

بررسی قابلیت‌های منطقه‌ای مبتنی بر اقتصاد دریامحور ۱. کشاورزی و استحصال آب

گزارش حاضر جلد اول از مجموعه ۵ جلد گزارشی است که در قالب نتایج حاصل از طرح پژوهشی با عنوان: «اقتصاد دریامحور» در دفتر مطالعات زیربنایی به انجام رسیده است. طرح مزبور با اعتقاد به وجود ظرفیت‌های بالقوه و فرصت‌های ذیقیمت در قلمرو بحری سرزمین پهناور ایران، افزون بر قابلیت‌های بری موجود و با رویکرد آمایش منطقه‌ای و اهمیت آن در اقتصاد مقاومتی تعریف شده و عناوین مجلدات آن به شرح زیر می‌باشد.

۱. کشاورزی و استحصال آب، ۲. بخش شیلات و آبیان، ۳. بخش‌های صنعت و انرژی، ۴. تجارت، بنادر و کشتیرانی، ۵. بخش گردشگری

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات زیربنایی

کد موضوعی: ۲۵۰
شماره مسلسل: ۱۴۲۲۲
خردادماه ۱۳۹۴

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده	۱
مقدمه	۱
۱. وضعیت آب شیرین در جهان	۱
۲. وضعیت آب در ایران	۳
۳. استحصال آب از دریا	۵
۴. شیرین سازی آب دریا	۶
۵. ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای حوزه خلیج فارس	۱۱
۶. نقش آب شیرین کن ها در تأمین آب کشورهای حاشیه خلیج فارس	۱۳
۷. بررسی اقتصادی	۱۴
۸. تأثیرات زیست محیطی	۱۶
۹. نمک زدایی در مقایسه با سایر منابع تأمین آب	۱۷
۱۰. فناوری های جدید و پیشرفت های دیگر	۱۷
۱۱. ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای حوزه دریای خزر	۱۸
۱۲. انتقال آب دریای خزر به نجد ایران	۲۰
۱۳. سیمای کلی طرح شیرین سازی و انتقال آب دریا به مناطق داخلی ایران	۲۲
۱۴. آثار زیست محیطی طرح	۲۲
۱۵. مواضع کشورهای حاشیه خزر در مقابل طرح انتقال آب	۲۳
۱۶. استفاده از آب شور طرح	۲۳
۱۷. کشت گیاهان شورزی ایران	۲۵
۱۸. کشاورزی با آب شور در هرمزگان	۲۷
۱۹. کشت گیاه سالیکورنیا	۲۸
۲۰. گندم کاری با آب شور و لب شور در استان گلستان	۲۹
۲۱. ملاحظات زیست محیطی شورورزی	۳۰
۲۲. کشاورزی در کشورهای حوزه خلیج فارس	۳۰
۲۳. کشاورزی در کشورهای حوزه دریای خزر	۳۲
۲۴. استحصال مواد معدنی و نمک از آب شور و پرورش گیاهان دریایی	۳۲
۲۵. تحلیل SWOT	۴۲
جمع بندی و راهکارها	۴۵
منابع و مأخذ	۵۳



بررسی قابلیت‌های منطقه‌ای مبتنی بر اقتصاد دریامحور ۱. کشاورزی و استحصال آب

چکیده

استفاده از آب‌شور و لب‌شور در کشورهای مختلف دنیا امری متداول است. کشت گیاهان مقاوم به شوری و صادرات محصولاتی نظیر جلبک توسط کشوری مانند کره جنوبی، حکایت از کشت گیاهان مناسب با آب‌شور دریا را دارد که موفقیت در امر اشتغال و درآمد را برای این نوع کشورها دربرداشته است. از آنجا که ایران در کمربند خشک جهانی واقع است و منابع آب شیرین محدود دارد، استفاده از آب دریا برای فعالیت‌های کشاورزی و شیرین‌سازی آب از مهمترین برنامه‌های توسعه‌ای به‌شمار می‌رود. در این گزارش سعی شده به امکان استفاده از آب دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان در جهت توسعه کشاورزی پرداخته شود. همچنین تجربیات سایر کشورهای منطقه و جهان در این گزارش آورده شده است. همین‌طور به موضوع شیرین‌سازی آب دریا و ایجاد کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن در ایران و کشورهای حوزه خلیج فارس و دریای عمان و خزر پرداخته شده و هزینه تولید یک مترمکعب آب شیرین در ایران با سایر کشورها مقایسه شده است.

مقدمه

اگرچه وقوع خشک‌سالی‌ها باعث شده که کشور با مشکلات کمبود آب به‌صورت جدی‌تری مواجه شود اما محدودیت‌های منابع آب از یکسو و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و تخلیه ضایعات و پسماندها در منابع آبی از سوی دیگر، در حال تضعیف مستمر این منبع حیاتی است. جمهوری اسلامی ایران به‌دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان در زمره کشورهایی با محدودیت منابع آب قلمداد می‌شود و به همین دلیل این ماده حیاتی در ایران، یکی از مهمترین ارکان توسعه کشور است که توسعه سایر بخش‌ها در گروی بهره‌برداری پایدار از آن است.

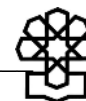
۱. وضعیت آب شیرین در جهان

آب شیرین نه یک منبع جهانی، بلکه منبعی منطقه‌ای محسوب می‌شود که در حوزه‌های آبخیز خاصی از جهان قابل دسترس است و به‌دلیل محدودیت آن به اشکال مختلفی یافت می‌شود. در برخی از حوزه‌های آبخیز این محدودیت‌ها فصلی‌اند که به قابلیت و توانایی ذخیره‌سازی آب در دوره‌های خشک

وابسته است. در سایر مناطق، محدودیت‌ها از میزان تغذیه دوباره سفره‌های آب زیرزمینی، میزان ذوب برف یا از ظرفیت خاک جنگل‌ها برای ذخیره‌سازی آب متأثر است.

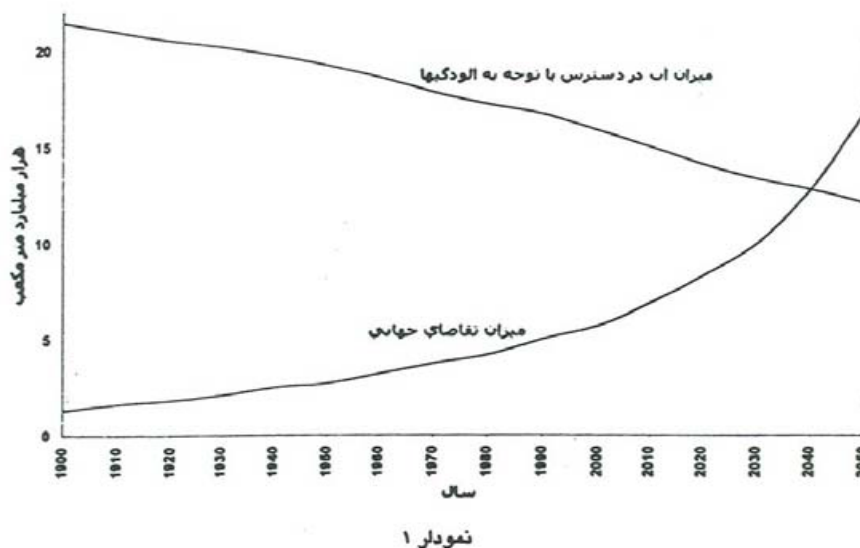
ماهیت منطقه‌ای منابع آب مانع از آن شده است تا جامعه جهانی بیانیه یا کنوانسیون خاصی را برای آن تصویب کند؛ که بتواند عمق نگرانی‌های کشورهای را در این خصوص منعکس سازد. آب، کالایی منحصربه‌فرد و ماده‌ای بسیار حیاتی است. محدودیت‌های این ماده حیاتی ظرفیت‌های سایر منابع حیاتی از جمله غذا، انرژی، ذخایر ماهی و حیات وحش را تحت فشار قرار می‌دهد. استحصال سایر منابع از جمله غذا، مواد معدنی و فرآورده‌های جنگلی نیز به تناسب مقدار کمی و کیفی منابع آب می‌تواند محدود شود. در شماری از حوزه‌های آبخیز جهان محدودیت‌های آب آشکار شده است. در برخی از فقیرترین و ثروتمندترین کشورهای جهان نیز سرانه استحصال آب به دلیل مسائل زیست‌محیطی، افزایش هزینه‌ها و کمیابی در حال کاهش است. توزیع جریان‌های آبی نیز در سطح جهان نامتعادل است و با توزیع جمعیت تناسب ندارد. از مجموع کل آب‌های جهان، ۹۷/۴ درصد آن را آب شور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند که به دلیل شوری در عمل قابل استفاده نیستند. به این ترتیب از مجموع منابع آبی جهان، ذخایر آب شیرین تنها ۲/۶ درصد کل حجم ذخایر آب‌های سطح زمین را شامل می‌شود که بخش اعظم آن به صورت یخ در قطب‌های کره زمین و یخچال‌های طبیعی (۱/۹۸ درصد) و آب‌های زیرزمینی (۰/۵۹ درصد) وجود دارند که در دسترس نیستند. به این ترتیب از مجموع آب‌های کره زمین تنها ۰/۱۴ درصد آب قابل استفاده بوده و در واقع حیات آدمی وابسته به همین مقدار اندک آب است. از این مقدار نیز حدود ۰/۰۱ درصد، آب موجود در اتمسفر، رودخانه‌ها، گیاهان جانوران، ۰/۰۵ درصد رطوبت خاک و ۰/۰۷ درصد آب شیرین موجود در دریاچه‌هاست.

از طرف دیگر، توزیع و پراکنش این حجم محدود آب نیز در سطح کره زمین بسیار ناهمگون است. توزیع مکانی و زمانی آب بسیار متغیر بوده و منطبق با پراکنش جمعیت و نیاز جوامع بشری به آن نیست. میزان آب مصرفی انسانی (آبی که برداشت می‌شود، اما به رودخانه‌ها یا آب‌های زیرزمینی باز نمی‌گردد) زیرا تبخیر در گیاهان و فرآورده‌های کشاورزی ذخیره می‌شود) حدود ۲۲۹۰ کیلومتر مکعب در سال است. حدود ۴۴۹۰ کیلومتر مکعب نیز برای رقیق کردن و کاهش آلودگی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. حاصل جمع این دو عدد ۶۷۸۰ کیلومتر مکعب در سال است که نیمی از مجموع آب‌های روان پایدار (آب شیرین) کره زمین را تشکیل می‌دهد. چنانچه میانگین تقاضای سرانه آب به هیچ عنوان تغییر نکند و جمعیت جهان براساس پیش‌بینی‌های سازمان ملل به ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ برسد آبی که بشر استحصال می‌کند حدود ۱۰۲۰۰ کیلومتر مکعب، یعنی تقریباً ۸۲ درصد آب‌های روان شیرین کره زمین خواهد بود. اگر علاوه بر افزایش جمعیت، تقاضای سرانه نیز افزایش یابد محدودیت شدید آب در سطح جهان قبل از سال ۲۱۰۰ نمایان خواهد شد.



برای متناسب ساختن توزیع زمانی و مکانی منابع آب با نیازها، حجم عظیمی از منابع مالی و نیروی انسانی ملل دنیا برای ایجاد، بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات آب مصرف شده و از دیگر سو این افزایش رفاه آثار و تبعات منفی بسیاری را نیز به ارمغان آورده است که در رأس آن تخریب، ضایع شدن و آلودگی منابع آب و محیط زیست است که برخاسته از اقدام نسنجیده بشر برای ارتقای سطح رفاه خود است. این دو فرآیند متضاد شرایطی را فراهم آورده‌اند که منابع آب شیرین از یک منبع تجدیدشونده به یک منبع نیمه تجدیدشونده تبدیل شود. تجلی این دیدگاه را می‌توان در نمودار ۱ که روند مصارف آب از ابتدای قرن بیستم تاکنون و پیش‌بینی تا سال ۲۰۵۰ را در مقایسه با منابع قابل دسترسی (با احتساب خروج مقداری از آب تجدیدشونده به دلیل آلودگی) نشان می‌دهد، مشاهده کرد. از این نمودار می‌توان دریافت که در مقیاس جهانی، زمان نقطه تلاقی مصرف و مقدار آب قابل دسترس، حدود سال ۲۰۴۰ میلادی پیش‌بینی می‌شود، با توجه به توضیحات ارائه شده این تلاقی در مقیاس منطقه‌ای و ملی در مورد برخی ملل، از سال‌های پیش اتفاق افتاده و در مورد بسیاری دیگر در حال وقوع است.

