

واکاوی طرح‌های شوری‌زدایی و انتقال آب خلیج فارس و دریای عمان

به ناحیه‌های مرکزی ایران^۱

مسعود نوشادی^۲ و علیرضا سپاسخواه^۳

چکیده

در طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به فلات مرکزی ایران چندین پیش‌فرض چالش‌برانگیز در ذهن مشاوران و متولیان آب کشور وجود دارد که عبارتند از: الف- حضور پررنگ مفهوم‌های غلبه بر طبیعت به جای سازگاری با آن، ب- سرمایه‌گذاری سنگین دولتی و خصوصی، پ- یکنواخت‌سازی توزیع آب در کشور، ت- توجه نکردن به قابلیت بازچرخانی آب‌های نامتعارف در داخل سرزمین اصلی، ث- شوری‌زدایی آب و انتقال به مسافت هزاران کیلومتر به جای توسعه طرح‌های کوچک، محلی و بوم سازگار برای مصرف‌های محلی، ج- توجه‌پذیر نبودن پدافند غیرعامل در طرح‌های شوری‌زدایی و انتقال آب و چ- دنبال نشدن طرح آمایش سرزمین. یافته‌های بررسی کارشناسی طرح‌های شوری‌زدایی و انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به ناحیه‌های مرکزی ایران نشان دادند که هزینه شوری‌زدایی در طرح انتقال آب خلیج فارس و همچنین هزینه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری بسیار زیاد است. از سوی دیگر مقدار مصرف انرژی و تولید گازهای گلخانه‌ای بسیار زیاد و پیامدهای منفی محیط‌زیستی دارد. در عوض، راهکارهای جایگزین عبارتند از: الف- بازچرخانی و تصفیه فاضلاب صنعت و شرب در محل تولید آن‌ها، ب- شوری‌زدایی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی شور در داخل کشور و پ- اصلاح شبکه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی. با توجه به موردهای یاد شده. پیشنهاد می‌شود که شوری‌زدایی آب دریا برای شرب و صنعت تنها در ساحل‌های خلیج فارس و محل‌های نزدیک به دریا (خلیج فارس) در قالب طرح‌های کوچک اجرا شود و از انتقال آب به منطقه‌های مرکزی خودداری شود و در عوض در صورت نیاز، منابع آب شور داخل سرزمین شوری‌زدایی شوند. البته، به احتمال، ساحل‌های دریای عمان (ساحل‌های مکران) چالش‌های کمتری نسبت به ساحل‌های خلیج فارس دارند، اما طرح‌های انتقال آب دریا در آنجا نیز دشواری‌های زیادی ایجاد خواهد کرد. بنابراین باید پیش از هر اقدامی، بررسی‌های علمی و دقیق صورت گیرد و امکان دسترسی به منابع آب نامتعارف بررسی شود.

واژه‌های کلیدی: انرژی، بازچرخانی، گازهای گلخانه‌ای، شوری‌زدایی.

مقدمه

محدودیت منابع آب منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک مرکزی ایران در سال‌های اخیر مدیران و مشاوران را بر آن داشت تا بررسی‌ها و اجرای طرح شوری‌زدایی و انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان را به ناحیه‌های مرکزی ایران

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۹

۲- پست الکترونیک نویسنده مسئول: noshadi@shirazu.ac.ir

۳- به ترتیب، استاد دانشگاه شیراز (همکار مدعو فرهنگستان ج.ا. ایران) و استاد دانشگاه شیراز (عضو پیوسته فرهنگستان علوم ج.ا. ایران)، شیراز.

دنبال کنند. در طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به ناحیه‌های مرکزی ایران چندین پیش فرض در ذهن مشاوران و متولیان آب کشور وجود دارد که چندین نکته و پرسش را در ذهن کارشناسان برمی‌انگیزد که عبارتند از:

- ۱- حضور پررنگ مفهوم‌های غلبه بر طبیعت به جای سازگاری با آن.
 - ۲- سرمایه‌گذاری سنگین بخش‌های دولتی و خصوصی.
 - ۳- آیا یکنواخت‌سازی توزیع آب در کشور، با تفکر زیست‌بوم‌های ایران همخوانی دارد؟
 - ۴- آیا بازچرخانی و بیشینه استفاده از آب‌های نامتعارف در داخل سرزمین و در بخش‌های گوناگون به ویژه صنعت و شرب نسبت به انتقال طولانی آب ارجحیت بیشتر ندارد؟
 - ۵- آیا اقتصادی تر نیست که شوری‌زدایی آب دریا در منطقه‌های نزدیک به خلیج فارس و دریای عمان در قالب طرح‌های کوچک و سازگار با محیط زیست، برای تأمین پایدار آب محلی در اولویت قرارگیرد؟
 - ۶- آیا پدافند غیرعامل در طرح‌های شوری‌زدایی و انتقال آب دریا توجیه‌پذیر است؟
 - ۷- چرا طرح آمایش سرزمین که در دهه ۵۰ خورشیدی توسط شرکت فرانسوی برای محل‌های گوناگون ایران به ویژه حاشیه ساحلی خلیج فارس و دریای عمان تهیه شده، دنبال نشود؟ (ظفر نژاد، ۱۳۹۵)
- از این رو، با توجه به موردهای بالا و همچنین پرسش‌های ذهنی کارشناسان، طرح‌های شوری‌زدایی و انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به ناحیه‌های مرکزی ایران، در پژوهش حاضر، بررسی و واکاوی شده است.

طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان

گرمایش جهانی و تغییر اقلیمی و به دنبال آن کاهش بارندگی در مرکز و شرق کشور از یک سو و افت سطح آب‌های زیرزمینی از سوی دیگر، در کنار نبود جریان‌های سطحی همیشگی و مطمئن، بر بحران کم‌آبی در شرق و ناحیه‌های مرکزی افزوده است. این شرایط و محدودیت‌های موجود در زمینه عرضه و تقاضای آب، نمایانگر بروز بحران‌ها و چالش‌های مهمی در این زمینه هستند. بنابراین، با توجه به شرایط جغرافیایی منطقه یکی از راهکارهای بهبود این وضعیت شوری‌زدایی آب دریاها است. بر این اساس، طرح تامین و انتقال آب به استان‌های ناحیه‌های مرکزی و شرقی کشور با هدف رفع مشکل کم آبی (صنایع و شرب)، تثبیت جمعیت و توسعه اقتصادی از سال‌های نخستین دهه ۹۰ خورشیدی بررسی شد که نتیجه آن، راه‌اندازی خط اول انتقال آب کشور در سال ۱۳۹۹ بود.

این طرح، بخش‌هایی از چهار حوضه آبریز خلیج فارس - دریای عمان، فلات مرکزی، مرزی شرق و قره قوم در قالب استان‌های هرمزگان، سیستان و بلوچستان، کرمان، اصفهان، یزد، خراسان رضوی و خراسان جنوبی را شامل می‌شود و برای اجرای آن‌ها حدود ۳۷۰۰ کیلومتر لوله‌گذاری و ایستگاه پمپاژ طراحی شده است.

ویژگی‌های خط‌های انتقال آب خلیج فارس و دریای عمان به منطقه‌های مرکز و شرق ایران

ویژگی‌های خط‌های انتقال آب خلیج فارس و دریای عمان (شکل ۱) به صورت زیر است (بدیعی و همکاران، ۱۴۰۳):



شکل ۱- مسیر انتقال آب خلیج فارس (برگرفته از بدیعی و همکاران، ۱۴۰۳).

خط لوله اول

این خط، پس از شوری زدایی آب، از غرب بندرعباس به مجتمع معدنی گل گهر سیرجان، مجتمع مس سرچشمه در رفسنجان و در پایان فولاد چادرملو در اردکان یزد می‌رود. همچنین، در اسفندماه ۱۳۹۹ در مسیر ۸۱۰ کیلومتری با انتقال سالانه ۱۵۰ میلیون متر مکعب آب به صنایع و معادن یزد، کرمان و هرمزگان (۴۰ میلیون متر مکعب برای گل گهر سیرجان، ۳۰ میلیون متر مکعب برای مس سرچشمه، ۲۰ میلیون متر مکعب برای فولاد چادرملو، ۵۰ میلیون متر مکعب در استان هرمزگان و ۱۰ میلیون متر مکعب برای روستاهای در مسیر) با صرف ۱۶ هزار میلیارد تومان (۲۷۶ میلیون دلار) تکمیل و افتتاح شد (بدیعی و همکاران، ۱۴۰۳).

خط لوله دوم

این خط از خلیج فارس برای کرمان و یزد در نظر گرفته شد و عملیات اجرایی آن در سال ۱۳۹۹ کلید خورد و مقصد نهایی آن پس از کرمان، خراسان جنوبی و خراسان رضوی تعیین شد، اما در دولت سیزدهم یک بار دیگر به مقصد کرمان و یزد منحصر شد و با طول مسیر ۷۲۰ کیلومتر، ۲۰۰ میلیون متر مکعب آب با هزینه ۱۳۰ تا ۱۵۰ هزار میلیارد تومان (سال ۱۴۰۰)، مجدد برای صنایع کرمان و یزد در نظر گرفته شده است. سرمایه‌گذار این خط بر خلاف خط اول، بخش خصوصی یعنی شرکت تامین و انتقال آب خلیج فارس (شرکت واسکو) است.

