و در حال بهره‌برداری نمك‌زدایی آب در محدوده‌ی جنوبی خلیج فارس، بیش از ۱۰ میلیون متر مکعب در روز برآورد شده است (جدول ۲، شکل ۴).

جدول ۲- ظرفیت نصب شده‌ی نمك‌زدایی آب در سواحل جنوبی خلیج فارس (Safi، ۲۰۱۲)

کشور	ظرفیت روزانه‌ی نمك‌زدایی آب (میلیون متر مکعب در روز)
امارات	۴/۱۵
عربستان	۳
کویت	۱/۶۴
قطر	۰/۹۱
بحرین	۰/۸۵
جمع	۱۰/۵۵



شکل ۴- نمودار افزایش تجمعی ظرفیت نمك‌زدایی آب در کشورهای حاشیه‌ی جنوبی خلیج فارس طی سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۱۰ (Safi، ۲۰۱۲)

اثرات زیست محیطی تأسیسات نمك‌زدایی آب

مهم‌ترین مسئله‌ی زیست‌محیطی تأسیسات نمك‌زدایی آب، شورابه‌ی آن‌ها است که در گروه «پساب‌های صنعتی» قرار دارد. شورابه، به دلیل بالا بودن غلظت املاح آن، سنگین‌تر و چگال‌تر از آب دریاست. به همین دلیل بیش‌ترین آسیب زیست محیطی و تهدید را در اعماق دریا بر جای می‌گذارد. تخلیه‌ی مستمر و گسترده‌ی شورابه‌ها به خلیج‌ها، سواحل مرجانی و دریاهای نیمه بسته و به طور کلی، مناطقی که شفافیت آب کم و میزان تبخیر بالا است، با تغییر غلظت املاح آب دریا، سبب تغییر گونه‌ها و تهدید حیات آب‌زیان می‌شود.

در صورتی که نرخ بازیافت آب در تأسیسات نمك‌زدایی ۵۰ درصد فرض شود، روزانه بیش از ۱۰ میلیون متر مکعب شورابه از تأسیسات نمك‌زدایی آب مستقر در کشورهای جنوبی خلیج فارس به این خلیج نیمه بسته تخلیه می‌شود (Al Barwani و Purnama، ۲۰۰۸).

خلیج فارس یک آبراهه‌ی نیمه بسته به وسعت ۲۴ هزار کیلومتر مربع به طول ۱.۰۰۰ و عرض ۱۸۵ تا ۳۴۰ کیلومتر است و تنها از طریق تنگه‌ی هرمز با آب‌های آزاد ارتباط دارد. آب شیرین تخلیه شده به

آن، منحصر به سه رودخانه‌ی کارون، دجله و فرات با مجموع تخلیه‌ی سالانه‌ی ۱۸ سانتی‌متر، از طریق دلتای اروندکنار می‌باشد. به دلیل تبخیر سالانه‌ی بیش از دو متر، میانگین شوری خلیج فارس، بیش از متوسط آب‌های آزاد است (جدول ۳).

جدول ۳- کیفیت شیمیایی آب دریاهای آزاد و مقایسه‌ی آن با خلیج فارس (ارقام بر حسب میلی‌گرم بر لیتر) (قنادی، ۱۳۸۴)

عامل	دریای آزاد	خلیج فارس در ناحیه‌ی	
		جزایر ایرانی*	کویت
کلرور	۱۸۹۸۰	۱۹۸۶۹	۲۳۰۰۰
سدیم	۱۰۵۵۶	۵۰۰۲	۱۵۸۵۰
سولفات	۲۶۴۹	۳۰۱۶	۳۲۰۰
منیزیم	۱۲۶۲	۱۴۷۳	۱۷۶۵
کلسیم	۴۰۰	۴۹۸۵	۵۰۰
پتاسیم	۳۸۰	۱۳۴	۴۶۰
بیکربنات	۳۸۰	۱۲۸	۴۶۰
استرانسیوم	۱۳	-	-
بروماید	۶۵	-	۸۰
اسید برومیک	۲۶	-	-
فلوئور	۱	۴	-
سیلیکات	۱	-	۱/۵
ید	<۱	-	-
مجموع جامدات محلول	۳۴۴۸۳	۲۹۰۳۳	۴۵۰۰۰