نمودار ۱. روند مصارف آب از ابتدای قرن بیستم تاکنون و پیش‌بینی تا سال ۲۰۵۰



۲. وضعیت آب در ایران

ایران سرزمینی کوهستانی است که دو رشته کوه البرز با جهت شرقی - غربی و رشته کوه زاگرس با جهت شمال غربی - جنوب شرقی در آن قرار گرفته‌اند. این دو رشته‌کوه همانند دیوار مانع رسیدن بارهای بارانزا از شمال و غرب کشور می‌شوند و به همین دلیل نیز بخش اعظم کشور را مناطق خشک

و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد. کمبود منابع آبی همواره به‌عنوان یک عامل محدودکننده فعالیت‌ها در کشور مطرح بوده است.

توزیع مکانی آب در ایران به‌دلیل شرایط طبیعی بسیار ناهمگن است. توزیع زمانی نزولات جوی در کشور نیز مانند توزیع مکانی، روند مشابهی را نشان می‌دهد و میزان آن در سال‌های مختلف و حتی فصول مختلف متغیر بوده و این مسئله مشکلات گوناگونی را در چند سال اخیر برای بخش‌های مختلف، به‌ویژه بخش کشاورزی و تأمین آب شرب شهرها به همراه داشته و زیان‌های زیادی را به این بخش تحمیل کرده است. حتی توزیع نامناسب زمانی بارش‌ها طی سال‌های نرمال نیز از تنگناهای جدی محدودیت منابع آب ایران است و این معضل در سال‌های خشک تشدید می‌شود. برای مثال در مناطقی که از نظر بارش نزولات جوی در زمره مناطق پر باران طبقه‌بندی می‌شوند، در بعضی از ماه‌های سال کم‌آبی مشهود است. تحلیل زمانی نزولات جوی بیان‌کننده دامنه تغییرات زیاد آن از سالی به سال دیگر است.

منابع آب تجدیدشونده کشور با توجه به وضعیت بارندگی (حدود ۲۴۰ میلی‌متر بارندگی و کمتر از حد متوسط بارندگی جهان)، پوشش گیاهی و سایر عوامل تأثیرگذار در حجم نزولات جوی، حدود ۱۳۰ تا ۱۳۹ میلیارد مترمکعب در سال است که حجم قابل استحصال و با احتساب آب‌های برگشتی حدود ۱۲۶ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. از کل آب‌های تجدیدشونده حدود ۱۰۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های نفوذی به منابع زیرزمینی تشکیل می‌دهند. درحالی‌که متوسط حجم کل آب سالیانه کشور رقم ثابتی است تقاضا برای آب به‌علت رشد جمعیت، توسعه کشاورزی، شهرنشینی و صنعت در سال‌های اخیر، متوسط سرانه آب قابل تجدید کشور را تقلیل داده است. به‌طوری‌که این رقم در سال ۱۳۴۰ حدود ۵۵۰۰ مترمکعب بود و در سال ۱۳۵۷ به ۳۴۰۰، در سال ۱۳۶۷ به ۲۵۰۰ و در سال ۱۳۷۶ به ۲۱۰۰ مترمکعب کاهش یافته است. این میزان با توجه به روند افزایش جمعیت کشور در سال ۱۳۸۵ به حدود ۱۷۵۰ تنزل یافته است و در افق سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۳۰۰ مترمکعب تنزل خواهد یافت. صرف‌نظر از تفاوت‌های آشکار منطقه‌ای در کشور و طیف گسترده مناطق خشک نظیر سواحل خلیج فارس و دریای عمان، نیمه شرقی کشور از خراسان تا سیستان و بلوچستان و نیز حوزه‌های مرکزی که میزان سرانه آب قابل تجدید در آنها از میزان متوسط کشور به مراتب پایین‌تر است، ارقام متوسط سرانه آب کشور در سال‌های آینده به مفهوم ورود ایران به مرحله تنش آبی و کم‌آبی خواهد بود.

برداشت بی‌رویه آب از آب‌های زیرزمینی یکی دیگر از مسائل اساسی کشور در بخش آب به شمار می‌آید که در حال حاضر مشکلات جدی را در کشور پدید آورده است. به همین دلیل نیز در بسیاری از نواحی کشور سطح سفره‌های آب زیرزمینی افت کرده و با توجه به خشکسالی‌های اخیر، افزایش



بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی تشدید شده و خسارت‌های غیرقابل جبرانی را بر منابع آبی زیرزمینی کشور وارد آورده است.

در کنار کاهش کمیت منابع آب، انتشار پساب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری نیز از دیگر عوامل تهدیدکننده منابع محدود آب کشور محسوب می‌شوند. هرچند در خلال سال‌های گذشته به‌ویژه برنامه‌های سوم و چهارم توسعه اقدام‌های قابل قبولی برای تصفیه پساب‌های شهری و صنعتی صورت گرفته و مبین توجه دولت به حفاظت از کیفیت منابع آب است. اما با توجه به افزایش جمعیت کشور، گسترش شهرنشینی و توسعه فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی ضروری است تا اقدام‌ها از شتاب بیشتری برخوردار شوند.

یکی از بهترین راهکارها در جهت جایگزینی منابع آب تجدیدشونده و آب‌های سطحی، استفاده از منابع آب شور دریاها و روش‌های شیرین‌سازی آب است. این منابع از حیث مقدار و میزان در مقایسه با نیازهای موجود نامحدود تلقی می‌شوند و هم‌اکنون از سوی بسیاری از کشورهای کم‌آب مورد توجه قرار گرفته‌اند.

۳. استحصال آب از دریا

محدودیت منابع آبی، رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید بیشتر، سبب شده است که بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌های مصرف‌کننده آب، تقاضای بیشتری برای مصرف داشته باشد و ضروری است که برای دستیابی به اهداف توسعه‌ای کشور و افزایش تولید محصولات در کنار استفاده بهینه از منابع آبی، منابع آبی جدیدی را در نظر گرفت. با توجه به محدودیت‌های منابع آب شیرین و با کیفیت، دریا به‌عنوان یک منبع طبیعی آب شور می‌تواند نقش بسیار مهمی در رونق کشاورزی و به دنبال آن رونق اقتصادی کشور داشته باشد. امروزه دیگر دوره آب‌های غیرمتعارف و پساب‌ها فرا رسیده است و استفاده از آب دریا نه تنها در ایران، بلکه در کشورهای آسیای میانه و کشورهای حوزه جنوب خلیج فارس هم مطرح است.

برای تحقق این هدف می‌توان با راهکارهای جدید اقدام به بهره‌برداری از دریا کرد.

۱. تأمین منابع آبی جدید در قالب استفاده از آب شیرین‌کن‌ها،

۲. استفاده از آب شور در کشاورزی،

۳. پرورش گیاهان دریایی،

۴. آب مجازی و صنایع تبدیلی.

این فصل از گزارش به ۴ بخش فوق تقسیم شده است و پتانسیل‌های موجود کشور در هر بخش

به‌طور جداگانه شناسایی و ذکر شده است.

ایران دارای ۶ حوزه آبخیز درجه یک است که عبارتند از:

۱. حوزه آبخیز دریای خزر،
۲. حوزه خلیج فارس و دریای عمان،
۳. حوزه کویر مرکزی،
۴. حوزه سرخس (صحرای قره قوم)،
۵. حوزه هامون (مرزی شرق کشور)،
۶. دریاچه ارومیه.

در اینجا استحصال آب از دو حوزه خلیج فارس و دریای عمان و دریای خزر مد نظر است.

۴. شیرین‌سازی آب دریا

۴-۱. جایگاه ایران در صنعت شیرین‌سازی آب دریا

استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر، خوزستان و جنوب استان فارس در جنوب کشور به دلیل نزدیکی به آب‌های خلیج فارس و دریای عمان و نیز استان‌های گیلان، مازندران و گلستان در شمال کشور به دلیل نزدیکی به آب‌های دریای خزر پتانسیل استفاده از آب‌شور دریا و شیرین‌سازی آن را دارند. همان‌طور که هم‌اکنون در کشور ۴۲۳ هزار مترمکعب آب شیرین تولید می‌شود، مسلماً با احداث کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن بیشتر، این مقدار افزایش خواهد یافت و استفاده از آب‌شیرین‌کن‌ها می‌تواند یکی از راه‌های تأمین منابع آبی استان‌های ساحلی کشور باشد.

ایران رتبه نهم در شیرین‌سازی آب دریا را دارد. تکنولوژی شیرین‌سازی آب در پنجاه سال اخیر با پیشرفت قابل توجهی همراه بوده است. ۳۹ درصد جمعیت کره زمین در مناطقی زندگی می‌کنند که فاصله‌ای کمتر از ۱۰۰ کیلومتر با دریا دارند. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ آب مورد نیاز بیش از ۶۰ درصد از جمعیت کره زمین، از طریق فرآیندهای شیرین‌سازی تهیه شود. در بسیاری از مناطق جهان به‌ویژه خاورمیانه از روش‌های شیرین‌سازی آب دریا برای تولید آب مورد نیاز مصارف شرب، بهداشت، صنعت و کشاورزی استفاده می‌شود. به گزارش دومین کنگره بین‌المللی نمک‌زدایی آب دریا (سال ۲۰۰۵ میلادی، برلین) ۱۱ هزار واحد آب‌شیرین‌کن در ۱۰۰ کشور جهان وجود دارد. عربستان سعودی به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده آب شیرین در جهان شناخته می‌شود. این کشور ۲۶ درصد آب شیرین تولیدی در جهان را به خود اختصاص داده است. پس از آن آمریکا با ۱۵ درصد در جایگاه دوم قرار دارد. ۶۰ درصد آب تولیدی آب‌شیرین‌کن‌ها در جهان به مصارف شهری اختصاص یافته است و باقی مربوط به مصارف بخش‌های صنعتی و کشاورزی است.

تولید آب شیرین از آب دریا از طریق فرآیند «نمک‌زدایی به روش تبخیری»، قدیمی‌ترین روش در این زمینه شناخته می‌شود. این روش از قرن هفدهم میلادی برای تأمین آب شیرین مورد نیاز در



کشتی‌ها به کار گرفته می‌شده است. در دهه ۱۹۵۰ میلادی فرآیند شیرین‌سازی آب دریا با تحولات گسترده‌ای مواجه شد. پیشرفت‌های گسترده‌ای در فرآیندهای تبخیر ناگهانی چندمرحله‌ای موسوم به MSF به وجود آمد و تولید آب شیرین اقتصادی شد. تکنولوژی هسته‌ای فصل نوینی در استفاده از شیرین‌سازی آب دریاها را آغاز کرده است. در حال حاضر به کارگیری انرژی هسته‌ای در ژاپن و قزاقستان و نیز رژیم صهیونیستی عملی شده است.

به گزارش سایت اینترنتی worldwater.org قیمت تمام شده هر مترمکعب آب شیرین شده در جهان بین ۶/۵ سنت تا ۲/۵ دلار عنوان شده است که این رقم با پیشرفت تکنولوژی و استفاده از فرآیند اسمز معکوس برای شیرین‌سازی آب شور و لب شور در سراسر جهان کاهش یافته است که در ادامه بیشتر توضیح داده خواهد شد.