خط لوله سوم

این خط لوله برای استان اصفهان در نظر گرفته شد و عملیات اجرایی آن در سال ۱۳۹۹ آغاز و با طول مسیر ۹۱۰ کیلومتری، ۳۷۵ میلیون متر مکعب آب برای صنایع فولاد مبارکه، ذوب آهن و پالایشگاه، تأمین خواهد کرد. هزینه ساخت این خط لوله به ارزش ۲۳ تا ۳۵ هزار میلیارد تومان (سال ۱۳۹۹) و با حمایت صندوق توسعه ملی مطرح است.

خط لوله چهارم

این خط لوله در یک مسیر ۱۵۵۰ کیلومتری از دریای عمان به زاهدان و زابل و در ادامه، خراسان جنوبی و خراسان رضوی، با صرف ۴۷ هزار میلیارد تومان و تأمین ۲۳۰ میلیون متر مکعب آب برای پتروشیمی و فولاد و معادن در نظر گرفته شده است.

متغیرهای تأثیرگذار بر انتقال آب در منطقه‌های مرکزی و شرقی ایران

برخی از متغیرهای تأثیرگذار بر شکل‌گیری بوم‌شناسی سیاسی انتقال آب در منطقه‌های مرکزی و شرقی ایران عبارتند از:

۱- **نوسان‌های اقلیمی**- انتظار می‌رود نوسان‌های اقلیمی با افزایش دما و تغییر بارش و تغییر فصلی بارش‌ها که به خشکسالی‌های پیوسته می‌انجامد، تأثیر چشمگیری بر مقدار و کیفیت منابع آب در منطقه داشته باشد (زرین و داداشی-رودباری، ۱۴۰۲).

۲- **مکان‌یابی نادرست صنایع آب‌بر در منطقه‌های خشک و کم‌آب**- بدون توجه به توانمندی‌های محیطی و بوم‌شناختی، بزرگترین و پرمصرف‌ترین صنایع آب‌بر در ناحیه‌های مرکزی کشور هستند. برای نمونه، دو صنعت عمده و بزرگ فولاد و آهن کشور در استان‌های اصفهان و یزد آب مورد نیاز خود را با انتقال از محل‌های دیگر تأمین می‌کنند. بررسی‌های بخش صنعت در استان یزد در دوره ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۴ نشان داده است که میانگین رشد سالانه صنعت ۹٪ است، در حالی که رشد سالانه مصرف آب، ۲۹٪ یعنی ۳/۲ برابر رشد سالانه ارزش افزوده صنعت استان یزد بوده است (محبی و همکاران، ۱۳۹۸).

۳- **سلطه نگاه خودکفا محوری در بخش کشاورزی**- از مجموع ۸۲ میلیارد متر مکعب کل آب مصرفی کشاورزی در سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱، ۲۹٪ آن در استان‌های کرمان، خراسان رضوی، اصفهان، یزد، سیستان و بلوچستان، هرمزگان و خراسان جنوبی مصرف شده است، در صورتی که این بخش کمترین مقدار کارآفرینی و کمترین تولید ناخالص داخلی استانی و بیشترین آب مصرفی در میان بخش‌های مختلف اقتصادی را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که به دلیل محدودیت منابع آب شیرین قابل برداشت، سالانه در بهترین حالت نمی‌توان بیش از نیمی از زمین‌های کشت‌پذیر آبی را زیر کشت برد. بنابراین، اصرار بر توسعه و خودکفایی در کشاورزی درست نیست چون متناسب با شرایط اقلیمی منطقه مورد بررسی نیست (بدیعی-ازندهای و همکاران، ۱۴۰۳).

۴- **بی‌توجهی نسبت به برداشت و مصرف بیش از اندازه از منابع آب سطحی و زیرزمینی**- اگرچه وزارت نیرو بر اساس ماده ۴ قانون توزیع عادلانه آب نسبت به اعلام ممنوعیت توسعه و بهره‌برداری از آبخوان‌ها اقدام کرده‌است، اما با این حال روند تخریب منابع آب زیرزمینی به دلیل‌های مختلف از جمله نظارت ناپیوسته و ناکارآمد مدیریت نادرست، تعارض منافع و اختلاف‌های بین بخشی، ضعف قانون‌ها و مقررات، دشواری‌های اقتصادی و معیشتی بهره‌برداران، کاهش سرمایه اجتماعی و مانند این‌ها، همچنان ادامه دارد، به شیوه‌ای که در ۱۰ سال از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ نزدیک به ۱۳ هزار حلقه چاه جدید در بخش شرقی و مرکزی کشور حفر شده که بر اساس گزارش وزارت نیرو، نتیجه آن کسری مخزن تجمعی آبخوان‌ها به مقدار ۸۰/۴ میلیارد متر مکعب و ۱۷۵ دشت ممنوعه از ۲۵۲ دشت رسیده است (بدیعی-ازندهای و همکاران، ۱۴۰۳).

۵- غلبه رویکرد افزایش عرضه آب بر مدیریت و کاهش مصرف (حاکمیت تفکر ایجاد سازه های آبی)- در ایران مدیریت آب بیشتر

بر زیر سیستم طبیعی متمرکز است و همواره راهکارهای افزایش عرضه آب بر مدیریت و کاهش مصرف، غالب است. نمونه آن آغاز طرح بزرگ انتقال آب از دریای عمان به خراسان رضوی بدون انجام بررسی های اجتماعی (امامی مبینی، ۱۴۰۰) و همچنین انتقال آب خلیج فارس می باشد. به نظر می رسد سدسازی، انتقال آب، اکتشاف آب های ژرف و حفر چاه های عمیق همگی افزایش عرضه آب بر مدیریت و کاهش مصرف می باشند.

۶- نقش نمایندگان مجلس در انتقال آب- در ایران اجرای طرح های انتقال آب در واکنش به فشارهای سیاسی نمایندگان

استان ها بر وزارت نیرو، وزارت کشاورزی و سازمان محیط زیست استوار است و بررسی های علمی در زمینه تخصیص آب جایگاهی ندارد (Mirzavand & Bagheri, 2020).

۷- دولتی بودن مالکیت آب و ناکارایی سیستم اقتصادی آب- با دولتی شدن مالکیت آب در دوره پهلوی و فروپاشی نظام

کنترل اجتماعی منابع آبی، مصرف فراوان آب ارزان گسترش یافت و از سوی دیگر، ناکامی در قیمت گذاری مناسب آب در سده اخیر توسط دولت، موجب شده است تا منابع آبی به ویژه آب های زیرزمینی به تقریب برای استفاده کنندگان رایگان بوده و هزینه ای برای آبیاری نپردازند (اسلامی و رحیمی، ۱۳۹۸). همچنین، از زمان دولتی شدن مالکیت آب و تصویب قانون هایی مانند قانون توزیع عادلانه آب در سال ۱۳۶۱ ضمن کاهش مشارکت مدنی در بهره برداری پایدار از آب، رویه معمول، بیشینه استفاده از منابع آب بوده است. از این رو، سازگاری با کم آبی هیچگاه به مانند طرح های انتقال آب به منطقه های مرکزی و شرقی کشور مورد توجه قرار نگرفته است (بدیعی- ازندهای و همکاران، ۱۴۰۳).

۸- خصوصی سازی مدیریت آب و پیامدهای آن برای عدالت و دسترسی- با وجودی که ابر پروژه انتقال آب خلیج فارس

و دریای عمان با کارفرمایی وزارت صمت جزء برنامه های ملی است، اما شرکت های خصوصی تامین و انتقال آب خلیج فارس متشکل از شرکت های معدنی و صنعتی مستقر در ناحیه های مرکزی ایران متولی این پروژه اند. آن ها بیان می دارند که با توجه به نیاز صنایع معدنی ناحیه های مرکزی ایران به آب، بررسی های فنی و اقتصادی انجام شده، نشان داده که انتقال آب شوری زدایی شده از خلیج فارس به صنایع معدنی جنوب و شرق کشور اقتصادی تر از انتقال ماده معدنی به ساحل های خلیج فارس است و بر اجرای آن پافشاری می کنند. در حالی که در بررسی ها هزینه های محیط زیستی انتقال آب در نظر گرفته نشده است، اما پرسش بنیادی این است که چرا باید سرمایه چشمگیری از بودجه عمومی برای شوری زدایی آب دریا هزینه و صرف صنعتی شود که منافع محدودی برای افراد معدودی دارد. آیا این آب تنها برای مصرف های صنایع به کار گرفته خواهد شد یا کاربران دیگر بخش ها مانند کشاورزی و شهری نیز از آن سود می برند؟ اگر چنین است، این شورابه زدایی شده به مراتب گران تر از آبی خواهد بود که هم اکنون در اختیار مصرف کننده قرار می گیرد. اکنون این تفاوت قیمت را چه کسی پرداخت می کند؟ همچنین، با توجه به این که دولت، بخش خصوصی را سرمایه گذار و صاحب آب شوری زدایی شده می داند، پس صاحبان صنایع با خصوصی سازی آب و تعیین قیمت برای این آب برای مصرف کنندگان بخش های دیگر می توانند موجب بروز تنش های اجتماعی احتمالی در آینده باشند. از سویی، آبی که به مصرف کننده داده می شود، بر اساس قیمت تمام شده خواهد بود و شیرین سازی آب دریا گران است و صناعی که از این آب استفاده می کنند باید سهمیه آب آن ها در بهای تمام شده محصول هایشان اندک باشد. در صورتی که هزینه صنایع در صورت استفاده از آب شیرین شده دریا، نسبت به آبی که اکنون مصرف می کنند، بیشتر و قیمت تولیدهای آن ها هم بیشتر خواهد شد.