* بر اساس میانگین ۱۰ نمونه آزمون فیزیکی و شیمیایی آب از آبگیر تأسیسات آب‌شیرین‌کن‌های مستقر در جزایر هنگام، تنب کوچک، تنب بزرگ، ابوموسی به دست آمده است.

هزینه‌های نمک‌زدایی آب

هم چنان که گفته شد نمک‌زدایی آب نیازمند انرژی است. نمک‌زدایی از هر متر مکعب آب دریا با فرآیند MSF به طور میانگین ۸۰/۶ کیلو وات ساعت انرژی حرارتی (معادل ۲۹۰ مگاژول) انرژی حرارتی به ازای هر کیلوگرم به علاوه‌ی ۲/۵ تا ۳/۵ کیلووات ساعت انرژی الکتریکی مصرف می‌کند. این در حالی است که تأسیسات بزرگ اسمز معکوس، برای نمک‌زدایی هر متر مکعب آب دریا، نیازمند تنها ۳/۵ تا ۵ کیلووات ساعت الکتریسته هستند. بر اساس آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۱، در مقیاس جهانی، برای تولید روزانه ۶۵/۲ میلیون متر مکعب آب نمک‌زدایی شده از مجموع فرآیندهای حرارتی و غشایی، حداقل ۷۵/۲ تراوات ساعت انرژی مصرف شده است. این مقدار انرژی، معادل ۰/۴ درصد مصرف جهانی انرژی در سال ۲۰۱۱ بوده است (IREA، ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر در حالی که با توسعه و بهینه سازی فرآیندها، هزینه‌ی نمک‌زدایی هر متر مکعب آب، به حدود نیم دلار تقلیل یافته است، اما قیمت بازار آن همچنان در محدوده‌ی ۱ تا ۲ دلار برای هر متر مکعب آب نمک‌زدایی شده باقی مانده است. این ارقام اگر چه در استطاعت کشورهای با درآمد متوسط قرار دارد، اما تأمین و پرداخت آن برای کشورهای فقیر همچنان دشوار است (IREA، ۲۰۱۲).

جان کلام آن که بهای آب نمک‌زدایی شده و در یک نگاه وسیع‌تر، اقتصاد نمک‌زدایی آب، به قیمت انرژی و جوانب اقتصادی آن، وابستگی تام و تمام دارد و می‌توان گفت قیمت انرژی، تعیین‌کننده‌ی بهای آب نمک‌زدایی شده است.

چشم‌انداز آینده‌ی نمک‌زدایی آب

در مقیاس جهانی، تقاضا برای نمک‌زدایی آب با سرعتی شتابان رو به گسترش است و رشد سالانه‌ی آن طی دوره‌ی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ معادل ۹ درصد با مجموع سرمایه‌گذاری ۸۸ میلیارد دلار اعلام شده است. بر اساس گزارش انجمن بین‌المللی نمک‌زدایی، ظرفیت جهانی نمک‌زدایی آب، با رشد بیش از ۶۰ درصد، از ۴۸ میلیون متر مکعب در روز در سال ۲۰۰۸ به حدود ۷۸ میلیون متر مکعب در روز در سال ۲۰۱۳ افزایش یافته است. این رشد شتابان، بر دو مطلب زیر دلالت دارد: نخست آن که سهم دریاها در تأمین آب مورد نیاز سواحل بیش‌تر شده است و دوم آن که کیفیت آب‌های زیرزمینی در سرزمین‌های داخلی رو به زوال نهاده است. ظرفیت نمک‌زدایی آب در ایران افزون بر ۴۵۰ هزار متر مکعب در روز است که حدود ۳۰۰ هزار مترمکعب در روز (۶۵ درصد) آن، در قالب ۵۳ پروژه، مربوط به آب شرب می‌باشد (جداول ۴ و ۵). این مقدار کم‌تر از ۲ درصد ظرفیت جهانی نمک‌زدایی است.