آنچه مسلم است استفاده از آب دریا برای شیرین‌سازی آب، گران‌تر از آب‌های لب شور است. از طرفی مهمترین قلم هزینه آب شیرین‌کن‌ها صرف‌نظر از هزینه سرمایه‌گذاری اولیه، بهره‌گیری از انرژی‌های فسیلی است. بانک جهانی به‌تازگی سرفصلی را به‌عنوان سرمایه‌گذاری آب شیرین‌کن‌ها گشوده است و به‌علت گسترش اجتناب‌ناپذیر فناوری آب شیرین‌کن‌ها در نقاط کم آب جهان تمایل دارد سرمایه‌گذاری لازم را سامان دهد. کویت نیز از کشورهای پیش‌تاز در زمینه تولید آب شیرین از طریق فرآیند تبخیر ناگهانی است. اولین واحد اقتصادی و صنعتی MSF در جهان چهل سال پیش در بندری نزدیک کویت ساخته شد، اولین دستگاه آب شیرین‌کن در ایران هم در پایگاه هوایی و نیروی دریایی بوشهر در سال ۱۳۴۹ به بهره‌برداری رسید. از آن هنگام تاکنون مجموعاً ۱۶۵ دستگاه آب شیرین‌کن در کشور خریداری و نصب شده است. سازندگان این دستگاه‌ها، کشورهای آلمان، انگلیس، فرانسه، ایتالیا، هند، آمریکا و رژیم صهیونیستی‌اند. جدول ۱ ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای مختلف دنیا را تبیین می‌کند.

جدول ۱. ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای مختلف دنیا

(مترمکعب در روز)

کشور	مجموعه ظرفیت
عربستان سعودی	۵۰۰۶۱۹۴
ایالات متحده آمریکا	۲۷۹۹۰۰۰
امارات متحده عربی	۲۱۳۴۲۳۳
کویت	۱۲۸۴۳۲۷
لیبی	۶۳۸۳۷۷
ژاپن	۶۳۷۹۰۰
قطر	۵۶۰۷۶۴
اسپانیا	۴۹۲۸۲۴

کشور	مجموعه ظرفیت
ایتالیا	۴۸۳۶۶۸
ایران	۴۲۳۴۲۷
عراق	۳۲۷۴۷۶
بحرین	۲۸۲۹۵۵
کره	۲۶۵۹۵۷

مأخذ: وبلاگ توسعه پایدار و جغرافیا، ۱۳۹۱.

در حال حاضر ۵۱ واحد آب‌شیرین‌کن در بوشهر، ۹۱ واحد در هرمزگان و جزایر اطراف آن، ۲۰ واحد در سیستان و بلوچستان و ۵ واحد در استان خوزستان نصب شده است. از ده سال پیش تاکنون متخصصان ایرانی موفق شده‌اند خود نصب تجهیزات آب‌شیرین‌کن را انجام دهند. ضمناً ۵ پروژه آب‌شیرین‌کن در شهرهای مختلف هرمزگان به روش‌های مختلف (MSF, VC, MED, RO) در دست اجرا هستند. این طرح، که به نام طرح ساقی کوثر معروف است ۱۳۰ هزار مترمکعب در شبانه‌روز ظرفیت تولید آب شیرین دارند. از مزایای اجرای این طرح می‌توان به ایجاد محور توسعه، کارآفرینی، اشتغالزایی، بومی‌سازی صنعت آب‌شیرین‌کن اشاره کرد.

آب شیرین شده می‌تواند به کیفیت دلخواه تولید شود. برای مصارف گوناگون از انواع آب‌های شیرین شده با درجات مختلف استفاده می‌شود. برای مثال هم‌اکنون یک دستگاه آب‌شیرین‌کن در منطقه رفسنجان نصب شده که به پسته‌کاران آبی در حد استاندارد کشت پسته تحویل می‌دهد. آب شیرین شده در چابهار که برای شرب استفاده می‌شود، کیفیتی معادل آب سد لار دارد. با این اوصاف ۱۰ آب‌شیرین‌کن بزرگ دنیا به شرح جدول ۲ است:

جدول ۲. بزرگ‌ترین مراکز آب‌شیرین‌کن دنیا

(مترمکعب در روز)

کشور	محل نصب	ظرفیت
عربستان	شعیب ۳	۸۸۰۰۰۰
عربستان	رأس الظهور	۸۸۰۰۰۰
عربستان	الجییل	۷۳۰۰۰۰
امارات	جبل علی	۶۰۰۰۰۰
کویت	الظور شمالی	۵۶۷۰۰۰
امارات	شویهات	۴۵۵۰۰۰
امارات	شویهات ۲	۴۵۴۶۰۰
آمریکا	سانفرانسیسکو	۴۵۴۲۰۰
امارات	فجیره ۲	۴۵۴۰۰۰
امارات	قید فاء	۴۰۸۶۰۰

مأخذ: همان.



۴-۲. روش‌های مختلف شیرین‌سازی آب

برای شیرین کردن آب‌شور، چندین روش پیشنهاد شده است. این روش‌ها براساس تقطیر، عبور از غشاهای، انجماد، مرطوب‌سازی و فرآیندهای شیمیایی انجام می‌شوند. روش‌هایی که برای تولید مقادیر زیاد آب برای آبیاری مناسب هستند عبارتند از: تقطیر و اسمز معکوس برای شیرین کردن آب‌هایی که مقدار بسیار زیاد نمک دارند، مثل آب دریا (کل نمک‌های محلول ۳۵۰۰۰ قسمت در میلیون یا بیشتر). اسمز معکوس و روش‌های تبخیری هر دو سیستم، عمل حذف نمک‌ها و سایر مواد جامد از آب دریا را به‌خوبی انجام می‌دهند. انتخاب سیستم حرارتی یا غشایی براساس مکان‌های مختلف و نوع کاربری و احتیاجات به‌خصوص، صورت می‌گیرد که برخی از آنها به‌شرح زیر است:

۴-۲-۱. نوع انرژی و موجودیت آن

چون انرژی عامل مهمی در اقتصاد آب‌شیرین‌کن‌هاست، لذا ارزیابی گزینه انرژی به‌طور کامل ضروری است. با توجه به هزینه کم انرژی الکتریکی، روش‌های RO (Reverse Osmosis) و بعضی اوقات روش MVC (متراکم‌سازی مکانیکی بخار آب) توصیه می‌شود. اگر مقادیر فراوان بخار با حرارت اضافی و با هزینه پایین در دسترس باشد، در آن صورت استفاده از روش‌های MSF (تبخیر ناگهانی چندمرحله‌ای) یا MED (روش تقطیر چندمرحله‌ای) در اولویت قرار می‌گیرد.

۴-۲-۲. اندازه واحد آب‌شیرین‌کن

در واحدهای با اندازه کوچک، روش‌های RO و MVC کاهش یافته و در سیستم‌های MSF, RO یا MED تغییر می‌یابد.

۴-۲-۳. کیفیت آب اولیه (خام)

در صورت کیفیت پایین آب اولیه (خام)، فرآیند تبخیری ترجیح دارد، زیرا احتیاج به فرآیند پیش‌تصفیه درباره فرآیندهای MSF, MED و MVC بسیار کمتر از سیستم RO است.

۴-۲-۴. سادگی بهره‌برداری

سیستم‌های MSF به نگهداری و تعمیرات کمتری نیاز دارند. نیازهای بهره‌برداری و نگهداری درباره سیستم‌های MED کمی بیش از سیستم MSF است. پیچیدگی سیستم RO معمولاً مربوط به احتیاجات پیش‌تصفیه است. اگرچه بهره‌برداری MVC نسبتاً ساده است، اما کمپرسورهای موجود در این سیستم به میزان نگهداری و تعمیرات زیادی نیاز دارند.

۴-۲-۵. کیفیت محصول آب تولید شده

اگرچه سیستم‌های آب‌شیرین‌کن به‌منظور دستیابی به فرآورده آب باکیفیت مطلوب و در حد نیاز طراحی می‌شوند، اغلب سیستم‌های تبخیری از فرآیند تقطیر استفاده می‌کنند که در آن محصول آب

تولید شده دارای کیفیت بالا و نیز TDS آن کمتر از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر است، درحالی‌که سیستم‌های RO برای دستیابی به یک کیفیت مشابه نیاز به دو یا چند مرحله دارند.

۴-۲-۶. مقدار آب ورودی

سیستم‌های RO و MVC نسبت به سیستم‌های MSF و MED، نیاز به مقادیر آب ورودی کمتری دارند و علت این امر عدم نیاز آنها به آب سرد است.

۴-۲-۷. هزینه سرمایه‌گذاری

هزینه‌های سرمایه‌گذاری سیستم RO کمتر از فرآیندهای تبخیری است. علاوه بر موارد یاد شده سه فناوری جدید برای کاهش ۳۰ درصدی انرژی مورد نیاز نمک‌زدایی مطرح شده است که عبارت‌اند از:

Forward Osmosis _

Carbon Nanotubes _

Biomimetics _

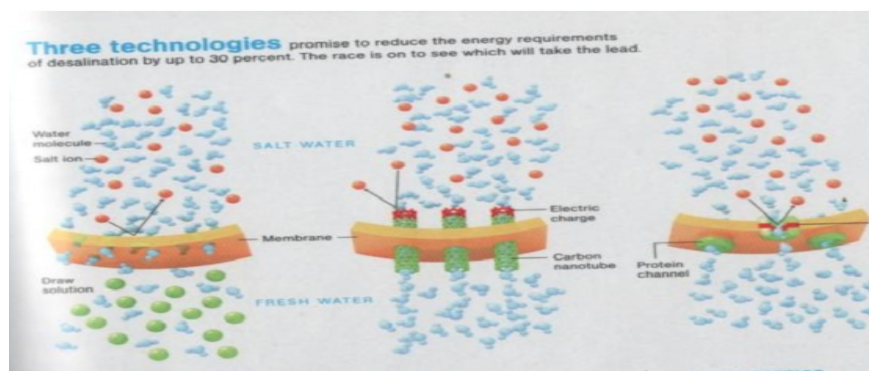
هر یک به اختصار به شرح زیر ارائه می‌شوند:

Forward osmosis: مولکول‌های آب به روش اسمز طبیعی و بدون انرژی ورودی وارد غشا شده و در این مرحله غلظت نمک کم شده و مولکول‌های نمک ویژه که در شکل ۱ به رنگ سبز نشان داده شده است از غشا عبور کرده و بعد در درجه حرارت پایین متصاعد می‌شود.

Carbon Nanotubes: یک انرژی الکتریکی در دهانه نانو لوله‌های کربنی وجود دارد که کاتیون‌های نمک را دفع می‌کند. مولکول‌های آب با اصطکاک کم تخلیه شده و فشار پمپاژ کم می‌شود.

Biomimetics: ملکول‌های آب از میان کانال‌های ساخته شده از محلول پروتئین عبور می‌کنند، بارهای مثبت در مرکز هر کانال یون‌های نمک را دفع می‌کند.