۹- **سیاست‌های نا درست توسعه ایران** - منطقه‌های مرکزی و شرقی کشور که مدت‌های زیادی نوعی سازگاری با اقلیم و طبیعت را تجربه کرده‌اند، در دهه‌های اخیر گرفتار توسعه ناپایدار و به شدت آسیب‌زا شده‌اند (Aghebat-Bekhair et al., 2022). شایان بیان است که پروژه انتقال آب شوری‌زدایی‌شده دریا نیز نمی‌تواند پاسخگوی نیاز آبی منطقه‌های شرقی و مرکزی باشد. در مجموع، کسری آب در این منطقه‌ها ۶/۲ میلیارد متر مکعب است که حتی با وجود هدف‌گذاری انتقال دو میلیارد متر مکعب از این پروژه باز هم بیشتر از یک سوم این کسری را نمی‌توان تامین نمود (زهرایی، ۱۴۰۲). ضمن این‌که این حجم از آب تخصیص داده شده را به راه‌های دیگر و با هزینه به نسبت کمتر می‌توان فراهم کرد. برای نمونه، انتقال ۴۰۰ میلیون متر مکعب آب از دریای عمان و خلیج فارس به اصفهان در شرایطی مطرح می‌شود که همین مقدار آب از چاه‌های غیرمجاز کشاورزی این استان برداشت می‌شود و با بستن این چاه‌ها و با هزینه بسیار کمتر می‌توان کسری آب استان اصفهان را برطرف کرد (بدیعی‌ازنده‌ای و همکاران، ۱۴۰۳).

طرح‌های انتقال آب خلیج فارس به استان فارس

سیمای کلی آب و فاضلاب استان فارس

وضعیت تولید و فروش سالانه آب استان فارس در حال حاضر ۳۷۱ میلیون متر مکعب است که ۸۲٪ از آب زیرزمینی و ۱۸٪ آن از منابع سطحی (چهار سد موجود در استان فارس) تامین می‌شود. برداشت آب از آب‌های زیرزمینی به افت سطح آب و افزایش شوری آن انجامیده است. در منطقه‌های جنوبی و بخشی از شمال استان شوری آب‌های زیرزمینی بین چهار تا ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در منطقه‌های جنوب شرقی استان، شوری آب زیرزمینی بین ۱۶ تا ۲۳ دسی‌زیمنس بر متر و در برخی از منطقه‌های دیگر (خرامه و ارسنجان) شوری ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است. در استان فارس ۱۳ شهر و هشت روستا در حال حاضر از طرح‌های اجرایی فاضلاب بهره‌مند هستند که حجم فاضلاب جمع‌آوری شده بیش از حدود ۳۰ هزار متر مکعب در شبانه‌روز می‌باشد و در جمع، ۱۶/۵٪ از جمعیت استان را شامل می‌شود.

ویژگی‌های طرح انتقال آب خلیج فارس به استان فارس (مجری و سرمایه‌گذار: شرکت فرا آبرسان سرزمین)

این طرح دارای دو پروژه عمده می‌باشد:

- الف- تاسیسات آبیگری، شوری‌زدایی و تصفیه آب دریا در کنار ساحل.
- ب- تاسیسات انتقال شورابه‌زدایی‌شده شامل خط‌های لوله، ایستگاه‌های پمپاژ و مخزن‌های تعادلی که آب تصفیه شده را به محل‌های مصرف در منطقه‌های ویژه انرژی‌بر و دیگر واحدهای صنعتی استان در دالان پیش‌بینی شده انتقال خواهد داد.
- پ- سامانه آبیگر و تاسیسات شوری‌زدایی در حال ساخت در سه کیلومتری بندر پارسیان در غرب استان هرمزگان به ظرفیت نهایی $145+90=235$ میلیون متر مکعب در سال.
- ت- سامانه انتقال آب فاز اول برای ظرفیت ۶۰ میلیون متر مکعب در سال به استان‌های هرمزگان و فارس و ظرفیت‌سازی آبیگر و مسیر برای اجرای سه خط لوله برای ظرفیت نهایی انتقال ۲۰۰ میلیون متر مکعب در سال.

عامل‌های تاثیرگذار بر موفقیت طرح انتقال آب از خلیج فارس

بیش از ۷۵ پروژه دستگاه شوری‌زدا در ایران با ظرفیت بیش از ۶۳۵ هزار متر مکعب در روز در ساحل‌های خلیج فارس و دریای عمان در حال فعالیت است. اولین پروژه دستگاه شوری‌زدا در بندر لنگه در سال ۱۳۸۴ انجام شده است. نزدیک به نیمی از تامین آب بندرعباس به آب شیرین‌کن‌ها وابسته است (گرجیان و قبادیان، ۲۰۱۵). در مکان‌یابی محل اجرای طرح دستگاه

شوری زدا موردهای زیر باید در نظر گرفته شوند: آب شور کافی و همیشگی برای دستگاه شوری زدا تامین شود، کمترین تنش به زیست بوم وارد شود، کمترین ناهمخوانی میان بهره‌وران ایجاد گردد، بهره‌وری دستگاه شوری زدا زیاد باشد، ملاحظه‌های فنی بهینه شده باشند، هزینه‌ها کمینه شوند و ملاحظه‌های انسانی، اجتماعی و سیاسی در نظر گرفته شوند. دستگاه های شوری‌زدا به شدت به انرژی وابسته‌اند. برای تولید یک میلیارد متر مکعب آب شیرین از آب دریا به طور میانگین ۸۰۰۰ مگاوات انرژی (هشت کیلو وات ساعت برای هر متر مکعب) لازم است، در حالی که برای انتقال آن به سرزمین‌های دوردست (ناحیه‌های مرکزی) این نیاز بسیار افزایش می‌یابد. م صرف انرژی برای تولید هر متر مکعب آب شیرین از آب دریا در روش اسمز معکوس همراه با تصفیه مقدماتی ۶/۳ کیلو وات ساعت است (Gude., 2011).

تأثیر طرح انتقال آب خلیج فارس بر محیط زیست

برخی از تأثیرهای محیط‌زیستی انتقال آب در خلیج فارس مربوط به سیستم گردش و آمیختگی آب خلیج فارس و منبع انرژی آن است. سیستم گردش و آمیختن جریان آب با شوری کمتر از ساحل‌های شمالی دریای عمان وارد ساحل‌های شمالی خلیج فارس شده و سپس با شوری بیشتر از راه ساحل‌های جنوبی و از تنگه هرمز وارد دریای عمان می‌شود (فرخی-مقدم و همکاران، ۱۴۰۰). منبع انرژی سیستم گردش آب خلیج فارس عبارتند از: الف- تفاوت چگالی آب ساحل‌های شمالی با ساحل‌های جنوبی (در ساحل‌های شمالی به دلیل تبخیر کمتر و ورود جریان آب رودخانه‌های متعدد، مقدار شوری و در نتیجه چگالی آب کمتر است، اما در ساحل‌های جنوبی برعکس است، ب- جریان ورودی آب شیرین از اروندرود، پ- بروز جذر و مد و ت- جریان باد.

مقدار شوری سطح آب خلیج فارس از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۶ از ۴۰ به ۴۲/۵ گرم در لیتر افزایش یافته است که برای آبریان پیامدهایی خواهد داشت و شوری عمق خلیج فارس از ۴۱ به ۴۴ گرم در لیتر افزایش یافته است، در حالی که شوری آب دریای عمان که به اقیانوس هند متصل است در حال حاضر ۳۸ گرم در لیتر است. افزایش شوری آب به سبب تبخیر از سطح آب (ترابی آزاد و همکاران، ۱۳۸۹)، شورابه‌های آب شیرین‌کن‌ها، کاهش ورودی آب از رودخانه‌های ساحل شمالی خلیج فارس و فعالیت‌های انسانی است. دمای آب خلیج فارس نیز در ۱۷ سال گذشته دو درجه سلسیوس افزایش یافته است.

نرخ تبخیر در خلیج فارس بیش از ۱/۴ متر در سال است (Reynolds, 1993) و میانگین شوری بیش از ۳۹ گرم بر لیتر است و در آبگیرهای کم‌عمق با جریان کم می‌تواند از ۷۰ گرم بر لیتر فراتر رود (Elhakeem & Elshorbagy, 2015). الگوی گردش غالب در خلیج فارس، جریان پادساعتگرد و زمان تبادل جرم آب از راه تنگه هرمز سه تا پنج سال است (Reynolds, 1993). شوری پساب (Sb) از معادله زیر محاسبه می‌شود (Jones et al, 2019):

$$Sb = \frac{Sf}{1 - R_R}$$

که در آن Sf شوری آب ورودی است و R_R نسبت بازیابی است (راندمان، بدون بُعد) است.

برای نمونه برای سامانه شوری‌زدایی با راندمان ۵۰٪ در استان خراسان جنوبی، شوری پساب خروجی از آب ورودی با شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر است (زارعی و خان احمدی، ۱۳۹۵)، اما با کاهش راندمان سامانه شیرین سازی در پروژه انتقال آب از خلیج فارس به ۳۳٪، با شوری ورودی ۴۰ گرم در لیتر، شوری آب خروجی (پساب) به حدود ۶۰ گرم در لیتر افزایش می‌یابد.