در منطقه‌ی منا، رشد تقاضای آب از ۹ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۱۰ به بیش از ۱۳/۳ میلیارد متر مکعب در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید. این در حالی است که در این مدت، میزان استحصال آب از آبخوان‌های زیرزمینی رو به کاهش خواهد نهاد. در نتیجه پیش‌بینی می‌شود در منطقه‌ی منا، ظرفیت نمک‌زدایی آب با سرعت به مراتب افزون‌تری از میانگین جهانی آن، از ۲۱ میلیون متر مکعب در روز در سال ۲۰۰۷ به حدود ۱۱۰ میلیون متر مکعب در روز در سال ۲۰۳۰ افزایش یابد. پیش‌بینی می‌شود ۷۰ درصد این ظرفیت، در کشورهای عربستان، کویت، امارات، الجزایر و لیبی نصب و راه‌اندازی شود (Walter و همکاران، ۲۰۱۱).

متعاقب توسعه‌ی شمار و ظرفیت تأسیسات نمک‌زدایی آب در منطقه‌ی منا، نیاز به انرژی در کشورهای عضو این منطقه افزایش خواهد یافت. در سال ۲۰۳۰ مجموع نیاز انرژی الکتریکی این کشورها تنها برای تأسیسات نمک‌زدایی آب، حدود ۱۲۲ تراوات ساعت برآورد شده است که سه برابر نیاز این تأسیسات در سال ۲۰۰۷ خواهد بود.

مرکز و شرق آسیا و حوزه‌ی کارائیب نیز از جمله بازارهای آینده‌ی نمک‌زدایی آب هستند. رشد جمعیت و توسعه‌ی اقتصادی از یک سو و از دیگر سو کمبود و آلودگی آب در این مناطق، سبب توسعه‌ی بازار نمک‌زدایی آب در این منطقه از جهان شده است.

جدول ۴- تأسیسات نمک‌زدایی در حال کار برای تأمین بخشی از نیاز آب شرب ایران در پایان سال ۱۳۹۴ (دفتر تجهیز منابع مالی و گسترش مشارکت بخش غیردولتی، ۱۳۹۵)