شکل ۱. فرآیند شیرین‌سازی آب شور



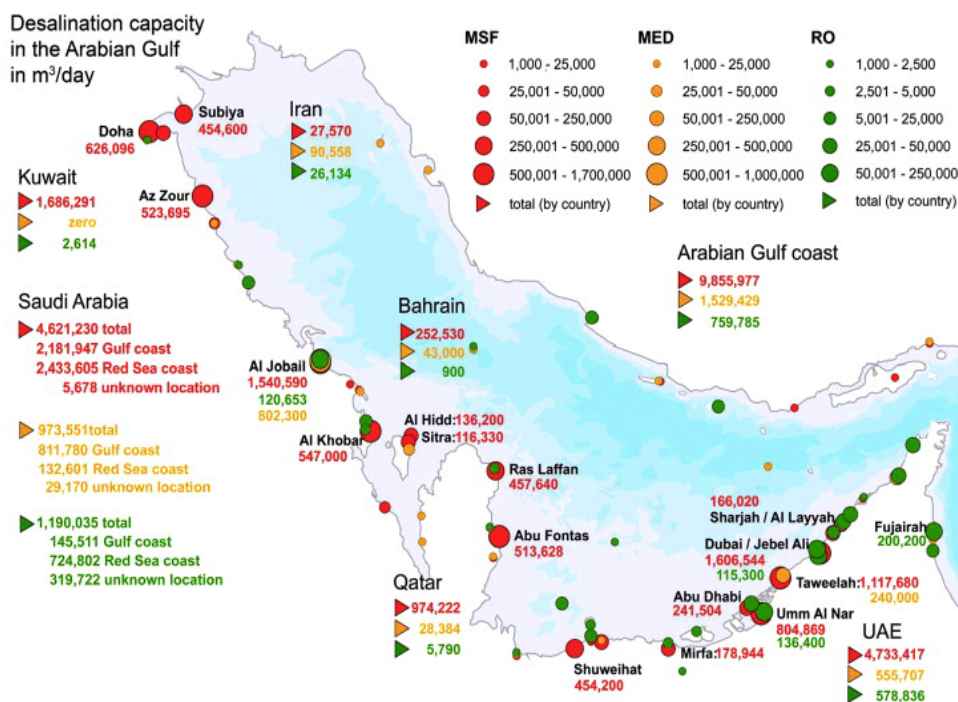


همان‌طور که گفته شد، مناطق ساحلی ایران در جنوب شامل نواحی ساحلی خلیج فارس و دریای عمان و در شمال دریای خزر (مازندران) می‌شود، لذا به جایگاه هر یک در ارتباط با صنعت شیرین‌سازی آب اشاره می‌کنیم:

۵. ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای حوزه خلیج فارس

در تقسیم‌بندی چهارگانه دریاها از نظر دمایی، خلیج فارس جزء دریا‌های معتدله گرم قرار می‌گیرد، دمای آب در خلیج فارس متأثر از شرایط سخت اقلیم بوده و در آب‌های ساحلی دمای سطحی آب بین ۱۰ تا ۳۹ درجه سانتیگراد گزارش شده است. در آب‌های دور از ساحل، دمای سطحی آب بین ۱۸ تا ۳۳ درجه سانتیگراد است. شوری آب در خلیج فارس از غرب به شرق کاهش یافته و در آب‌های سطحی بین ۳۶/۶ در هزار (در مدخل خلیج فارس) و حدود ۴۰ در هزار در شمال شرق آن متغیر است. در آب‌های سطحی محدوده شمال شرق خلیج فارس میزان شوری بین ۳۷ تا ۴۰/۲ در هزار، مقدار دما بین ۲۱ تا ۳۴/۵ درجه سانتی‌گراد، هدایت الکتریکی آب بین ۵۳ تا ۶۹/۴ (ms/cm) گزارش شده است. در کشورهای حاشیه جنوبی خلیج فارس ۷۵ درصد آب شیرین از طریق شیرین‌سازی آب دریا به دست می‌آید، هزینه تولید هر مترمکعب آب شیرین به‌طور متوسط ۰/۵ دلار است.

شکل ۲. پایگاه‌های آب شیرین‌کن در حاشیه دریای عمان و خلیج فارس (۲۰۰۹)



شکل ۲ ظرفیت شیرین‌سازی آب در خلیج فارس را به سه روش (MSF, MED, RO) برحسب مترمکعب در روز نشان می‌دهد. مقدار ظرفیت شیرین‌سازی آب در هر کشور به‌طور مجزا و به‌طور کلی در خلیج فارس با مثلث نشان داده شده است که در ایران هم پایگاه‌های آب‌شیرین‌کن به شرح جدول ۳ است.

جدول ۳. کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن فعال در ایران

سال آغاز کار	کیفیت آب (TDS)	ظرفیت (m ³ /d)	محل	شرکت
۱۹۹۸	<10ppm	۱۰۰۰	جزیره خارک	پتروشیمی خارک
۱۹۹۹	<10ppm	۱۰۰۰	جزیره سیری	نفت فلات قاره ایران
۲۰۰۰	<5ppm	۲۴۰۰	بندرعباس	برق هرمزگان
۲۰۰۲	<10ppm	۵۸۰۰	عسلویه	پتروشیمی مبین
۲۰۰۳	<10ppm	۱۲۰۰	جزیره لاوان	نفت فلات قاره ایران
۲۰۰۴	<10ppm	۱۵۰۰	میدان گازی پارس جنوبی	AGIP ENL ایران
۲۰۰۴	<10ppm	۱۲۰۰	جزیره لاوان	نفت فلات قاره ایران

مأخذ: مجله پژوهش‌های شرق میانه، ش ۱۲، ۲۰۱۲، صص ۴۲-۴۵.

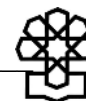
توضیح: چند واحد آب‌شیرین‌کن (MED) توسط شرکت فن نیرو فوریه ۲۰۱۲ راه‌اندازی شد.

هزینه‌های آب آشامیدنی تولید شده توسط دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن به شرح جدول ۴ است و مزایا و معایب آب‌شیرین‌کن‌های خلیج فارس هم در جدول ۵ درج شده است.

جدول ۴. تجزیه و تحلیل هزینه‌های آب آشامیدنی تولیدشده در فرآیندهای شیرین‌سازی

فرآیند شیرین‌سازی	هزینه‌های تخمینی به ازای هر متر آب قابل شرب / دلار
الکترودیالیز / فلش چندمرحله‌ای (EDMSF)	۰/۴۴
فناوری غشایی (MT)	۰/۵۳
فلش چندمرحله‌ای (MSF)	۰/۵۲
تبخیر لوله عمودی (VTE)	۰/۴۵
اسمز معکوس (RO)	۰/۴۵
تبخیر / بخار تحت فشار (VCE)	۰/۳۹
انجماد تبرید ثانویه (SRF)	۰/۳۵

مأخذ: همان.



جدول ۵. مزایا و معایب انواع کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن خلیج فارس

فرآیند نمک‌زدایی	سرمایه‌های فشرده	نرم‌افزارهای کارخانه‌ای	هزینه‌های پمپ فشار بالا	هزینه‌های عملیاتی
تقطیر فلش چندمرحله‌ای Multi	زیاد	زیاد High	کم High	زیاد
نمک‌زدایی چند اثر High	زیاد	زیاد	کم	زیاد
اوپراتور لوله عمودی High	زیاد	متوسط	متوسط	زیاد
فشرده‌سازی بخار اوپراتور Medium	زیاد	زیاد	زیاد High	متوسط
اسمز معکوس با ماژول‌های غشایی	زیاد	کم	زیاد	کم
انجماد خالص/ فشرده‌سازی بخار MediumLow	متوسط	متوسط	زیاد	کم

مأخذ: همان.

۶. نقش آب‌شیرین‌کن‌ها در تأمین آب کشورهای حاشیه خلیج فارس

۱-۶. قطر: اگرچه قطر یک کشور بیابانی است، ولی سرانه مصرف آب در این کشور در سطح بالای جهانی است. در سال ۱۹۵۳ پنج واحد آب‌شیرین‌کن در کشور قطر ساخته شد که ظرفیت کل آنها ۱۵۰۰۴۰ گالن در روز یا ۶۲۸ مترمکعب در روز است. علاوه بر این از سال ۱۹۵۹ تا به امروز دولت قطر شروع به ساخت کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن در ابوابود، ابوفانتاس، لافان کرده که ظرفیت تولیدی آنها به ۳۲۷ میلیون گالن در روز رسیده است. اخیراً مقامات قطری، برای پیشرفت برنامه‌ای به‌منظور تقویت تأمین آب، از یک قرارداد ۵۰۰ میلیون دلاری برای ساخت یک کارخانه آب‌شیرین‌کن جدید در ابوفانتاس خبر می‌دهند. تاریخ اتمام این پروژه ژوئن ۲۰۱۵ اعلام شده است. ظرفیت شیرین‌سازی این کارخانه ۳۶ میلیون گالن در روز ارزیابی شده است. به گفته مقامات این کشور انتظار می‌رود حدود ۲۰ میلیون دلار برای پروژه‌های آب آشامیدنی تا سال ۲۰۲۰ اختصاص داده شود.

۲-۶. عربستان: دولت عربستان سعودی ۶/۴ میلیارد دلار برای پروژه‌های آب و فاضلاب در سال ۲۰۱۳ اختصاص داده است. آخرین کارخانه آب‌شیرین‌کن در عربستان در شهر جبیل با ظرفیت ۱۷۸۰۰۰ مترمکعب در روز است که هزینه طراحی و ساخت این کارخانه ۳۱۰ میلیون دلار و درآمد ۱۰ سال عملکرد آن ۹۲ میلیون دلار سود ارزیابی شده است.

۳-۶. کویت: در کویت منابع آب شیرین به آب‌های زیرزمینی، شیرین‌سازی آب دریا و پساب‌ها مربوط است. در سال ۲۰۰۰ کل منابع آب شیرین در دسترس در کویت ۶ میلیون مترمکعب در سال بوده درحالی‌که تقاضای آب بالاتر از ۳۵۰ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است. در حال حاضر تقریباً ۹۰ درصد از تقاضای آب این کشور از طریق کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن تأمین می‌شود. در حال حاضر ظرفیت آب‌شیرین‌کن‌ها در این کشور ۱/۶۵ میلیون مترمکعب در روز است.

۴-۶. امارات متحده عربی: بزرگ‌ترین کارخانه شیرین‌سازی آب در امارات متحده عربی در دبی در

منطقه جبل علی افتتاح شده است. به گفته سعید محمد آل تاپیر مدیرعامل شرکت DEWA&MD این کارخانه در حال حاضر قادر به تولید ۱۴۰ میلیون گالن در روز آب شیرین و ۲۰۶۰ مگاوات برق است. در حال حاضر این کشور قادر به تولید ۶۴۶/۹ مگاوات برق و ۴۷۰ میلیون گالن آب شیرین در روز است.

۵-۶. بحرین: آخرین کارخانه آب شیرین کن در بحرین در سال ۲۰۱۰ تست و در سال ۲۰۱۱ افتتاح شد. فاز اول این پروژه شامل نصب و راه‌اندازی توربین بخار و کارخانه شیرین‌سازی به روش اسمز معکوس بوده است که هزینه ساخت و ساز فاز اول این پروژه ۲/۱ میلیارد دلار بوده است. این کارخانه شامل ۲ توربین گاز هر یک به ظرفیت ۲۰۰ مگاوات، ۲ توربین بخار به ظرفیت تولید ۲۶۸ مگاوات، کارخانه آب شیرین کن به روش اسمز معکوس به ظرفیت ۴۸ میلیون گالن در روز است. طبق آمار در سال ۲۰۰۹ میلادی ظرفیت شیرین‌سازی آب در بحرین ۱۴۳ میلیون گالن در روز بوده است. با این حال ساکنان بحرین به آثار زیست‌محیطی این صنعت اعتراض دارند.