دشواری‌های دستگاه‌های شوری زدا

الف- افزایش شوری آب خلیج فارس

از ظرفیت اولیه ۴۰۵۰۰ متر مکعب در روز در سال ۱۹۷۰، کل ظرفیت شوری‌زدایی در سراسر خلیج فارس به سرعت به بیش از ۵۶۷ کارخانه فعال در خلیج فارس با ظرفیت ترکیبی بیش از ۲۱۱۸۰۰۰۰ متر مکعب در روز در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است. با ادامه رشد جمعیت و توسعه اقتصادی، انتظار می‌رود ظرفیت کل شوری‌زدایی در منطقه خلیج فارس همچنان رو به افزایش باشد. از سال ۲۰۱۸، دو میلیون متر مکعب در روز دیگر از این ظرفیت در دست ساخت است که بیش از ۸۰٪ آن به روش اسمز معکوس است (GWI, 2018). تخمین زده می‌شود که کل ظرفیت دستگاه‌های شوری‌زدایی که از آب‌های خلیج فارس برداشت می‌شود، در سال ۲۰۵۰، ۸۰ میلیون متر مکعب در روز خواهد بود (AGEDI, 2016). زیستگاه‌های دریایی و ساحلی خلیج فارس، به ویژه در امتداد حاشیه غربی، شامل زیستگاه‌های رسوبی از جمله تالاب‌ها و پهنه‌های گلی گسترده بین جزر و مدی و ساحل‌های شنی است (Sheppard *et al.*, 2010; Sale *et al.*, 2011). این زیستگاه‌ها دارای اهمیت جهانی برای حفاظت از صخره‌های مرجانی، علف‌های دریایی و جنگل‌های حرا است. با این حال، این زیستگاه‌ها به دلیل انواع تأثیرهای انسانی ناشی از توسعه سریع اقتصادهای خلیج فارس، به طور گسترده در سراسر خلیج فارس در حال کاهش هستند (Sheppard *et al.*, 2010; Sale *et al.*, 2011; Burt, 2014; Vaughan *et al.*, 2019). صخره‌های مرجانی زمانی در امتداد ساحل‌های غربی و جنوبی خلیج فارس گسترده بودند، اما دچار کاهش شدید شده‌اند و تخمین زده می‌شود که ۷۰٪ از ۳۸۰۰ کیلومتر مربع اولیه صخره‌های مرجانی در خلیج فارس، بیشتر در نتیجه تغییرهای اقلیمی و توسعه ساحلی، از بین رفته‌اند (Burt, 2014). بسترهای علف دریایی، که یکی دیگر از زیستگاه‌های ساحلی با اهمیت حفاظت جهانی هستند، که به طور گسترده در امتداد ساحل‌های غربی و جنوبی خلیج فارس یافت می‌شوند، تنها شامل سه گونه هستند که می‌توانند شرایط دما، شوری و کدورت موجود را تحمل کنند (Erftemeijer & Shuail, 2012). به تقریب ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع بستر علف دریایی در خلیج فارس وجود دارد، و اگرچه داده‌های سری زمانی محدودی وجود دارد (Erftemeijer & Shuail, 2012)، یافته‌ها نشان می‌دهند که افزایش شوری به طور قابل توجهی به گونه‌های مختلف مرجان‌ها و همچنین جلبک‌ها و باکتری‌ها در خلیج عقبه (شمال دریای سرخ) آسیب زده است (Petersen *et al.*, 2018b). تمام ۲۱ گونه ماهی وابسته به مرجان‌های موجود در نتیجه فشارهای مربوط به زیستگاه، در خطر نابودی هستند (Buchanan *et al.*, 2016). تأثیرهای فیزیکی‌شیمیایی، زیستی و بوم‌نظام شوری‌زدایی بسته به موقعیت مکانی، نوع و گونه کارخانه متفاوت است. انتشار به درون آب‌های محدود یا منطقه‌هایی که توپوگرافی، پراکندگی هیدرودینامیک را محدود می‌کند، می‌تواند شورابه‌هایی پرغلظت ایجاد کند که به سرعت در امتداد یک خط ساحلی بازپخش شود (Jenkins *et al.*, 2012). به طور مشابه، تأثیر آبیگرها و خروجی‌ها بسته به پیکربندی و طراحی آن‌ها (Missimer & Maliva, 2018) و نوع و مقدار مواد شیمیایی مصرفی برای پیش تصفیه آب مورد استفاده در یک کارخانه شوری‌زدایی (Jamaly *et al.*, 2014) متفاوت است.

اگرچه یافته‌های فزاینده‌ای از تأثیرهای کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن وجود دارد، اما با توجه به ماهیت متغیر واکنش‌های بوم‌شناختی گزارش‌شده، مجموعه کلی یافته‌ها پراکنده است. همچنین، تأکید بر این نکته مهم است که بسیاری از بررسی‌های محیط‌زیستی شوری‌زدایی در دیگر محل‌های جهان انجام شده‌است. این موضوع به دو دلیل مهم است، نخست، منطقه‌های دیگر ممکن است کنترل‌های نظارتی متفاوتی بر کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن داشته باشند و بر عملکرد

گیاهان و فشار وارد شده بر بوم نظام های دریایی تأثیر بگذارد. دوم، گونه های موجود در خلیج فارس در شرایط طبیعی شدید دما و شوری وجود دارند و شاید در حال حاضر نزدیک به محدودیت های فیزیولوژیک خود زندگی می کنند و بنابراین ظرفیت کمتری برای سازگاری نسبت به گونه های دیگر منطقه ها دارند (Le Quesne et al., 2021).

به دلیل قرارگیری محل دستگاه های شوری زدا، در ساحل های هرمزگان و بوشهر، تخلیه پساب شور این دستگاه های شوری زدا موجب افزایش شوری ساحل های شمالی خلیج فارس می شود که خود موجب به مخاطره افتادن جنگل های حرا، صخره های مرجانی و کاهش شمار و گوناگونی آبزیان خلیج فارس و کم رونق شدن صنعت صیادی می شود. در دستگاه شوری زدای بندر پارسیان حدود ۷۰۵ میلیون مترمکعب در سال (۱/۹۳ میلیون متر مکعب در روز) با شوری ۳۸/۶۶ گرم در لیتر آب از دریا برداشت و ۱/۲ میلیون متر مکعب در روز آب با شوری ۶۰ گرم در لیتر به دریا بر می گردد. بنابراین، ۷۸ تن در روز (۲۸۴۷۰ تن در سال) نمک وارد خلیج فارس خواهد شد. ترکیب دو عامل کاهش انرژی ارون درود و دبی آن و تخلیه پساب شور موجب کاهش جریان ورودی از دریای عمان به خلیج فارس و تغییر مسیر آن پیش از ورود به تنگه هرمز و در نتیجه مرگ بوم شناختی خلیج فارس در درازمدت و تبدیل آن به یک مانداب بسیار شور می شود.

در حال حاضر، گزارش هایی که سازمان های محیط زیستی وابسته به سازمان ملل منتشر می کنند از پدیده ای به نام منطقه مرده که از آن به عنوان کویرهای دریایی یاد می شوند، نام می برند. آن ها هر ساله این کویرهای دریایی را پایش می کنند. کویر دریایی جایی است که آب دارد، اما هیچ موجود زنده ای و هیچ ماهی، آبزی و حتی مرجان در آن جا وجود ندارد، چون دما و آلودگی آن قدر بالا رفته که امکان زیست هیچ موجود زنده ای در آن وجود دارد. چندین سال است که دو منطقه از خلیج فارس هم در پایش جهانی قرار گرفته و به عنوان کویر دریایی معرفی می شود. این منطقه در انتهای جنوب تنگه هرمز و در نزدیکی کشورهای جنوبی خلیج فارس، قطر و بحرین است و در این منطقه ها شاهد به وجود آمدن کویرهای دریایی هستیم و شور بختانه در حال گسترش نیز هستند. این منطقه ها همان مکان هایی هستند که تمرکز دستگاه های شوری زدای خلیج فارس، در آن قرار دارد. کویرهای دریایی می توانند بر درآمد صیادی اثر بگذارند، نظام تغذیه بخش بزرگی از جامعه ایران که از آبزیان خلیج فارس تغذیه می کنند را دگرگون کند و بر زندگی بخش چشمگیری از مردمی که در استان های بوشهر، خوزستان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان درآمد صیادی دارند را زیر تأثیر قرار دهد. در حال حاضر نیز گزارش های زیادی وجود دارند که مقدار صید و گوناگونی زیستی کاهش پیدا کرده است و این دشواری ها دامنگیر کشور شده است. تخمین زده شده است که از بین رفتن و تخریب صخره های مرجانی در خلیج فارس به ضرر سالانه ۹۴ میلیارد دلاری انجامیده است (Sheppard, 2016).

به طور کلی واکاوی اطلاعات موجود در مورد سناریوهای آینده توسعه ظرفیت شوری زدایی و تأثیرهای شوری زدایی نشان می دهد که تا سال ۲۰۵۰، شوری زدایی، همراه با تغییرهای اقلیمی، می تواند تأثیرهای نامطلوب چشمگیری بر محیط زیست دریایی خلیج فارس داشته باشد و هدف های توسعه پایدار در مقیاس منطقه ای را به خطر بیندازد. این تغییرهای پیش بینی شده می توانند با تأثیر مخرب بر گوناگونی زیستی، بهره وری شیلات و جامعه های ساحلی و توانایی از بین بردن برخی از گونه ها و زیستگاه ها موجب تخریب بوم نظام ساحلی خلیج فارس شود (Le Quesne et al., 2021). تخلیه شورابه به یک منطقه آبی نیمه بسته مانند خلیج فارس نه تنها برای بوم نظام دریایی پیامدهای منفی دارد، بلکه می تواند بر فرایندهای دینامیک و ترمودینامیک نیز تأثیر بگذارد. نتایج نشان می دهند که در همان ابتدا، موج های گرانشی سطحی از این مکان ها منتشر می شوند و در درازمدت به تغییرهای چشمگیری در توزیع دما، شوری و سرعت در سطح

حوضه خلیج فارس می‌انجامند، به طوری که بیشترین مقادارها در طول فصل تابستان رخ داده و بیشتر در امتداد کانال عمیق تر خلیج فارس قرار دارند. نتایج الگوسازی نشان داده است که پنج سال پس از شروع تزریق شورابه، شوری در کل حوضه در حدود ۰/۲ گرم در کیلوگرم افزایش خواهد یافت. همچنین، مشخص شده است که با وجود افزایش میانگین کلی کوچک در شوری، منطقه‌هایی وجود دارند که انحراف معیار به طور چشمگیری بالاتر است که ممکن است پیامدهای جدی برای محیط زیست داشته باشد (Edmo et al., 2020).