استان	نام تأسیسات	ظرفیت اسمی تولید آب (مترمکعب در شبانه روز)	مبلغ سرمایه‌گذاری (میلیارد ریال)	سال عقد قرارداد	قیمت پایه هر مترمکعب (ریال)
خوزستان	نمک‌زدایی خرمشهر	۱۲۵۰۰	۸۰	۱۳۸۵	۵۳۹۰
	نمک‌زدایی آبادان	۱۲۵۰۰	۸۰	۱۳۸۵	۵۳۹۰
سیستان و بلوچستان	نمک‌زدایی زاهدان	۱۸۷۵۰	۱۷۵	۱۳۸۹	۳۰۰۰
	نمک‌زدایی چابهار-کنارک	۱۷۵۰۰	۲۰۰	۱۳۸۶	۵۳۰۰
	نمک‌زدایی زاهدان	۲۵۰۰	۶۰	۱۳۹۲	۲۳۸۰۰
	نمک‌زدایی چابهار-کنارک	۱۵۰۰۰	۳۰۰	۱۳۹۰	۱۰۹۰۰
گیلان	نمک‌زدایی سنگاچین	۱۵۰۰	۲۰	۱۳۸۸	۳۴۰۰
هرمزگان	نمک‌زدایی هرمز	۱۷۵۰	۵۲/۵	۱۳۸۶	۶۷۵۰
	نمک‌زدایی تنب بزرگ	۱۵۰۰	۴۵	۱۳۸۶	۴۹۵۰
	نمک‌زدایی ابوموسی	۲۵۰۰	۷۵	۱۳۸۶	۴۹۵۰
	نمک‌زدایی درگهان	۵۰۰۰	۱۵۰	۱۳۸۷	۵۹۵۰
	نمک‌زدایی رضوان	۱۰۰۰	۲۸	۱۳۹۰	۸۹۵۰
	نمک‌زدایی لارک	۲۵۰	۷/۵	۱۳۸۹	۱۴۰۰۰
	نمک‌زدایی لارک	۲۰۰	۶	۱۳۸۹	۱۴۰۰۰
	نمک‌زدایی بندرلنگه	۵۰۰۰	۱۵۰	۱۳۸۷	۵۹۰۰
	نمک‌زدایی بندرلنگه	۲۵۰۰	۶۰	۱۳۹۱	۱۰۹۶۹
	نمک‌زدایی فین	۱۲۰۰	۳۰	۱۳۸۷	۴۴۹۰
	نمک‌زدایی هنگام	۳۷۵	۱۵	۱۳۸۹	۱۳۹۰۰
	نمک‌زدایی فارور	۳۷۵	۱۵	۱۳۹۱	۲۲۳۰۰
	نمک‌زدایی سوزا	۱۵۰۰	۴۵	۱۳۸۷	۶۶۰۰
	نمک‌زدایی بندرلنگه	۶۰۰۰	۱۸۰	۱۳۹۰	۸۲۰۰
	نمک‌زدایی تنب کوچک	۳۷۵	۱۵	۱۳۸۹	۱۷۹۵۰
	نمک‌زدایی کاروان	۲۵۰	۱۰	۱۳۸۹	۹۳۸۰
	نمک‌زدایی طبل	۲۵۰	۱۰	۱۳۸۹	۹۸۷۰
	نمک‌زدایی دژگان	۳۰۰	۱۲	۱۳۹۰	۱۵۵۰۰
	نمک‌زدایی لمزان	۲۰۰	۸	۱۳۹۰	۱۶۵۰۰
	نمک‌زدایی سلخ	۱۰۰۰	۴۰	۱۳۸۹	۹۳۱۰
	نمک‌زدایی کشار	۳۵۰۰	۱۴۰	۱۳۹۰	۱۴۹۰۰
	نمک‌زدایی ۱۷ روستایی	۱۸۸	۱۲	۱۳۹۰	۱۳۷۴۰
	نمک‌زدایی هرنگ	۱۵۰۰	۳	۱۳۹۲	۶۸۰۰
	نمک‌زدایی چیروئیه	۱۵۰	۱/۷	۱۳۹۲	۲۶۵۰
	نمک‌زدایی حسینه	۳۵۰	۷	۱۳۹۲	۳۰۰۰۰
	نمک‌زدایی رمچاه	۵۰۰	۲۰	۱۳۸۹	۱۲۲۳۶
	نمک‌زدایی بندرلنگه	۱۰۰۰۰	۳۰۰	۱۳۸۸	۵۸۰۰
	نمک‌زدایی کووه‌ای	۴۰۰۰	۱۶۰	۱۳۹۱	۱۸۵۰۰
	نمک‌زدایی پدل-لمزان	۱۲۰۰	۹	۱۳۹۲	۱۱۰۰۰
	نمک‌زدایی مقام	۱۴۰۰	۲۴/۵	۱۳۹۲	۲۷۰۰۰
	نمک‌زدایی بونجی	۲۵۰۰	۷۲	۱۳۹۲	۲۹۰۰۰
	نمک‌زدایی دیوان	۷۵۰	۲۴/۵	۱۳۹۲	۲۷۰۰۰