۷. بررسی اقتصادی

عوامل فراوانی بر اقتصادی بودن یک واحد نمک‌زدایی برای استحصال آب شیرین مؤثرند؛ مانند ظرفیت و سهولت دسترسی، کیفیت آب ورودی، موقعیت، نوع مصرف آب (گیاه، حیوان یا انسان)، نیروی کار، انرژی، سرمایه و تمرکز مصرف‌کنندگان. در حال حاضر واحدهای نمک‌زدایی فشار، دما و میزان شوری را برای بهینه ساختن بازده استخراج آب کنترل می‌کنند. نمک‌زدایی با انرژی هسته‌ای می‌تواند (ممکن است) در مقیاس‌های بزرگ اقتصادی باشد. کارشناسان به هزینه‌های بالای نمک‌زدایی اشاره دارند. به‌خصوص به خاطر گستردگی کشورها، غیرعملی بودن هزینه‌های انتقال آب توسط لوله‌کشی که باید مقادیر عظیمی از آب نمک‌زدایی شده را درون کشورهای بزرگ انتقال دهند، همچنین فرآورده فرعی تغلیظ آب دریا که به ادعای محیط‌بانان محیط زیست یکی از مهمترین علل آلودگی دریا هنگام برگرداندنشان به اقیانوس در دمای بالاست. روش اسمز معکوس از این جهت بر سایر روش‌ها ارجحیت دارد. زیرا پساب آن گرم نیست. درجایی که هیچ‌گونه نزولات ارزشمندی وجود ندارد و نزدیک به اقیانوس است، نمک‌زدایی می‌تواند یک راه‌حل مناسب برای کاهش فشار کمبود آب در این نواحی باشد، اما برای نواحی دور از ساحل همچون مناطق داخلی قاره‌ها یا سرزمین‌های بلند، نمک‌زدایی از آب راه‌حل مناسبی نیست. البته این نواحی با بزرگ‌ترین مشکلات کمبود آب مواجهند، ولی در چنین مناطقی گاهی لازم است آب را تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر یا به طول ۱۶۰۰ کیلومتر از سواحل انتقال دهیم و چنین امری باعث برابری هزینه انتقال آب با شیرین کردن آن همراه می‌شود؛ بنابراین در چنین مواردی انتقال آب شیرین از منابع طبیعی اقتصادی‌تر از شیرین کردن آب است. برای مثال در نواحی



دور از دریا مانند دهلی نو یا در مکان‌های مرتفع مانند مکزیکوسیتی هزینه بالای انتقال آب به هزینه گزاف نمک‌زدایی افزوده می‌شود. در بعضی نواحی مانند ریاض و حراره در عربستان که هم تا حدی از دریا دورند و هم در نواحی مرتفع قرار دارند مشکل دوچندان می‌شود.

در نواحی نزدیک دریا مانند پکن، بانکوک، زاراگوزا، فونیکس و یک شهر ساحلی نظیر تریپولی هزینه انتقال حذف می‌شود و فقط هزینه شیرین‌سازی باقی می‌ماند، ولی در منطقه جبیل در عربستان سعودی آب پس از نمک‌زدایی دویست مایل (۳۲۰ کیلومتر) پمپ می‌شود تا به ریاض پایتخت عربستان برسد. برای شهرهای ساحلی، به تدریج نمک‌زدایی به یک منبع لایزال تأمین آب تبدیل می‌شود.

در حال حاضر، رژیم صهیونیستی آب را با هزینه‌ای معادل ۰/۵۳ دلار آمریکا برای هر مترمکعب شیرین می‌کند. این مبلغ در سنگاپور معادل ۰/۴۳ دلار است. در بسیاری از کشورهای پیشرفته هزینه شیرین‌سازی با هزینه تأمین و انتقال آب از سایر منابع متعارف مقایسه می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند در سیدنی هزینه شیرین کردن آب شور از جمع‌آوری آب باران و ایجاد زیرساخت‌های گسترده آن ارزان‌تر تمام می‌شود. در بندر پرت استرالیا از سال ۲۰۰۶ تولید آب شیرین با استفاده از روش اسمز معکوس با موفقیت انجام شده است.

هزینه یک عامل اصلی در انتخاب روش شیرین‌سازی است. هزینه‌های آب شیرین‌کن در چند دهه گذشته به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته‌اند. مطالعات و تجزیه تحلیل‌های اخیر نشان می‌دهند که هزینه هر مترمکعب شیرین‌سازی آب دریا، براساس کیفیت آب خلیج فارس (یک TDS از ۴۵۰۰۰ pm) در کشورهای شورای همکاری خلیج فارس (بحرین، کویت، امارات متحده عربی، عمان، قطر، عربستان سعودی) از ۱/۰۶ به ۰/۸۶ دلار آمریکا کاهش (بهبود) یافته است (جدول ۶).

جدول ۶. هزینه‌های تأمین آب شیرین بر حسب مترمکعب

هزینه به دلار آمریکا / مترمکعب ۴۵٪ بهبود	هزینه به دلار آمریکا / مترمکعب ۲۵٪ بهبود	اقلام هزینه
0/29	0/35	هزینه‌های سرمایه‌ای
0/048	0/048	کارکنان
0/08	0/10	مواد شیمیایی
0/33	0/43	انرژی
0/11	0/138	نگهداری
0/86	1/06	جمع

مأخذ: کنفرانس بین‌المللی منابع آب و محیط زیست، ۲۰۰۶.

یک راه برای کاهش هزینه‌های آب شیرین‌کن، بهبود فناوری آب شیرین‌کن‌ها و افزایش نسبت عملکرد (نسبت آب تازه به انرژی مصرف شده) است. طیف گسترده‌ای از هزینه‌های تولید آب شیرین به

اندازه و ظرفیت کارخانه و قیمت انرژی بستگی دارد. معمولاً هزینه با افزایش ظرفیت کارخانه کاهش می‌یابد. هزینه‌های گزارش شده توسط کشورهای شورای همکاری خلیج فارس معمولاً کمتر از کشورهای دیگر در سایر نقاط جهان است. برای مثال هزینه تولید هر مترمکعب آب شیرین در عربستان سعودی از ۲/۲۰ دلار تا ۰/۴۸ دلار، در امارات متحده عربی از ۱/۴۵ دلار تا ۱ دلار، در قطر ۱/۶۴ دلار تا ۱/۱۴ دلار و در بحرین ۰/۵۶ دلار است. در بیش از ۱۵ سال گذشته پیشرفت‌های عمده‌ای در برخی فناوری‌های آب‌شیرین‌کن صورت گرفته که نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها داشته است.

۸. تأثیرات زیست‌محیطی

یکی از ملاحظات مهم در مورد آب‌شیرین‌کن‌ها نحوه تأمین آب شور ورودی واحد نمک‌زدایی به‌ویژه در مواردی که آب‌شیرین‌کن با یک نیروگاه ترکیب شده است. علیرغم این که نحوه تأمین آب شور ورودی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر زندگی موجودات دریایی دارد، ولی در بسیاری از واحدهای نمک‌زدایی این موضوع مورد غفلت واقع شده است. تخمین زده می‌شود که ۹۰ درصد جانوران دریایی موجود در آب ورودی، اعم از پلانکتون‌ها، تخم و لارو ماهی‌ها، در حین فرآیند شیرین‌سازی از بین می‌روند. برای حل این مشکل یک راه وجود دارد و آن هم تأمین آب مورد نیاز از طریق چاه‌های ساحلی است که فاقد جانوران دریایی‌اند. ولی این راه‌حل با افزایش هزینه ناشی از پمپاژ آب از چاه همراه است. مسئله زیست‌محیطی دیگری که در مورد آب‌شیرین‌کن‌ها مطرح است مسئله نشر گازهای گلخانه‌ای است.

در همه واحدهای نمک‌زدایی صرفنظر از اینکه از چه فناوری برای شیرین‌سازی استفاده می‌شود، مسئله پساب شور خروجی مسئله دیگر زیست‌محیطی است. این ماده غلیظ براساس تقسیم‌بندی آژانس حفاظت محیط‌زیست ایالات متحده آمریکا به‌عنوان یک پساب صنعتی شناخته می‌شود. در نواحی ساحلی می‌توان بدون اینکه نگران تغییر در غلظت نمک اقیانوس‌ها بود این پساب را به دریا بازگرداند. ولی در مورد روش اسمز معکوس به‌علت اینکه غلظت پساب دو برابر آب دریاست ممکن است باعث تغییر در غلظت نمک دریاها شود و به‌خصوص در مورد گونه‌هایی که در اعماق اقیانوس‌ها زندگی می‌کنند این تغییرات باعث تهدید حیات آنها شود. در حال حاضر مشکل اصلی در نواحی سرزمینی است که دفع پساب شور باعث وارد آمدن آسیب جدی به محیط زیست به‌ویژه سفره‌های آب‌های زیرزمینی، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شود و از سوی دیگر دفع صحیح این پساب باعث افزایش هزینه‌های شیرین‌سازی می‌شود.

برای به حداقل رساندن آثار زیانبار زیست‌محیطی بازگرداندن پساب شور به دریاها آن را با جریان‌های دیگر آب، مثلاً پساب نیروگاه‌ها و غیره رقیق می‌کنند. اگر نیروگاه متوسط یا بزرگ باشد و واحد نمک‌زدایی کوچک باشد، حجم آب واحد خنک‌کننده نیروگاه چند برابر پساب شور خواهد بود و



به راحتی می توان آن را رقیق کرد. روش دیگر برای به حداقل رساندن آسیب های زیست محیطی پساب شور رها کردن آن در سطح وسیعی از دریاست به این ترتیب که پساب به چند بخش تقسیم شده و در قسمت های مختلف دریا رها می شوند.

پساب شور می تواند در بعضی از نواحی آسیب های جدی به محیط زیست وارد کند، برای مثال در مناطقی که میزان شفافیت پایین و سرعت تبخیر بالاست. خلیج فارس، دریای احمر، لاگون ها و جزایر مرجانی و سایر جزایر گرمسیری مثال هایی از این مناطق اند. به علت اینکه پساب شور چگالی اش بالاتر از آب دریاست، اکوسیستم بستر دریاها در معرض خطر بیشتری نسبت به سایر مناطق قرار دارد. دقت در رهاسازی این پساب می تواند آسیب ها را به حداقل برساند.

۹. نمک زدایی در مقایسه با سایر منابع تأمین آب

نمک زدایی از آب های شور در مقایسه با استفاده مجدد از فاضلاب برای تأمین آب نوشیدنی دارای مزیت نسبی است، هرچند که استفاده مجدد از فاضلاب به منظور مصارف صنعتی و کشاورزی کم هزینه تر است.

۱۰. فناوری های جدید و پیشرفت های دیگر

بسیاری از فناوری های نمک زدایی جدید آزمایش و تحقیق شده اند که بعضی از آنها هنوز در مرحله محاسبات کاغذی اند. در حالی که برخی دیگر در مرحله جذب سرمایه مورد نیاز تحقیق قرار دارند. برای مثال، برای تعادل بخشیدن به مصرف انرژی مورد نیاز نمک زدایی، دولت آمریکا در حال فعالیت به منظور گسترش نمک زدایی خورشیدی به صورت کاربردی است.

در حال حاضر یکی از مثال های مؤثر و جدید برای تحقیقات در نمک زدایی، تمرکز بر بیشتر کردن راندمان انرژی و کاهش هزینه هاست. فرآیند پاسارل (Passarell Process) در این کار ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

یکی دیگر از فناوری ها، استفاده از انرژی زمین گرمایی است. یک کنسرسیوم بین المللی به نام SDSUCITI در این زمینه کار کرده است. در بسیاری از مناطق، از نقطه نظر اقتصادی و زیست محیطی نمک زدایی با استفاده از انرژی زمین گرمایی با صرفه تر از نمک زدایی با استفاده از سوخت های فسیلی یا استفاده از آب های سطحی و زیرزمینی در معرض تهدید است. تحقیقات اخیر نشان داده که غشاهای نانو لوله ای به شدت در تصفیه آب مؤثرند و می توانند یک فناوری نمک زدایی حیاتی را به وجود آورند که انرژی بسیار کمتری از انرژی اسمز معکوس نیاز دارند.

در ۲۳ ژوئن ۲۰۰۸ واحد فناوری‌های آب زمینس گزارش داده که یک فناوری جدید نمک‌زدایی را توسعه داده است که نمک‌زدایی یک مترمکعب آب را تنها با انرژی ۱/۵ کیلووات ساعت انجام می‌دهد و این نصف میزان انرژی است که بقیه فناوری‌ها استفاده می‌کنند. در حال حاضر در سراسر جهان پذیرفته شده است که راه‌حل مقرون‌به‌صرفه و بلندمدت برای آب آشامیدنی شیرین کردن آب دریا از طریق فرآیند اسمز معکوس است.