ب- هزینه‌های طرح

شیرین کردن آب و انتقال آن یکی از گرانترین شیوه‌های انتقال آب است. برآورد شرکت فرا آبرسان سرزمین برای شوری‌زدایی ۲۳۵ میلیون مترمکعب آب ۱/۹ دلار در متر مکعب است. البته، این هزینه تنها برای شوری‌زدایی است. هزینه‌های بهره‌برداری با توجه به عمر محدود غشاهای شوری‌زدایی، فرسودگی شدید پمپ‌ها به دلیل کیفیت اندک آب دریا، هزینه پیش‌تصفیه حدود ۰/۳ دلار در متر مکعب است. بنابراین، هزینه شوری‌زدایی تنها ۲/۲ دلار در متر مکعب می‌باشد. البته، سایر هزینه‌ها مانند هزینه‌های خط انتقال، پمپاژ، مخزن‌های تعادلی، هزینه‌های محیط زیستی و مانند این‌ها هم باید در نظر گرفته شود که در این صورت هزینه‌ها افزایش چشمگیری می‌یابد.

ب- مصرف انرژی

افزون بر این‌که کارخانه‌های شوری‌زدایی آب دریا زیر تأثیر کیفیت محیط زیست دریایی قرار می‌گیرند (یونسکو، ۲۰۱۷)، بهره‌برداری از آن‌ها می‌تواند بر شرایط محیط زیست دریایی اثر بگذارد که ناشی از انتشار دی‌اکسیدکربن اتمسفری (به دلیل نیاز به انرژی فرایند شوری‌زدایی) و تأثیرهای مرتبط با برداشت آب دریا و تخلیه شورابه‌های غلیظ به محیط زیست دریایی است (Lettemann & Hopner, 2008; Jenkins et al., 2012; Missimer et al., 2015; Petersen et al., 2018a). نمک زدایی و انتقال آب مقدار زیادی انرژی مصرف می‌کند. در بندر پارسیان، انرژی مصرفی تاسیسات نمک‌زدا ۱۹۳ مگاوات و انرژی انتقال آب ۳۷۴ مگاوات گزارش شده است. این مقدار ۵۶۷ مگاوات انرژی مصرفی، معادل پنج میلیون مگاوات ساعت انرژی در سال است. بنابراین، به احداث یک نیروگاه برق معادل نیروگاه برق گناوه - برازجان یا نصف نیروگاه سیکل ترکیبی شیراز نیاز است. در شرایطی فعلی با ناترازی شدید انرژی، تولید برق توسط نیروگاه‌ها تأثیرهای گسترده بر محیط‌زیست می‌گذارد، به گونه‌ای که فرایند سوختن در آن، آلاینده‌های هوایی تولید می‌کند که می‌تواند در سطح وسیع گسترش یابد. در این طرح، نیروگاه مورد نیاز به صورت نیروگاه گازی دیده شده است که در این صورت در سال ۹۹۳ تن گاز منواکسیدکربن، ۲۴۳۰۰۰۰ تن گاز دی‌اکسیدکربن، ۱۱۵۰۰۰ تن اکسیدهای نیتروژن و ۱۲۵۰۰ تن دی‌سولفاید وارد محیط شده و در عمل آلودگی زیادی در منطقه ایجاد می‌کند. اگر در این نیروگاه از صفحه‌های خورشیدی استفاده شود، در بهترین حالت حدود ۱۰۰۰ هکتار زمین نیاز دارد که هزینه آن در کل حدود ۵۰۰ میلیون دلار خواهد شد. از سوی دیگر، در تولید هر کیلووات ساعت انرژی، یک لیتر آب مصرف می‌شود. بنابراین، برای پنج میلیون مگاوات ساعت، دستکم چهار میلیون متر مکعب آب در سال مصرف می‌شود که حتی اگر نیروگاه خورشیدی هم ساخته شود باز دستکم نیم میلیون متر مکعب در سال آب مصرف می‌شود. با توجه به موردهای بالا هیچ توجیهی وجود ندارد که این حجم بزرگ انرژی مصرف شده و به دنبال آن دشواری‌های جدی از نظر اقتصادی و محیط زیستی به جامعه وارد شود.

راه های جایگزین برای تامین آب ناحیه های مرکزی ایران

- ۱- جلوگیری از شور شدن آب های سطحی داخلی در مسیر انتقال به خلیج فارس و شوری زدایی آب های شور سطحی در محل.
- ۲- شیرین سازی آب های شور زیرزمینی در محل.
- ۳- تصفیه پساب های شهری و صنعتی و بازچرانی آن ها در کشاورزی، صنعت و حتی در شرب با استفاده از فناوری های سطح بالا. به طور معمول حدود ۷۰ تا ۸۰٪ آب شرب مصرفی شهرها تبدیل به پساب می شود که شوری آن ۴۰ برابر کمتر از آب خلیج فارس است. در نتیجه، هزینه های تصفیه و انتقال آن در محل بسیار کمتر می باشد و دنیا در حال حرکت به تامین آب صنعت و شرب پایدار از این راه می باشد که به حل دشواری های محیط زیستی نیز می انجامد.
- ۴- شیرین کردن آب شور دریا در محل های نزدیک به خلیج فارس و دریای عمان در قالب طرح های کوچک، محلی و بوم سازگار می تواند تامین پایدار آب تلقی شود.
- ۵- شوری زدایی آب شور شده توسط گنبدهای نمکی.

یکی از منابع آلاینده منابع آب سطحی و زیرزمینی گنبدهای نمکی هستند. گنبدهای نمکی می توانند به صورت های مختلف منابع آب سطحی و زیرزمینی را آلوده نمایند. آلوده کنندگی گنبدهای نمکی در حد حجم ها و دب های بسیار زیاد است. در منطقه های خشک و نیمه خشکی مانند ایران که منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار هستند بررسی شدت و شیوه آلودگی توسط گنبدهای نمکی کمک زیادی در مدیریت کیفی این منابع خواهد نمود. نظر به این که شمار گنبدهای نمکی در ایران زیاد و در حدود ۳۱۵ است، ارائه راهکار مناسب برای تعیین مقادارها و شیوه آلودگی منابع آب توسط گنبدهای نمکی راهکارهای مناسبی را برای سایر محل ها ارائه خواهد داد. (Ahmadzadeh et al., 1990) ۱۱۵ گنبد نمکی را در جنوب ایران نام برده اند که ۱۰۱ گنبد در محدوده بین بندرعباس - سروستان و ۱۴ گنبد در جنوب کازرون قرار دارند. گنبدهای نمکی کوه نمک، جهانی و خورآب (یا کوه گچ) در میان ۱۰۱ گنبد نمکی مورد نظر قرار می گیرند. گنبد نمکی جهانی، یکی از ۱۲۲ رخنمون گنبدهای نمکی جنوب ایران، در منطقه جنوب استان فارس با آب و هوای گرم و خشک قرار دارد. سنگ نمک آن متعلق به سازند هرمز (پرکامبرین میانی) است که در بخش شمالی و خاوری گنبد رخنمون بارزی دارد. گنبد نمک جهانی از نظر زمین شناسی یک گنبد فعال است و شامل دو بخش مرتفع و پست که نتیجه خروج نمک در دو مرحله است. نتایج تأثیر گنبد نمکی جهانی بر کیفیت منابع آبی مجاور با استفاده از روش های زمین شناسی و هیدروژئولوژیک نشان می دهد که این گنبد در تخریب کیفیت آب رودخانه فیروزآباد تأثیر چشمگیری دارد، به طوری که هدایت الکتریکی آب رودخانه که پیش از تماس، ۷۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر است، در ایستگاه پایین دست به ۱۳۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر افزایش می یابد. همچنین آبرفت دشت آزادگان در جنوب و آبخوان آهک سروک در تاق دیس مجاور گنبد نمکی نیز زیر تأثیر شورابه های گنبد نمکی جهانی قرار گرفته اند (بوستانی و همکاران، ۱۳۸۷).