جدول ۴- تأسیسات نمک‌زدایی در حال کار برای تأمین بخشی از نیاز آب شرب ایران در پایان سال ۱۳۹۴ (دفتر تجهیز منابع مالی و گسترش مشارکت بخش غیردولتی، ۱۳۹۵)

استان	نام تأسیسات	ظرفیت اسمی تولید آب (مترمکعب در شبانه روز)	مبلغ سرمایه‌گذاری (میلیارد ریال)	سال عقد قرارداد	قیمت پایه هر مترمکعب (ریال)
هرمزگان	نمک‌زدایی گرزه	۲۵۰	۶/۳	۱۳۹۲	۲۸۳۰۷
	نمک‌زدایی سیریک	۳۷۵۰	۱۱۲/۵	۱۳۹۱	۱۳۶۰۰
	نمک‌زدایی تولید آب و برق قشم	۹۰۰۰	۶۴ میلیون یورو	۱۳۹۴	۲۸۲۰۰
بوشهر	نمک‌زدایی کنگان	۱۰۰۰۰	۴۲۰	۱۳۹۱	۲۹۹۰۰
اصفهان	نمک‌زدایی ابوزیدآباد کاشان	۳۶۳۰	۲۰	۱۳۹۰	۴۷۵۰
	نمک‌زدایی مهاباد اردستان	۱۲۰۰	۱۸	۱۳۹۱	۱۱۱۰۰
	جمع	۱۶۵۶۴۳	۳۲۱۹/۵ میلیارد ریال و ۶۴ میلیون یورو	-	-

جدول ۵- تأسیسات نمک‌زدایی در حال ساخت برای تأمین بخشی از نیاز آب شرب ایران در پایان سال ۱۳۹۴ (دفتر تجهیز منابع مالی و گسترش مشارکت بخش غیردولتی، ۱۳۹۵)

استان	نام تأسیسات	ظرفیت اسمی تولید آب (مترمکعب در شبانه روز)	مبلغ سرمایه‌گذاری (میلیارد ریال)	سال عقد قرارداد	قیمت پایه هر مترمکعب (ریال)
اصفهان	نمک‌زدایی فرخی	۵۰۰	۱۰/۳۴۰	۱۳۹۳	۲۴۵۰۰
بوشهر	نمک‌زدایی بوشهر	۱۰۰۰۰	۴۲۰	۱۳۹۱	۲۹۵۰۰
ایلام	آب شیرین‌کن چاه شماره‌ی ۲ صالح‌آباد (سرنی)	۱۷۲۸	۱۵	۱۳۹۴	۸۷۵۰
سیستان و بلوچستان	نمک‌زدایی پسابندر	۴۰۰۰	۱۶۰	۱۳۹۲	۱۹۵۰۰
هرمزگان	نمک‌زدایی بندرعباس	۱۰۰۰۰۰	۵۱۰۰	۱۳۹۱	۱۴۱۵۰
کرمان	تأسیسات نمک‌زدایی کیانشهر، ریحان شهر و کوهبنان	۵۶۰	۱۰	۱۳۹۳	۲۲۰۰۰
گلستان	نمک‌زدایی شهرهای بندرترکمن و گمیشان	۷۶۰۰	۳۰۳	۱۳۹۳	۹۴۸۰
هرمزگان	نمک‌زدایی بستانه	۶۰۰	۱۶/۳۸	۱۳۹۴	۲۲۰۰۰
	نمک‌زدایی شناس	۸۰۰	۱۹/۸۴	۱۳۹۴	۲۲۰۰۰
	نمک‌زدایی دژگان	۲۳۰۰	۶۲/۳۸	۱۳۹۴	۱۹۵۰۰
البرز	نمک‌زدایی اشتهارد	۵۰۰۰	۶۱	۱۳۹۴	۹۷۶۲
مازندران	نمک‌زدایی گلوگاه	۵۴۵۰	۴۲	۱۳۹۴	۶۴۰۰
خوزستان	رامهرمز نمک‌زدایی	۱۰۰۰۰	۱۰۴	۱۳۹۴	۹۹۵۰
	نمک‌زدایی هندیجان	۷۵۰۰	۵۴	۱۳۹۴	۱۱۹۵۰
	نمک‌زدایی شادگان و دارخوین	۱۲۵۰۰	۱۶۱	۱۳۹۴	۱۱۸۰۰
	جمع	۱۶۸۵۳۸	۶۵۳۸/۹۴	-	-