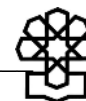
۱۱. ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای حوزه دریای خزر

دریاچه خزر محیط آبی لب‌شور است که حجم قابل توجهی آب شیرین از حوزه آبریز خود دریافت می‌کند. میانگین شوری آب دریای خزر ۱۲/۸۵ppt است. این مقدار حدود یک‌سوم املاح موجود در اقیانوس‌هاست. میزان شوری یا مقدار املاح محلول آب در بخش‌های مختلف دریای خزر، متفاوت است. به‌طوری‌که در بخش جنوبی دریا، شوری بیشتر از بخش‌های میانی و شمالی است. خزر شمالی ۱۰ ppt، خزر میانی ۱۲/۷ppt و خزر جنوبی ۱۳ppt نمک دارد.

به‌طور کلی سطح شوری آب در بخش‌های شمالی و جنوبی دریای خزر بین ۱۲/۸۲ درصد تا ۱۲/۸۶ درصد متفاوت است، اما در شبه‌جزیره آبشرون کشور آذربایجان متوسط سالیانه شوری ۱۲/۶ درصد است. در حال حاضر تقاضا برای آب آشامیدنی به‌دلیل نرخ رشد بالای جمعیت در آذربایجان در حال افزایش است. برای تثبیت آب آشامیدنی برای مردم و آب آبیاری برای کشاورزی لازم است که آب دریای خزر شیرین شود. دانشمندان آذربایجان در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۵ نتایج علمی برای روش‌های شیرین‌سازی آب دریا معرفی کردند. برای این منظور سه نیروگاه انرژی خورشیدی در چندین فرآیند تکنولوژیک ساخته و تست شدند که منابع آن مثبت ارزیابی شده است.

طبق مطالعاتی که در آذربایجان انجام گرفته اعلام شده که اگر شرکتی حدود ۵۰۰۰۰۰ دلار در پروژه شیرین‌سازی آب با استفاده از انرژی‌های خورشیدی سرمایه‌گذاری کند پس از ۱۰ سال به مبلغ ۵۰۰۰۰۰ دلار سرمایه اولیه خود به‌علاوه ۴۲۳۵۱۷ دلار به‌عنوان سود دست خواهد یافت.

در کشور ارمنستان هم با توجه به گزارش بانک جهانی که در سال ۲۰۱۰ منتشر شد، میزان برداشت آب شیرین سالیانه صنعت ۴/۴۲ درصد در سال ۲۰۰۹ بوده است. این برداشت‌ها شامل برداشت آب شیرین از حوضچه‌های ذخیره‌سازی آب، تلفات تبخیری، کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن، استخراج از سفره‌های آب غیرقابل تجدید و شیرین‌سازی آب‌های لب‌شور می‌شود (جدول ۸).

**جدول ۷. درصد استحصال آب شیرین در کشور ارمنستان**

میزان	نوع برداشت آب
۶۵/۸	برداشت‌های آب شیرین سالیانه، کشاورزی (درصد از کل برداشت آب شیرین) در ارمنستان
۲۹/۸	برداشت سالیانه آب شیرین، داخلی (درصد از کل برداشت آب شیرین) در ارمنستان
۴/۴	برداشت آب شیرین سالیانه، صنعت (درصد از کل برداشت آب شیرین) در ارمنستان
۲/۸	برداشت آب شیرین سالیانه، کل (میلیارد متر مکعب) در ارمنستان
۳۶/۴	برداشت آب شیرین سالیانه، کل (درصد از منابع داخلی) در ارمنستان
۶/۹	منابع آب تجدید شونده آب شیرین داخلی، کل (میلیارد متر مکعب) در ارمنستان
۲۲۳/۱۲	منابع آب تجدید شونده داخلی سرانه (مترمکعب) در ارمنستان

مأخذ: شاخص بانک جهانی، ارمنستان www.TRADINGECONOMICS.com

در کشور ترکمنستان در استان بالکان (منطقه غرب کشور) که در سواحل دریای خزر واقع شده و به دلیل منطقه نفت‌خیز از نظر استراتژیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است بزرگ‌ترین پالایشگاه نفت در قلمرو این استان واقع شده است و از لحاظ رفت‌وآمد توریست‌ها اهمیت دارد. استفاده از ذخایر آب زیرزمینی این کشور در حدود ۳/۵ میلیون مترمکعب در روز است. در سال ۲۰۱۲ رئیس‌جمهوری این کشور اشاره کرد که تأمین آب آشامیدنی ترکمنستان و مخصوصاً استان بالکان یکی از اهداف دولت است. در بهار سال ۲۰۱۲ رئیس‌جمهوری ترکمنستان دستور داد برای ساخت‌وساز آب‌شیرین‌کن‌ها در سواحل دریای خزر یک کمیسیون دولتی تشکیل شود. در حال حاضر دانشمندان در حال کار روی شیرین‌سازی آب دریای خزر و استفاده از آن در اقتصادند.

به‌منظور بهبود عرضه آب آشامیدنی شرکت دولتی ترکمن نفت برای ساخت یک کارخانه آب‌شیرین‌کن به روش اسمز معکوس پروژه‌ای را آغاز کرده است. این کارخانه آب‌شیرین‌کن در شهر اکرم واقع شده که دارای ظرفیت خالص ۵۰۰۰ مترمکعب در روز برای تأمین آب آشامیدنی حدود ۲۰۰۰۰ نفر جمعیت در مساحت تقریباً ۳۰۰۰ کیلومترمربع است. تجهیزات این کارخانه عمدتاً در آلمان تولید شده و در سایت این کارخانه مونتاژ می‌شود. علاوه بر این ترکمنستان کارخانه دیگری راه‌اندازی کرده است که به روش تقطیر چندمرحله‌ای آب را شیرین می‌کند و ظرفیت آن ۳۰۰۰ مترمکعب در روز است. در حال حاضر کشور ترکمنستان سه تصفیه‌خانه آب شیرین برای نمک‌زدایی آب دریای خزر دارد و روزانه ۳۵ هزار مترمکعب آب از دریا برداشت می‌کند.

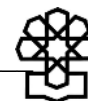
در پایان بحث شیرین‌سازی آب دریا باید گفت که قبل از آنکه نمک‌زدایی بتواند به‌عنوان روش کارآمد در حل بحران کنونی آب معرفی شود، متخصصان و صاحب‌منصبان باید تعهد کنند که بر مشکلات و موانعی که این روش را هزینه‌بر و ناکارآمد می‌کنند غلبه یابند. ساخت کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن کم‌هزینه‌تر درگرو توسعه تکنولوژی ساخت غشاهای کارآمدتر است. اگر قرار است این کارخانه‌ها نیاز رو به رشد جامعه جهانی را که خصوصاً در مناطق در حال توسعه روزبه‌روز بیشتر با مسئله کم‌آبی مواجه می‌شوند، مرتفع سازند باید هزینه کمتری را چه در مرحله ساخت و چه در طول

زمان بهره‌برداری به همراه داشته باشند. یک‌راه انجام این کار استاندارد کردن تمامی بخش‌های کارخانه و حتی روش‌هایی است که بر مبنای آنها فرآیند شیرین کردن آب‌شور دریاها صورت می‌پذیرد. در این جهت ساخت کارخانه‌های کوچک‌تر و کارآمدتر در دستور کار قرار دارد تا امکان تهیه آب شیرین اقتصادی برای مناطق کم‌جمعیت یا گروه‌های کاری کوچک در منطق دورافتاده فراهم شود.

۱۲. انتقال آب دریای خزر به نجد ایران

از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین طرح‌ها در زمینه شیرین‌سازی و انتقال آب، طرح انتقال آب دریای خزر به کویر مرکزی و خلیج فارس است. ابتدا این طرح را آقای هومن فرزاد در سال ۱۳۴۵ مطرح کرد. سپس در زمان ریاست‌جمهوری حجت‌الاسلام هاشمی رفسنجانی مطالعات امکان‌پذیری آن انجام شد. مطالعات طرح به جهاد کشاورزی سپرده شد که پژوهش آن را مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری انجام داد. حدود ۵۰ نفر متخصص اقلیم‌شناسی، جغرافیا، بیابان‌شناس و متخصص هیدرولیک طرح را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که انتقال آب‌شور به حوضچه‌های مرکزی نمی‌تواند موجب تغییر اقلیم شود. یعنی سرسبزی که در شمال به واسطه دریای خزر اتفاق می‌افتد در جنوب با این تغییر امکان ندارد؛ بنابراین طرح مذکور موفقیت‌آمیز ارزیابی نشد. البته در بررسی‌ها متخصصان اعلام کردند که یکی دیگر از مضرات این طرح بحث شور شدن آب‌های زیرزمینی است. چون در برخی از مناطق جنوبی از سفره زیرزمینی استفاده می‌کنند و این بسیار آسیب‌زا است. لذا طرح به شکل دیگری مطرح شد و چون کشورهای تازه استقلال‌یافته بازار خوبی برای انتقال کالا بودند ایران تصمیم گرفت آبراهی بسازد که جنوب و شمال به هم متصل شود تا این کشورها کالای خود را به‌جای مناطق شمالی از این طریق منتقل کنند. دوباره کارگروهی برای این موضوع در جهاد کشاورزی تشکیل شد که مطالعات زمین‌شناسی، هیدرولیک و جنبه اقتصادی آن را بررسی کنند شکل ۳.

البته شیرین کردن آب دریای خزر کم‌هزینه‌تر از عمان است و برای همین انتقال آن مقرون به صرفه‌تر از طرح انتقال دریای عمان است. دریای عمان به لحاظ ارتفاع و شوری پرهزینه‌تر است.



شکل ۳. طرح انتقال آب دریای خزر به کویر مرکزی و خلیج فارس



۱۲-۱. جنبه حقوقی طرح

در اسناد حقوق بین‌الملل به صورت خاص به انتقال آب اشاره نشده است و مطابق حقوق دریایی ژنو هم محدودیتی وجود ندارد. نمونه بین‌المللی آن انتقال دریای سرخ به دریای مرده بود که از طریق یک کانال انجام و قرار بود توسط اردن و فلسطین اجرا شود.

۱۲-۲. امکان‌سنجی اجرای طرح

مطابق بررسی‌های به عمل آمده، آب باید از دریای عمان چند متر بالا بیاید و از کوه‌های زاگرس بگذرد که از نظر فنی برای کشتیرانی این موضوع امکان‌پذیر است و در بسیاری از کشورها مثل روسیه در رودخانه ولگا هم انجام شده البته به این وسعت در هیچ کشوری نیست. اما بحث اقتصادی و هزینه‌های طرح هم مهم است. همچنین موضوع بعدی بحث امنیتی است. چون این آبراه کشور را به دو بخش تقسیم می‌کند؛ بنابراین جمع‌بندی این بوده است که اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد. لذا تنها از این مطالعات ۱۰ جلد گزارش تهیه شد که در تمام زمینه‌ها این طرح را بررسی کرده است؛ اما چون سال آخر ریاست جمهوری آقای رفسنجانی بود تصمیمی گرفته نشد.

نهایتاً در دولت نهم این طرح به عنوان یک ایده مطرح شد و وزارت نیرو طرح را شامل سه مسیر معرفی کرد که طی آن ابتدا آب در سواحل دریای خزر شیرین شده و سپس به مناطق مرکزی ایران انتقال داده می‌شود.

۱۳. سیمای کلی طرح شیرین‌سازی و انتقال آب دریا به مناطق داخلی ایران

وزارت نیرو طرح را شامل سه مسیر معرفی می‌کند:

مسیر الف: از ساری آغاز شده و با گذر از سمنان، قم و کاشان به اصفهان خواهد رسید.

مسیر ب: از خلیج گرگان یک شاخه به سبزوار و یک شاخه به بیرجند و دیگری به یزد.