وجود سازندهای تخریب کننده کیفیت آب در مسیر رودخانه مند، یکی از شاخص ترین نمودهای افت کارایی سرزمین (بیابان زایی) می باشد. وجود ۱۵ گنبد نمکی در این حوضه آبریز تأثیر زیادی بر کاهش آب رودخانه های قره آغاچ و فیروزآباد، که از شاخه های اصلی رود مند هستند، دارد. نتایج بررسی های زمین شناسی نشان داده اند که سه گنبد نمکی در جنوب غرب شهرستان فیروزآباد از اصلی ترین دلایل شوری آب رودخانه فیروزآباد می باشند که بیشترین تأثیر را بر کیفیت آب رودخانه مند دارند. همچنین، رودخانه شور خوراب (که از چشمه های شور خارج شده از گنبد نمکی خوراب سرچشمه می گیرد و به رودخانه فیروزآباد می ریزد)، تأثیر به سزایی بر کاهش کیفیت آب دارد (بوستانی و همکاران،

۱۳۸۷). در ادامه مسیر، ورود آب شور رودخانه فیروزآباد به رود مند، عامل اصلی شور شدن آن می‌باشد که با گذر آن از کنار گنبد نمکی خورموج در استان بوشهر، مقدار شوری بسیار افزایش می‌یابد و پس از این، گنبدهای نمکی، به دلیل افت شدید کیفیت، از آن آب استفاده نمی‌شود و در مسیر خود به خلیج فارس می‌ریزد. این مسیر حدود ۴۰۰ کیلومتر طول و بیش از ۱۰۰۰ متر تفاوت ارتفاع دارد، به عبارت دیگر نباید اجازه داد که کیفیت آب تخریب شود و سپس ۱۰۰۰ متر سرازیری به طول ۴۰۰ کیلومتر را بیماید و سپس آن را نمک زدایی کرده و دوباره ۱۰۰۰ متر سربالایی به طول ۴۰۰ کیلومتر برده شود و انرژی بزرگی را مصرف کند. بنابراین، نخست با انجام روش‌های مناسب می‌توان مانع شور شدن این منابع آب در کنار گنبدهای نمکی شد و دوم این‌که اگر به هر دلیلی نتوان مانع شور شدن این منابع شد، آب را در همان محل نمک زدایی کرده و استفاده نمود و در نتیجه مقدار بسیار زیادی صرفه جویی در مصرف انرژی، هزینه‌ها و تولید گازهای گلخانه‌ای خواهد داشت.

راهکارهای جایگزین انتقال آب خلیج فارس

این راهکارها به شرح زیر می‌باشند:

۱- سیاست اصلی باید انتقال صنایع از منطقه‌های خشک و بیابانی به منطقه‌های ساحلی و اضافه نکردن صنایع جدید باشد.

۲- باید تصفیه و بازچرخانی آب در صنعت در راستای اجرای سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف آب در صنعت و شرب اجرایی گردد. مشکل پساب شرکت‌های صنعتی و معدنی به عنوان یک مشکل محیط‌زیستی است. در حال حاضر در پیرامون یزد دریاچه بزرگی از آب فاضلاب تشکیل شده است که نتیجه فعالیت شرکت‌های معدنی و صنعتی یزد است که در حاشیه یزد رها و تبخیر می‌شود و در نتیجه به جای انتقال آب خلیج فارس به یزد، بهتر است، فاضلاب بخش صنعت تصفیه و بازچرخانی شود. در کشورهای اروپایی آب را تا ۱۸ مرتبه بازچرخانی می‌کنند. در ضمن، هزینه انتقال آب دستکم شش برابر باز چرخانی است و هزینه تصفیه هر متر مکعب فاضلاب یک پنجم شوری‌زدایی آب دریاست.

۳- استفاده مجدد از فاضلاب‌های تصفیه شده در شهرهای مختلف برای صنعت. توصیه این است که برای شهرهای ساحلی مانند بندرعباس، بوشهر و مانند این‌ها، برای تامین نیاز آب آشامیدنی و صنعت آب دریا شوری‌زدایی شود و برای دیگر منطقه‌ها و سایر نیازها از این کار خودداری شود. برای تامین آب دیگر منطقه‌ها می‌توان با احداث تصفیه‌خانه‌های فاضلاب هم به افزایش بهداشت و حفظ محیط زیست کمک کرد و هم یک منبع آب پایدار به دست می‌آید. مقدار مصرف میانگین سرانه آب شرب در ایران حدود ۱۵۰ لیتر در روز است که برای یک شهر یک میلیون نفری ۱۵۰ هزار متر مکعب در روز یا حدود ۵۵ میلیون متر مکعب در سال است که حجم فاضلاب تولیدی آن حدود ۴۶ میلیون متر مکعب خواهد بود. از این آب می‌توان در ماه‌هایی که لازم است برای آبیاری (آبیاری فضای سبز و کشاورزی) و صنعت استفاده کرد و در دیگر ماه‌ها برای تغذیه آب‌های زیرزمینی به کاربرد. از سوی دیگر، این کار موجب حفظ محیط زیست و بهبود بهداشت نیز خواهد شد.

۴- اصلاح شبکه‌های آبرسانی شهری و کاهش مصرف آب ضروری است. شبکه‌های توزیع آب شهری به دلیل فرسودگی، هدررفت بالایی دارند. در بسیاری از شهرهای ایران هدررفت شبکه حدود ۳۰٪ است که با اصلاح آن‌ها مقدار بسیار زیادی در مصرف آب صرفه‌جویی خواهد شد. برای یک شهر یک میلیون نفری با مصرف سرانه ۱۵۰ لیتر در روز، با اصلاح شبکه و کاهش هدررفت از ۳۰٪ به ۱۰٪ (کاهش به مقدار ۲۰٪)، حجم آب برداشتی حدود ۱۱ میلیون متر مکعب در سال خواهد بود. لازم به یادآوری است که این هدررفت مربوط به آب‌هایی است که تصفیه شده و با صرف

هزینه زیاد از ژرفای زمین یا از سدها تامین می شود. بنابراین، اصلاح شبکه های توزیع آب شهری افزون بر این که کسری از نیاز آب شرب را تامین می کند، صرفه جویی زیادی را در هزینه های جاری خواهد داشت.

هم اکنون در شهر شیراز سرنوشت ۵۰ میلیون متر مکعب آب در سال مشخص نیست که کسری از آن مربوط به مشترکین غیرمجاز و سرقت آب است و کسری از آن مربوط به نشت آب از شبکه است. بنابراین، منطقی است که در این خصوص سرمایه گذاری (توسط بخش خصوصی یا دولتی) انجام شود. هم اکنون در فصل تابستان مصرف آب کولرهای آبی برای نمونه در شهر شیراز به این صورت است:

کولر آبی برای هر ۱۶ تا ۱۸ ساعت کار حدود ۳۰۰ لیتر آب مصرف می کند، اگر تنها نیمی از مشترکان آبفای شیراز در تابستان از کولر آبی استفاده کنند، هر روز ۱۲۰ هزار متر مکعب آب مصرف می شود که برای کل فصل تابستان (۹۰ روز) معادل حدود ۱۱ میلیون متر مکعب می باشد. این مقدار معادل ظرفیت کامل خط دوم انتقال آب از سد درودزن به شیراز است. بنابراین اولویت کاهش مصرف آب (و همچنین انرژی) کولرهای آبی بیشتر است.

راه حل دیگر، استفاده از ابزار کاهش مصرف آب در داخل خانه ها در کوتاه مدت و جداسازی آب خاکستری از آب سیاه در دراز مدت است. تجربه نشان داده است که استفاده از ابزار کاهش مصرف آب در خانه ها سهم زیادی در مصرف سرانه آب خواهد داشت. به طور کلی، با استفاده از روش های جایگزین انتقال آب از خلیج فارس، می توان با کاهش عمده هزینه ها آب مورد نیاز جامعه را تامین و از اثرهای مخرب زیست محیطی انتقال آب از خلیج فارس نیز دوری نمود.

نتیجه گیری و راهکارها

نتیجه گیری و برخی از راهکارها به شرح زیر می باشند:

۱- هزینه زیاد طرح انتقال آب خلیج فارس

هزینه نمک زدایی آب حدود دو یورو در متر مکعب و انتقال آن برای نمونه به منطقه استان فارس حدود چهار یورو در متر مکعب می باشد. البته، هزینه های بهره برداری و نگهداری سیستم های اسمز معکوس، تاسیسات، خط انتقال، ایستگاه های پمپاژ و مانند این ها که بسیار زیاد می باشد در این محاسبه ها وارد نشده است. بنابراین، قیمت نهایی از شش یورو در متر مکعب نیز بیشتر خواهد بود. از یک سو این هزینه برای صنعت نیز بسیار زیاد است و از سوی دیگر اگر صنعت این هزینه را بپذیرد، قیمت تولیدهای آن افزایش چشمگیری می یابد و در پایان جامعه باید این هزینه هنگفت را بپردازد.

در حدود ۹۰٪ ظرفیت خط انتقال آب خلیج فارس به مصرف صنعت اختصاص داده شده است و اگر صنعت فولاد که سودآورترین صنعت در کشور می باشد ملاک قرار داده شود، آنگاه براساس آمارهای وزارت نیرو در سال ۱۳۹۹، برای تولید هر تن فولاد حدود ۲۵۰ هزار لیتر آب مصرف می شود. بنابراین، با هزینه شش یورو در متر مکعب برای تامین آب مورد نیاز، برای تولید هر کیلوگرم فولاد بایستی ۱/۵ یورو برای آب هزینه شود که بسیار بیشتر از قیمت هر کیلو فولاد در بازار است. بنابراین، این آب به هیچ عنوان دارای صرفه اقتصادی برای صنعت نمی باشد.