جمع‌بندی

نهایت آن که با گذشت زمان و متعاقباً تقلیل و زوال منابع آب با کمیت و کیفیت مناسب در کشورهای منطقه‌ی منا، وابستگی کشورهای این منطقه، به ویژه مناطق ساحلی کشورهای واقع در حوزه‌ی خلیج فارس، به تأسیسات نمک‌زدایی آب، روز به روز بیش‌تر و وثیق‌تر خواهد شد. این در حالی است که تولید و پشتیبانی از اغلب این تأسیسات و شاید با واسطه‌هایی، پشتیبانی لجستیک و فنی تمامی تأسیسات نمک‌زدایی آب مستقر در منطقه‌ی خلیج فارس، از خارج از محدوده‌ی جغرافیایی آن و اغلب توسط شرکت‌های اروپایی، آمریکایی و آسیای شرقی انجام

می‌شود. این امر در میان مدت، وابستگی کشورهای منطقه را به شرکت‌ها و کشورهای فرامنطقه‌ای بیش‌تر و آسیب‌پذیری اقتصادی و حتی سیاسی آن‌ها را نیز افزایش خواهد داد. گسترش دانش کاربردی و مهارت‌های فنی نمک‌زدایی آب و تلاش برای بومی سازی فرآیند نگهداری و راهبری تأسیسات آن، با تمرکز بر ساخت تدریجی قطعات تأسیسات نمک‌زدایی آب، می‌تواند پایداری این تأسیسات در نظام مدیریت برنامه‌ریزی آب کشور را بیش‌تر نموده و نگرانی‌های موجود را به تدریج کاهش و حتی مرتفع سازد.

تشکر و قدردانی

نگارنده لازم می‌داند مراتب قدردانی خود را از مجموعه‌ی همکاران حوزه‌ی معاونت برنامه‌ریزی و توسعه‌ی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، به ویژه آقای مهندس علی‌اصغر قانع و مدیر و همکاران دفتر تجهیز منابع مالی وگسترش مشارکت بخش غیردولتی اعلام دارد.

پی‌نوشت

1- Middle-East and Northern Africa (Mena)

۲- در مقیاس جهانی، بیش‌تر از سه شاخص زیر در برآورد نیاز آبی استفاده‌می‌شود:

• بنا به نظر پیتر گلیك (Peter Gleik) برای تأمین نیازهای آشامیدنی و بهداشتی (توالت) هر نفر، روزانه به ۲۰ تا ۴۰ لیتر آب نیاز است. با احتساب مقدار آب مورد نیاز برای استحمام و پخت و پز، گلیك مقدار نیاز سرانه‌ی آب را بین ۲۷ تا ۲۰۰ لیتر در روز پیش‌بینی کرده است.

• مالین فالکن مارك (Malin Falkenmark) دانشمند آبشناس سوئدی، سرانه‌ی حداقل ۱۰۰ لیتر آب در روز را برای تأمین نیازهای فردی و ۵ تا ۲۰ برابر مقدار یاد شده را برای برآورده ساختن نیازهای صنعتی و کشاورزی پیشنهاد کرده است. بر اساس طبقه‌بندی فالکن مارك که مورد قبول آب شناسان بانك جهانی و سایر سازمان‌های بین‌المللی است، کشورهایی که سرانه‌ی سالانه‌ی منابع آب آن‌ها کم‌تر از ۱۷۰۰ متر مکعب باشد، دچار تنش آبی (Water Stress) و کشورهایی که سرانه‌ی منابع آب آن‌ها کم‌تر از ۱۰۰۰ متر مکعب باشد، به عنوان کشورهای کم آب (Water Scarce) شناخته می‌شوند.