مسیر ج: مسیر جنوبی، از خلیج فارس است که از غرب بندرعباس به گل گهر می‌رسد.

به گفته معاون وزیر نیروی وقت، ۵۰۰ میلیون مترمکعب آب در سال از دریای خزر از طریق این طرح منتقل می‌شود. براساس طرح‌های اولیه این پروژه با احداث کارخانه آب‌شیرین‌کن با ظرفیت حدود ۲۰۰ میلیون مترمکعب در سال به همراه سازه‌های دریایی برای استحصال آب از دریای خزر که به‌وسیله خطوط لوله اجرا خواهد شد. روش کار این پروژه با شیرین‌سازی در لب دریا و انتقال به مناطق مورد نظر اعلام شده است. همچنین قیمت تمام شده آب این پروژه از سوی معاون وزیر نیروی وقت بین ۱۵ هزار تا ۲۵ هزار ریال در هر مترمکعب اعلام شد. همین‌طور وزیر نیرو در فروردین‌ماه ۱۳۹۱ برآورد هزینه این طرح را ۲ هزار میلیارد تومان اعلام کرد.

از اهداف این طرح تأمین آب شرب و صنعت، توسعه صنایع و معادن موجود، رشد اشتغال در نواحی هدف، رشد و توسعه شهرهای حاشیه کویر، توسعه کشاورزی صنعتی با افزایش پساب حاصل از طرح و تعادل بخشی سفره‌های آب زیرزمینی اعلام شده است. همین‌طور قرارگاه خاتم‌الانبیاء پیمانکار این طرح معرفی شده است.

چند مورد در این پروژه در بخش توجیه‌پذیری قابل ذکر است:

الف) طرح به لحاظ ابعاد، نیاز به بهینه‌سازی دارد و موقعیت مصارف و نحوه آن باید به‌دقت مورد انتخاب قرار گیرد.

ب) استفاده از این طرح در مقیاس با طرح‌های سدسازی دارای مزایا و معایبی نسبی است. درحالی‌که در بعضی از نقاط تعداد زیاد طرح‌های سدسازی باعث اثرگذاری منفی شده این طرح مثبت است ولی این طرح نیز از دیدگاه توسعه‌ای باید با مطالعات دقیق پیش برود.

۱۴. آثار زیست‌محیطی طرح

پیامدهای زیست‌محیطی این طرح می‌تواند به شرح زیر باشد:

۱. غلظت خروجی آب‌شیرین‌کن‌ها ۵۰ گرم بر لیتر یعنی بیش از ۴ برابر شوری معمولی خزر است که با توجه به حساسیت منطقه دریایی طرح و وجود گونه‌های بومی (۲۴ درصد گونه‌های موجود در محدوده طرح)، این طرح می‌تواند خطراتی برای جانوران دریایی خزر داشته باشد. وجود گونه‌های متعدد



فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در منطقه که حلقه اول زنجیره غذایی‌اند که در نهایت به فک خزری به‌عنوان گونه‌ای در معرض خطر انقراض می‌رسد، موجب انقراض سریع این جانور دریایی می‌شود.

۲. طبق نقشه اعلام شده از سوی مسئولان وزارت نیرو، خطوط انتقال آب از دریای خزر به کویر مرکزی از مناطق جنگلی شمال باید عبور کند تا به سمنان برسد. مناطق جنگلی که دارای جنگل‌های ارزشمند هیرکانی‌اند و ارزش بسیار زیادی دارند و تخریب آنها می‌تواند صدمات زیادی را به دنبال داشته باشد.

۳. باتوجه به جهات ذکر شده فوق و نامه‌های معاونت‌های دریایی، طبیعی و اداره کل حفاظت محیط زیست مازندران و نواقص اطلاعاتی موجود اجرای پروژه در این شرایط و با این ابهامات قطعاً حاصلی غیر از اتلاف منافع ملی، تخریب محیط زیست و از بین بردن منطقه میانکاله به‌عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره که مورد توجه و حمایت سازمان‌های بین‌المللی نیز می‌شود حاصل دیگری نخواهد داشت.

۱۵. مواضع کشورهای حاشیه خزر در مقابل طرح انتقال آب

بعد از شروع عملیات اجرایی طرح انتقال آب خزر به بخش مرکزی کشور، چهار همسایه ایران در شمال که سهم مشترک از دریای خزر با ایران دارند دو موضع کاملاً متفاوت در مقابل این طرح گرفته‌اند. کارشناسان روسی و قزاقستانی از طرح ایران برای انتقال و شیرین‌سازی آب دریای خزر به‌شدت ابراز نگرانی کرده‌اند، ولی آذربایجان و ترکمنستان مشکلی با اجرای طرح نداشته‌اند.

- تناقضات متعدد در سایت‌ها، سخنرانی‌ها، گزارش‌های رسمی دستگاه‌های متولی و مسئولان رسمی پروژه نشان می‌دهد که وارد شدن به این طرح مستلزم داشتن اطلاعات کامل است و اجرای پروژه‌هایی از این دست باید با حاشیه اطمینان مناسب صورت پذیرد.

۱۶. استفاده از آب شور طرح

کشاورزی با آب دریا به مفهوم پرورش محصولات مقاوم در برابر نمک (املاح) زمین با استفاده از آب پمپ شده از دریا برای آبیاری است و تأثیری عمیق در محیط زیست دارد.

تقاضا برای مواد غذایی در جهان رو به افزایش بوده و انتظار می‌رود در دهه‌های آتی این امر به یک محدودیت جدی مبدل شود. در حال حاضر کشت آبی یک محور عمده تولید محصول شده و حداقل یک‌سوم تولید در سطح جهان و خیلی بیش از این رقم در کشورهای خشکی مانند مصر و پاکستان از این طریق فراهم می‌شود. در این ارتباط انتظار می‌رود وابستگی کنونی و آتی به امر آبیاری به‌خصوص در

مناطق خاور نزدیک و خاورمیانه افزایش یابد، اما آهنگ رشد در زمینه توسعه آبیاری در یکی دو دهه گذشته به نحو تأسف‌باری کند بوده و نرخ رشد کنونی به‌خصوص در مناطق فوق‌الذکر پاسخگوی گسترش نیازهای غذایی نیست. به موازات این امر اراضی آبی توسعه یافته کنونی و منابع آبی مربوطه به‌دلیل فعالیت‌های آبیاری و زهکشی و ایجاد شوری ثانویه به‌صورت گسترده‌ای در حال تخریب و قلیایی شدن بوده و تنزل شدید یافته‌اند. جدی بودن این امر درگرو درک کامل مسئولین رده بالا و مدیران کشاورزی و منابع آب سازمان‌های مختلف جهانی است و لازم است سیاست‌های مناسب و برنامه‌های مؤثر برای پرداختن به این موضوع جدی تدوین و اجرا شود. استفاده از آب‌های شور زهکشی و استفاده از آب دریا در جهت کمک به تولید مواد غذایی و منابع آبی در آینده ضرورت دارد.

در استفاده از آب دریا برای آبیاری از دو روش می‌توان استفاده کرد:

الف) روش استفاده متناوب از آب‌های شور و غیرشور (کاربرد هر آب به‌طور جداگانه و تناوبی با مقدار و تناوب برنامه‌ریزی شده)

ب) استفاده از آب‌های شور و غیرشور اختلاط یافته (کاربرد مخلوط آب‌های شور و غیرشور با نسبت معین اختلاط).

آب‌های شور، بسته به میزان شوری آن برای مصارف آبیاری گیاهان زراعی رایج متحمل به شوری (مانند پنبه و جو)، آبیاری درختان باغی و مثمر متحمل به شوری (مانند خرما، پسته و هوهوبا)، تولید آبی گیاهان شورزی برای تأمین علوفه، دانه‌های روغنی و چوب، دامپروری (آب شرب دام و طیور) و آبی‌پروری کاربرد دارند. از موارد مهم آب‌های بسیار شور، آبیاری گیاهان شورزی در زمین‌های شور است. در سه حالت از گیاهان شورزی و متحمل به شوری می‌توان بهره‌برداری کرد:

الف) مزارعی که در اثر مدیریت نامناسب آبیاری مبتلا به شوری و عدم امکان استمرار کشت اقتصادی گیاهان زراعی رایج شده‌اند.

ب) آن دسته از زمین‌هایی که روی سفره‌های آب زیرزمینی شور قرار دارند.

ج) اراضی ساحلی.

نوار ساحلی همجوار با دریای خزر، دریای عمان و خلیج فارس از نظر فراوانی منابع آب‌شور و نزدیکی به آن توانمندی‌های زیادی برای پروژه‌های شورورزی دارند. استان گلستان به‌دلیل وفور بسیار مطلوب گیاهان شورزی از قابلیت‌های زیادی برخوردار است. آب دریا و زه آب‌های شور حاصل از زمین‌های کشاورزی منبع مهمی از آب آبیاری در شورورزی هستند. استان خوزستان در این زمینه به‌دلیل وفور حجم زیادی از زهاب‌های مجتمع‌های نیشکر و صنایع جانبی در استان و همچنین غنای مطلوب جمعیت گیاهان شورزی، از توانایی زیادی برخوردار است. در مناطقی که منابع آب‌های شور سطحی و زیرزمینی به میزان کافی و استحصال اقتصادی فراهم باشد، قابلیت اجرای انواع طرح‌های شورورزی، حتی آبی‌پروری وجود دارد (جدول ۸).



جدول ۸. طرح‌های قابل اجرای شورورزی در مناطق مختلف کشور

مناطق مناسب برای اجرا	فرآورده یا فعالیت‌های جانبی	فعالیت اقتصادی شورورزی
اکثر استان‌های فلات مرکزی و ساحلی کشور	روغن خوراکی، روغن صنعتی، روغن کشتی، کنجاله، خوراک دام	دانه‌های روغنی
اکثر استان‌های فلات مرکزی، استان گلستان و استان‌های ساحلی جنوب کشور	چوب، خمیر کاغذ، علوفه	جنگل زراعی
استان‌های ساحلی جنوب کشور	آب شیرین، نمک (ترکیب شیمیایی)، کشت گلخانه‌ای	آب شیرین و مواد معدنی
اکثر مناطق شور کشور، اعم از عرصه‌های ساحلی و داخلی	کودهای زیستی ویژه برای شرایط شور	میکروبیولوژی
استان‌های ساحلی جنوب کشور (خوزستان، هرمزگان، بوشهر، بلوچستان)	اکوتوریسم، علوفه، میوه، زنبورداری	جنگل مانگرو
خلیج گرگان (استان گلستان و سواحل جنوبی کشور)	گردشگری، خوراک دام، کمپوست، آب‌شیرین‌کن، گلخانه، جنگل زراعی، میگو، گیاهان شورزی اقتصادی، بهبود کیفیت محیط زیست ساحلی، فرآوری محصولات دریایی	کشت و صنعت شورورزی

مأخذ: کتاب شورورزی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۹.

۱۷. کشت گیاهان شورزی ایران

گیاهان شورزی بخش قابل ملاحظه‌ای از جمعیت گیاهی کشور به‌ویژه در مناطق خشک و بیابانی و همجوار زیست‌بوم‌های آبی شور را تشکیل می‌دهند. از این رو ساکنین بومی این مناطق همواره از آنها برای تأمین بخشی از نیازهای خود، مانند علوفه، سوخت و مصالح ساختمانی استفاده می‌کنند. در گذشته، از قلیای گونه‌های آبدار شورزی در ساخت صابون‌های سنتی استفاده می‌شده است. در برخی از مناطق کشور، از عصاره یکی از گونه‌های گیاه سالسولا برای گندزایی کشمش استفاده می‌شد. برخی از گونه‌های شورزی، مانند کاکل در جنوب کشور مصرف خوراکی (سبزی) دارد. این گیاه شورزی، در اطراف برازجان (استان بوشهر) به‌عنوان سبزی خوراکی کشت و با آب‌شور آبیاری می‌شود و در بازارهای مصرف شهر به فروش می‌رسد. این امر از آن نظر حائز اهمیت است که مردم بومی ایران یکی از گیاهان وحشی شورزی را اهلی (زراعی) کرده‌اند. برخی از محققین تعداد گونه‌های شورزی کشور را ۳۵۴ تخمین زدند.