۲- شورت شدن آب خلیج فارس

در طرح حاضر، برای تامین ۲۳۵ میلیون متر مکعب آب باید ۷۰۵ میلیون متر مکعب آب از دریا به واحدهای اسمز واژگون پمپاژ شود و ۱/۳ میلیون متر مکعب در روز آب با غلظت نمک حدود ۶۰۰۰۰ میلی گرم در لیتر وارد خلیج فارس شود. به عبارت دیگر روزانه ۷۸ تن نمک وارد خلیج فارس می شود. این ۷۸ تن نمک برای یک روز و یک خط انتقال

است و اگر خط های انتقال دیگری نیز احداث شوند، این مقدار نمک بسیار بیشتر می شود. بنابراین، این مقدار زیاد نمک می تواند در طولانی مدت موجب تخریب گسترده در بوم نظام آبی خلیج فارس شود. ساختار گردش آب در خلیج فارس به صورتی است که جریان آب با شوری کمتر از ساحل های شمالی دریای عمان وارد ساحل های شمالی خلیج فارس می شود و سپس با شوری بیشتر از راه ساحل های جنوبی و از ژرفای تنگه هرمز وارد دریای عمان می شود. به دلیل موقعیت قرارگیری دستگاه های شوری زدا پروژه شوری زدایی و انتقال آب خلیج فارس در ساحل های هرمزگان و بوشهر، تخلیه پساب شور این دستگاه های شوری زدا موجب افزایش شوری در ساحل های شمالی خلیج فارس می شود.

۳- بازچرخانی و تصفیه پساب صنعت و شرب

یکی از دشواری های عمده صنعت، بازچرخانی نشدن آب کافی است. استاندارد بسیاری از کشورهای دنیا ۱۸ بار بازچرخانی آب در صنعت است که شوربختانه صنعت کشور اغلب از این موضوع خودداری کرده است. به عبارت دیگر، از یک سو، بسیاری از صنایع برخلاف طرح آمایش سرزمین در منطقه های کویری احداث شده اند و از سوی دیگر بازچرخانی آب نیز به اندازه کافی انجام نمی دهند و اکنون خواسته می شود برای این صنایع از دریا آب منتقل شود که دشواری های بسیاری را ایجاد می کند. هم اکنون تصفیه خانه های فاضلاب احداث شده در کشور و همچنین در استان های هرمزگان، فارس، اصفهان (یکی از مسیرهای انتقال آب خلیج فارس) بسیار اندک است و نیاز حدود ۱۵٪ جمعیت را پوشش می دهد. بنابراین، بهتر است به جای سرمایه گذاری بزرگ روی انتقال آب خلیج فارس، روی احداث شبکه و تصفیه خانه های فاضلاب سرمایه گذاری کرد. لازم به بیان است که میانگین فاضلاب تولیدی یک جمعیت یک میلیون نفری معادل ۴۶ میلیون متر مکعب در سال است. بنابراین، با احداث شبکه و تصفیه خانه های فاضلاب، آب مورد نیاز صنایع تامین خواهد شد و نیاز به انتقال آب از خلیج فارس نمی باشد.

در ایران حدود ۸/۴ میلیارد متر مکعب در سال آب خاکستری قابل برنامه ریزی (ناشی از شرب و صنعت) تولید می شود که به دلیل نبود تصفیه خانه ها به اندازه کافی بازچرخانی نمی شود و بنابراین از این منابع بزرگ آب استفاده نمی گردد. برای استفاده مجدد از این آب خاکستری براساس امکانات و شرایط محیطی می توان اقدام های زیر را انجام داد:

الف- سیستم آبرسانی شهری

- ۱- احداث سیستم جمع آوری و تصفیه متمرکز.
- ۲- احداث سیستم های تصفیه در محل (مانند مجتمع های آپارتمانی).
- ۳- ایجاد سیستم لوله کشی دوگانه (برای آشامیدن، پخت و پز و مصرف های بهداشتی).
- ۴- قانونمند کردن سیستم لوله کشی دوگانه فاضلاب در خانه ها و به ویژه مجتمع های آپارتمانی به شیوه ای که آب های خاکستری با آب های سیاه آمیخته نشوند.

ب- سیستم آب رسانی روستایی

احداث سپتیک تانک و بازچرخانی آب برای کشاورزی.

پ- صنعت

جمع آوری و احداث تصفیه خانه به شیوه ای که آب در همان صنعت بازچرخانی شود.

۵- منابع آب های سطحی و زیرزمینی شور جایگزینی برای شوری زدایی

میانگین شوری ۴۴/۵ میلیارد مترمکعب آب های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی، حدود دو دسی زیمنس بر متر است. همچنین، ۳۱٪ از این منابع (۱۳/۸ میلیارد مترمکعب) و ۲۰٪ از آب های سطحی مصرفی در بخش کشاورزی (بین ۳/۶ تا ۴/۴ میلیارد مترمکعب) شوری بیشتر از دو دسی زیمنس بر متر دارند (رحیمیان و غلامی، ۱۴۰۱). از سوی دیگر، از ۱۰۰ میلیارد مترمکعب آب تجدیدپذیر کشور حدود ۱۱ میلیارد متر مکعب دارای شوری بیشتر از ۲/۵ دسی زیمنس بر متر (۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر) است (Shiati, 1998). به طور کلی، حدود ۱/۷ میلیارد مترمکعب آب زیرزمینی با شوری بیشتر از هشت دسی زیمنس بر متر (۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر) وجود دارد و میانگین شوری ۱۷ رودخانه کشور (با جریان پایین دستی ۴/۷ میلیارد مترمکعب در سال) ۳/۵ دسی زیمنس بر متر است (Qodratnema, 1998). شوری زدایی آب های شور داخلی با شوری کم (۲/۵ تا ۳/۵ دسی زیمنس بر متر) با راندمان ۵۰٪، شورابه ای با هدایت الکتریکی پنج تا هفت دسی زیمنس بر متر تولید می کند که می تواند برای آبیاری بسیاری از گیاهان متحمل به شوری به کار رود. بنابراین، با توجه به منابع زیاد آب های شور در کشور، اقدام به شوری زدایی آب در محل به مراتب اقتصادی تر است و دشواری های محیط زیستی و تامین انرژی بسیار کمتری نیز به دنبال خواهد داشت.

۶- اصلاح شبکه های آب شهری و روستایی

هم اکنون نشت آب در شبکه آب شرب شهرها و روستاهای استان فارس حدود ۳۰٪ است که اگر این نشت ۲۰٪ کاهش یابد، برای یک جمعیت یک میلیون نفری حدود ۱۱ میلیون متر مکعب کاهش در مصرف آب رخ خواهد داد که می تواند کمبود آب شرب و صنعت را جبران نماید.

جمع بندی

با توجه به واکاوی انجام شده، پیشنهاد می شود که تصفیه آب دریا برای شرب و صنعت تنها در ساحل های خلیج فارس و محل های نزدیک به دریا (خلیج فارس) در قالب طرح های کوچک اجرا گردد و از انتقال آب به منطقه های کویری به طور جدی خودداری شود و به جای آن، منابع آب شور داخل سرزمین شوری زدایی شوند. در مورد انتقال آب دریا از دریای عمان با توجه به دغدغه های محیط زیستی و هزینه تولید آب شیرین، طرح های مربوط بازنگری شوند. انتقال آب خلیج فارس در راستای تفکر زیانبار تامین آب به جای مدیریت تولید و مصرف آب است. این روش باید آخرین راهکار و نه اولین باشد. در این راستا آمایش سرزمین، حکمرانی آب و اصلاح الگوی مصرف از اقدام های اساسی است. البته، به احتمال ساحل های دریای عمان (ساحل های مکران) چالش های کمتری نسبت به ساحل های خلیج فارس دارند، اما طرح های انتقال آب دریا در آن جا نیز باید با محدودیت انجام شود و پیش از هر اقدامی، بررسی های علمی و دقیق صورت گیرد و به ویژه این که، امکان دسترسی به منابع آب های نامتعارف بررسی شود.

منابع

- اسلامی، روح الله؛ رحیمی، احمد. (۱۳۹۸). سیاست گذاری و بحران آب در ایران. فصلنامه سیاست های راهبردی و کلان، ۷ (۳)، ۴۳۴-۴۱۰.
- امامی میبدی، راضیه. (۱۴۰۰). مسائل مدیریت آب در ایران و توصیه هایی برای اصلاح آن. معاونت مطالعات کاربردی، دفتر هیئت دولت، ریاست جمهوری.