• سازمان ملل متحد (UN) شاخص کم آبی کشورها را بر معیار حجم سالانه‌ی آب تجدیدپذیر کشورها و نسبت آن با میزان تقاضا و مصرف آب قرار داده و بر این عقیده است که: "هر گاه مجموع مصرف آب یك کشور از ۴۰ درصد کل منابع آب سالانه‌ی تجدیدپذیر آن بیش‌تر باشد، آن کشور کم آب تلقی می‌شود."

3- Water Demand

4- Water Stress

5- Water Scarce

6- Reverse Osmosis (RO)

7- Mlulti Stage Flash Distilation (MSF)

۸- تأسیسات نمک‌زدایی آب مهم‌ترین منبع تأمین آب در کویت، عمارات، قطر و بحرین و تأمین کننده‌ی بیش از نیمی از نیاز آبی عربستان است.

۹- بزرگ‌ترین تأسیسات نمک‌زدایی آب جهان در منطقه‌ی خاورمیانه و بیش‌تر در حاشیه‌ی جنوبی خلیج فارس نصب شده است. در عربستان تأسیسات نمک‌زدایی الجویل (Al Jubail) با ظرفیت ۳/۰۱ و التاویلا (Al taweelah) به ظرفیت ۱/۰۶ میلیون مترمکعب در روز؛ در ابوظبی، تأسیسات نمک‌زدایی آب ام‌النار (Um Al Nar) به ظرفیت ۰/۸۶، شاوی‌هات (Shuweihat) به ظرفیت ۰/۴۵ میلیون متر مکعب در روز؛ در دوبی، تأسیسات نمک‌زدایی آب جبل علی (Jebel Ali) به ظرفیت ۱/۱۷ میلیون متر مکعب در روز؛ در کویت تأسیسات نمک‌زدایی آب الزو (AzZour) و دوها (Doha) با مجموع ظرفیت ۰/۵ میلیون متر مکعب در روز، در حال کار هستند.

منابع

نامجو، م. بلور، ب. و قنادی، م. ۱۳۸۹. شرکت‌های آب و فاضلاب در گام چهارم توسعه، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.

قنادی، م. ۱۳۸۴. آب‌شیرین‌کن‌های شهری و روستایی ایران و کیفیت آب استحصال شده‌ی آن‌ها، نشریه‌ی آب و محیط زیست، ۶۴:۳-۱۰.

دفتر تجهیز منابع مالی و گسترش مشارکت بخش غیردولتی، ۱۳۹۴. پروژه‌های مشارکت بخش غیردولتی(بیع متقابل، BOO و BOT)، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.

Al Barwani H.H. & Purnama A. 2008. Evaluating the effect of Producing Desalinated Seawater on Hypersaline Gulf, European Journal of scientific Research, 22(8):79-285

International Renewable Energy Agency (IREA), 2012. Water Desalination Using Renewable Energy, Technology Brief , IEA-ETSAP and IRENA Technology Brief.

Roudi – Fahimi F., Creel L. and De Souza R.M. 2002. FINING THE BALANCE: Population and Water Scarcity in the Middle East and North Africa, Population Reference Bureau, MENA Policy Brief.

Safi O. 2012. The Future Outlook of Desalination in the Gulf: Challenges & opportunities faced by. Qatar & the UAE. Master's thesis, McMaster University. Canada.

Walter I., Peter D., Wilco T., Jippe H., Petra H. and Mark B. 2011. Middle-East and Northern Africa Water Outlook, January 2011, Commissioned by World Bank.

World Bank. 2011. Middle-East and Northern Africa Water Outlook, Commissioned by World Bank.