- بدیعی‌ازنده‌ای، مرجان؛ افضل‌ی، رسول؛ یزدان پناه- درو، کیومرث؛ حشمتی، جواد. (۱۴۰۳). مولفه های اثرگذار بر شکل‌گیری اکولوژی سیاسی آب بر اساس طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به مناطق شرق مرکزی ایران. *فصلنامه علمی جغرافیا*، ۲۲۰ (۸)، ۱۵۰-۱۲۷.
- بوستانی، سعید؛ کمپانی زارع، میرزا؛ نوشادی، مسعود. (۱۳۸۷). بررسی اثر گنبدهای نمکی بر روی منابع آب در منطقه دهرم استان فارس. *جنگل و مرتع*، ۷۸، ۲۶-۳۸.
- ترابی‌آزاد، مسعود؛ محسنی-آراسته، افشین؛ سلامی ایبانه، رضوان؛ منصوری، داریوش. (۱۳۸۹). مطالعه تبخیر در خلیج فارس بر اساس یک مدل برهمکنش هوا-دریا. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۲ (۲)، ۴۵-۶۰.
- رحیمیان، محمد حسن؛ غلامی، حسن. (۱۴۰۱). تحلیلی بر وضعیت شوری منابع آب در حال استفاده بخش کشاورزی. *نشریه آب و توسعه پایدار*، ۹ (۳)، ۱۰۷-۱۱۶.
- زارعی، قاسم؛ خان احمدی، مرتضی (۱۳۹۵). چشم انداز نمک زدایی آب برای مصارف کشاورزی. *نشریه مدیریت آب کشاورزی*، ۳ (۲)، ۲۳-۳۸.
- زرین، آذر؛ داداشی- رودباری، عباسعلی. (۱۴۰۲). بررسی پیامدهای تغییر اقلیم بر امنیت آبی در ایران. *آب و توسعه پایدار*، ۱۰ (۱)، ۳۷-۴۴.
- زهرایی، بنفشه. (۱۴۰۲). *بررسی ابعاد طرح انتقال آب از خلیج فارس به فلات مرکزی*. شبکه اینترنتی دانشگاه تهران.
- ظفرنژاد، فاطمه. (۱۳۹۵). نقدی بر طرح انتقال آب از خلیج فارس و دریای عمان به فلات مرکزی ایران. *نشریه آب و توسعه پایدار*، ۳۰ (۱)، ۱۲۴-۱۲۹.
- فرخی مقدم، صفیه؛ علی اکبری- بیدختی، عباسعلی؛ احمدی- گیری، فرهنگ؛ عظام، مجتبی. (۱۴۰۰). مطالعه تغییرپذیری پارامترهای فیزیکی (دما و شوری) آب های خلیج فارس ناشی از تغییرات اقلیم با استفاده از یک مدل سازی عددی و برخی داده های اندازه گیری. *علوم زمین*، ۳۱ (۱)، ۶۳-۷۰.
- محبی، حسن؛ انصاری- سامانی، حبیب؛ حاج امینی، مهدی. (۱۳۹۸). تحلیل وضعیت مصرف آب در صنایع استان یزد، *بررسی مسائل اقتصادی ایران*، ۶ (۲)، ۱۷۵-۱۹۳.
- Aghebat-Bekhair, H., Kardan Moghadam, H. & Pourreza-Bilondi, M. (2022). Investigating of Challenges and Opportunities of an Inter-Basin Water Transfer Project (Case Study: Desalination and Water Transfer from the Oman Sea to the Three Eastern Provinces of the Iran). *Water Harvesting Research*, 5(2), 150-159.
- AGEDI, (2016). Final Technical: Regional Desalination and Climate Change. LNRCCP. CCRG/IO, 105 p.
- Ahmadzadeh-Heravi, M., Hoshmandzadeh, M.A. & Nabavi, M.H. (1990). New concept of Hormoz formation's stratigraphy and the problem of salt diapirism in south Iran. *Proceeding of Symposium on Diapirism with Special Reference to Iran*, 1, 21. *Geological Survey in Iran*, 1-22.
- Buchanan, J.R., Krupp, F., Burt, J.A., Feary, D.A., Ralph, G.M. & Carpenter, K.E. (2016). Living on the edge: vulnerability of coral-dependent fishes in the Gulf. *Marine Pollution Bulletin*. 105 (2), 480-488.
- Burt, J. (2014). The environmental costs of coastal urbanization in the Arabian Gulf. In: *City: Analysis of Urban Trends, Culture, Theory, Policy, Action*, 18, 760-770.
- Edmo J.D. Campos Vieira, F., Cavalcante, G., Kjerfve, B., Abouleish, M., et al. (2020). Impacts of brine disposal from water desalination plants on the physical environment in the Persian/Arabian Gulf. *Environ. Res. Commun.* 2 (2020) 125003. Retrieved from: <https://doi.org/10.1088/2515-7620/abd0ed>.
- Elhakeem, A. & Elshorbagy, W. (2015). Hydrodynamic evaluation of long-term impacts of climate change and coastal effluents in the Arabian gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 101, 667-685.

- Erftemeijer, P.L.A. & Shuail, D.A. (2012). Seagrass habitats in the arabian gulf: distribution, tolerance thresholds and threats. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 15, 73–83.
- Gude, V.G. (2011). Energy consumption and recovery in reverse osmosis. *Desalination and Water Treatment*, 36, 239-260.
- GWI, (2018). Global water intelligence: desaldata database. www.desaldata.com accessed on 7th November 2018.
- Jamaly, S., Darwish, N.N., Ahmed, I. & Hasan, S.W. (2014). A short review on reverse osmosis pretreatment technologies. *Desalination*, 354, 30–38.
- Jenkins, S., Paduan, J., Roberts, P., Schlenk, D. & Weis, J. (2012). Management of Brine Discharges to Coastal Waters Recommendations of a Science Advisory Panel. Southern California Coastal Water Research Project. *State Water Resources Control Board Technical Report*, 694, 101p.
- Jones, E., Qadir, M., van Vliet, M., Smakhtin, V. & Kang, S. (2019). The state of desalination and brine production: A global outlook. *Science of the Total Environment*, 657, 1343–1356.
- Le Quesne, W.J.F., Fernand, L., Ali, T.S., Andres, O., Antonpoulou, M. *et al.* (2021). Is the development of desalination compatible with sustainable development of the Arabian Gulf? *Marine Pollution Bulletin*, Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112940>.
- Lettemann, S. & Hopner, T. (2008). Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. *Desalination* 220, 1–15.
- Mirzavand, M. & Bagheri, R. (2020). The water crisis in Iran: Development or destruction? *World Water Policy*, 6(1), 89-97.
- Missimer, T.M., Jones, B. & Malvina, R.G. (2015). *Intakes and Outfalls for Seawater Reverse-Osmosis Desalination Facilities*. Springer International Publishing, Switzerland, 2015. 544p.
- Missimer, T.M. & Maliva, R.G. (2018). Environmental issues in seawater reverse osmosis desalination: intakes and outfalls. *Desalination*, 434, 198–215.
- Qodratnema, Q. (1998). Water resources, use and future demand in Iran. *Water and Development*. NO 18 (In Persian).
- Petersen, K.L., Frank, H., Paytan, A. & Bar-Zeev, E. (2018a). Impacts of seawater desalination on coastal environments. In: Sustainable Desalination Handbook: Plant Selection, Design and Implementation. V. Gnanaswar Gude. *Butterworth-Heinemann*, 437–463.
- Petersen, K.L., Paytan, A., Rahav, E., Levy, O., Silverman, J. *et al.* (2018b). Impact of brine and antiscalants on reef-building corals in the Gulf of Aqaba—Potential effects from desalination plants. *Water Research*, 144, 183-191.
- Reynolds, M.R. (1993). Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and Gulf of Oman—results from the Mt. Mitchell expedition. *Marine Pollution Bulletin*, 27, 35–99.
- Sale, P.F., Feary, D.A., Burt, J.A., Bauman, A.G., Cavalcante G.H. *et al.* (2011). The growing need for sustainable ecological Management of Marine Communities of the Persian Gulf. *Ambio, A Journal of Environment and Society*, 40, 4–17.
- Sheppard, C. (2016). Coral reefs in the Gulf are mostly dead now, but can we do anything about it? *Marine Pollution Bulletin*, 1052, 593–598.
- Sheppard, C.R.C., Al-Husiani, M., Al-Jamali, F., Al-Yamani, F., Baldwin, R. *et al.* (2010). The Gulf: a young sea in decline. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 13–38.
- Shiati, K. (1998). Brackish water as a source for irrigation: behaviour and management of salt-affected reservoirs (Iran). In: *Proceedings of the International Workshop at the 10th ICID Afro-Asian Regional Conference on Irrigation and Drainage*. 19-26 July 1998. eds. Ragab, R.; Pearce, G. Bali, Indonesia, 72-82.
- Vaughan, G.O., Al-Mansoori, N. & Burt, J. (2019). *The Arabian Gulf*. In: Sheppard, C. (Ed.), *World Seas: An Environmental Evaluation*, second edition Vol. 2. Elsevier Science, Amsterdam, NL, 1–23.

Analysis of Desalination and Transfer of Seawater from Persian Gulf and Oman Sea

Noshadi, M.¹ and Sepaskhah, A.R.²

There are several assumptions in mind of consults and administrators of the Persian Gulf and Oman Sea water transfer project (PGOSWT-project) in Iran that provoke several questions in mind of water specialists as follows: (i) Considering prevalence on nature instead of comparability with nature, (ii) Heavy government and private investment, (iii) Uniform distribution of water in country, (iv) Giving priority to recycling of unconventional water in the main territory, (v) Desalinization of seawater near the Persian Gulf and Oman Sea shores, (vi) PGOSWA-projects are not feasible in non-operant defense, (vii) Not implementing land use planning. In this study, considering the provoked questions in mind of water specialists, we investigated the PGOMSWT-projects. Results showed that the cost of desalinized water is extremely expensive and it causes higher water salinity in Persian Gulf. In this project, the amount of energy consumption and greenhouse gases production is very high and has many negative environmental consequences. Instead, several different approaches are suggested to provide water as follows: (i) Recycling of industrial and drinking wastewater in site of wastewater production, (ii) Desalination of saline surface (river) and groundwater resources in the main territory (iii) Remediation of municipal and rural drinking water supply and distribution networks. Regarding the mentioned results, it is suggested that desalination of Persian Gulf saline water only should be installed and operated on shore and areas near to the shore as small desalination plant and it should not be transferred to the main territory. Instead, saline river water and saline groundwater in the main territory should be desalinized. In regard of Oman Sea water transfer project, it may have fewer challenges. However, its environmental conditions, cost of desalinized water and presence of the unconventional water in the main territory should be again examined.

Key words: Desalination, Energy, Greenhouse gases, Recycling.

1. Corresponding author's Email: noshadi@shirazu.ac.ir

2. Professor of Shiraz University (Invited Scholars of I.R. Academy of Sciences) and Professor of Shiraz University (Fellow of I.R. Academy of Sciences), Shiraz, respectively.