جدول ۹. تعداد گونه‌های شورزی در کشورهای مختلف حوزه مدیترانه

نام کشور	تعداد گونه‌های شورزی	درصد گونه‌های شورزی
ایران	۳۵۴	۵/۷
عراق	۱۳۵	۱۰/۴
اردن	۲۶۰	۱۲/۴
کویت	۸۰	۲۳/۰
فلسطین	۳۰۰	۱۰/۷
قطر	۷۰	۱۶/۰
عربستان	۲۵۰	۱۱/۴
سوریه	۲۶۰	۷/۵
امارات متحده عربی	۷۰	۱۵/۶

مأخذ: همان.

انتقال ژن‌های گیاهان شورزی به گیاهان زراعی برای افزایش تحمل به شوری از جمله راهکارهای دستیابی به گیاهان متحمل به شوری است. دانشمندان علم ژنتیک سعی در انتقال ژن گیاهان چهار کربنه به گیاهان زراعی سه کربنه را دارند. در سال ۲۰۰۲، دکتر آخانی دو گیاه شورزی را در تالاب‌ها و سواحل رودخانه‌های شور کشور شناسایی کرد. گونه اول *Bienertia cycloptera* در تالاب‌ها و حاشیه رودخانه‌ها و اراضی شور مناطق مرکزی ایران رویش دارد و گونه دوم به نام *b. sinsupersici* در سواحل جنوب ایران و اطراف دریاچه بختگان می‌روید. *b. sinsupersici* این کشف نشان بارزی از غنا و تنوع فلور گیاهان شورزی کشور است و اهمیت حفاظت از تنوع زیستی گیاهان شورزی و زیست‌بوم‌های شور در کشور را دوچندان می‌کند. بیش از یک‌چهارم گیاهان شورزی ایران در منطقه تالاب میقان اراک شناسایی شده است.

منبع اصلی آب‌های شور در نواحی ساحلی آب دریاهاست. این نواحی محدودیت‌های خاصی از نظر مقدار آب شور ندارند. در صورت اجرای طرح در نواحی ساحلی جنوب کشور، کشت درختان حرا به‌طور اکید توصیه می‌شود. ایجاد جنگل‌های دست کاشت حرا باعث بهبود تنوع زیستی محل (تعداد آبزیان، پرندگان و جانداران دیگر) و زیباسازی منطقه خواهد شد و فرصت ارائه خدمات گردشگری را نیز فراهم می‌سازد. همچنین تولید علوفه، میوه و پرورش زنبور عسل از جمله فعالیت‌های اقتصادی جانبی آنند. بخش گسترده‌ای از نوار ساحلی بین بندرعباس و چابهار برای انجام چنین پروژه‌هایی مستعدند. همچنین، ناحیه خلیج گرگان در استان گلستان قابلیت ایجاد مجتمع‌های بزرگ و چندمنظوره کشت و صنعت شورورزی را دارد. در هر دو مکان، طبیعت زیبا و موقعیت جغرافیایی محل، امکان تلفیق گردشگری یا اکوتوریسم را با شورورزی فراهم می‌سازد. از جمله طرح‌هایی که در زمینه کشاورزی با آب‌شور دریا در ایران مطرح است، طرح کشت

۱. واژه فارسی ندارند (به نقل از دکتر حسین آقاخانی دانشیار دانشگاه تهران).



داربستی سبزی و صیفی‌جات در استان هرمزگان و کشت گیاه سالیکورنیا در سواحل دریایی و گندم کاری با آب‌شور و لب‌شور در استان گلستان است. جزئیات طرح‌ها به شرح زیر است:

۱۸. کشاورزی با آب‌شور دریا در هرمزگان

محدودیت منابع آبی و کاهش زمین‌های حاصلخیز در استان هرمزگان استفاده بهینه از آب دریا را در این استان ضروری کرده است. هرمزگان با وجود هزار کیلومتر نوار ساحلی در خلیج فارس و دریای عمان و وجود شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب گلخانه طبیعی برای محصولات کشاورزی است. ۱۳ سال است زمین‌های هرمزگان طعم باران را به‌درستی نچشیده‌اند؛ اما اکنون با استفاده از آب‌شور دریا کام این زمین‌ها شیرین شده است. امری که تداوم آن می‌تواند زندگی اجتماعی و اقتصادی روستاییان را بهبود بخشد. با آبیاری آب‌شور زمین و خاک‌های کشاورزی بعد از چند دوره خیلی شور شده و از حیز انتفاع خارج می‌شود. از این‌رو متدهایی برای اصلاح خاک‌های شور پیشنهاد می‌شود که به‌طور مختصر به معرفی آنها می‌پردازیم.

بدیهی است مهمترین پیش‌نیاز برای اصلاح خاک‌های شور، سیستم زهکشی مزرعه‌ای است که چنانچه به‌طور طبیعی وجود ندارد باید مصنوعاً ایجاد شود. از طرفی ضروری است همواره مقادیری آب افزون بر نیاز آبی گیاه و به‌منظور کنترل بیلان آب و املاح در محدوده رشد ریشه گیاهان در برنامه‌ریزی آبیاری منظور شود. انتخاب گیاهان مناسب در سیستم تناوبی یا برنامه‌های زراعی از اهمیت زیادی برخوردار است و در این راستا لازم است به حد مقاومت، شوری یا سدیم‌تبادلی گیاهان آن‌هم با معیارهای کمی‌توجه خاص مبذول شود. به‌علاوه انتخاب نوع گیاه باید بر مبنای نیازهای اکولوژیکی گیاه و حصول اطمینان از سازگاری و امکانات تطابق‌پذیری گیاه با شرایط محیطی منطقه به انجام رسد.

طرح کشت داربستی سبزی و صیفی‌جات با استفاده از آب‌شور دریا ابتدا به‌صورت آزمایشی در ۶/۵ هکتار از زمین‌های کشاورزی نزدیک به دریا در شهرستان‌های بندرلنگه، بندرعباس، قشم، میناب و سیریک با موفقیت اجرا شد و زیر کشت داربستی گوجه‌فرنگی رفت. به دنبال موفقیت‌های این طرح در افزایش کمی و کیفی محصولات، هم‌اکنون این ظرفیت به ۹/۵ هکتار ارتقا یافته است. از هر هکتار ۱۵۰ تن محصول برداشت می‌شود و برای اجرای این طرح ۹۵۰ میلیون ریال هزینه شده است.

در اجرای این طرح یک چاه کوچک در کنار دریا حفر و روی آن یک آب‌شیرین‌کن کوچک نصب می‌شود که میزان شوری آب دریا را از ۴۰ هزار (EC) به ۳۶ هزار کاهش می‌دهد. این چاهک راهی به سفره‌های آب زیرزمینی ندارد و در فاصله ۶۰۰ متری دریا حفر می‌شود. آب چاهک به آب‌شیرین‌کنی که با ظرفیت ۱۵۰ مترمکعب در روز در کنار چاهک قرار دارد منتقل می‌شود.

در این روش زمین‌های زیرکشت با روش آبیاری تحت فشار آبیاری می‌شود که باعث صرفه‌جویی ۵۰ درصدی آب می‌شود.

از مزایای استفاده از این روش می‌توان کیفیت و ماندگاری بالای محصول، افزایش تولید، کاهش زمان کشت و کاشت ایستاده و داربستی، افزایش ۸ برابری تولید محصول در مقایسه با کشت سنتی، کاهش ۱۰ برابری هزینه‌ها، کاهش ۴ برابری استفاده از سموم و آفت‌کش‌ها، استفاده بهتر از زمین‌ها، ترویج کشت‌های متراکم و صرفه‌جویی در منابع محدود آب شیرین را نام برد.

با این نوع آبیاری هر نوع محصول کشاورزی را می‌توان پرورش داد، ولی هم‌اکنون گوجه‌فرنگی در حال پرورش است. به متقاضیان اجرای این روش تسهیلاتی تا سقف ۴۰ میلیون تومان در هر هکتار پرداخت می‌شود. مطالعه برای ظرفیت اجرای این طرح در هرمزگان در حال اجراست و پیش‌بینی می‌شود طی برنامه پنجم توسعه بیش از ۵۰۰ هکتار از زمین‌های نوار ساحلی به این امر اختصاص داده شود. آموزش کارشناسان در قالب برگزاری کارگاه و دوره‌های کوتاه‌مدت، آموزش انفرادی و گروهی به بهره‌برداران از جمله برنامه‌هایی است که برای گسترش و ترویج این طرح در حال اجراست. با این روش در هر ۱۰۰ هکتار برای ۱۰ نفر به‌طور مستقیم و ۶۰۰ نفر به‌صورت غیرمستقیم شغل ایجاد می‌شود. برای هر هکتار ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیون ریال اعتبار نیاز است. آنچه مسلم است گسترش استفاده از آب‌شور دریا می‌تواند قدمی مؤثر برای دستیابی به موفقیت در امور کشاورزی مناطق ساحلی به شمار رود. با پرورش و توسعه گیاهان مختلف با استفاده از آب دریا در مناطق ساحلی می‌توان ضمن احیای حیات و تغییر اکوسیستم منطقه موجب توسعه و رونق کشاورزی، دامپروری، کارخانه‌ها، صنعت توریسم و ایجاد اشتغال پایدار شد. به‌منظور جلوگیری از خسارات ناشی از خشکسالی و برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در سال ۱۳۹۰ برای نخستین بار در کشور از آب‌شور دریا برای کاشت محصولات کشاورزی در استان هرمزگان استفاده شد.

ارزش استفاده از آب‌شور دریا برای کشاورزی زمانی آشکار می‌شود که بدانیم سطح آب سفره‌های زیرزمینی دشت‌های هرمزگان بر اثر خشک‌سالی‌های ۱۳ ساله و برداشت بی‌رویه آب، بین ۵۲ سانتیمتر تا ۲۷ متر کاهش یافته است. همچنین متوسط تغذیه سالیانه دشت‌های هرمزگان یک میلیارد و ۲۰۰ میلیون مترمکعب میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی هرمزگان یک میلیارد و ۳۵۰ میلیون مترمکعب است که ۹۵ میلیون مترمکعب از این میزان اضافه برداشت است.

۱۹. کشت گیاه سالیکورنیا

با بررسی‌های صورت گرفته روی گیاه سالیکورنیا مشخص شد که کشت آن با آب دریا می‌تواند باعث رونق کشاورزی با آب دریا شود. کشت گیاه سالیکورنیا در سواحل دریایی و آبیاری آن با آب‌شور دریا امکانپذیر است. این گیاه در مناطقی که باتلاقی و شورند مانند دریاچه ارومیه، قم، باتلاق گاوخونی،



سواحل خلیج فارس تا دریای عمان، خراسان جنوبی و بخشی از گرگان رشد می‌کند. در واقع پراکنش این گیاه در مناطق شور و باتلاقی است. گیاه سالیکورنیا که تاکنون پنج نوع از آن در کشور شناسایی شده، دارای خصوصیات برجسته اقتصادی و زراعی از جمله وجود مقدار زیادی روغن به میزان حدود ۲۸/۵ درصد و پروتئین به میزان ۳۸/۲ درصد است.

این گیاه همچنین توانایی تولید میزان قابل توجهی علوفه را نیز دارد همچنین گیاهی است که می‌تواند نمک بیش از ۵۰۰ میلی‌مول را به راحتی تحمل کند. تحقیق در زمینه میزان حساسیت گیاه در زمان جوانه‌زنی نشان داده است که اگر آب دریا برای آبیاری این گیاه به میزان بسیار کمی رقیق شود، گیاه رشد بسیار خوبی خواهد داشت. همچنین این گیاه توانایی پاکیزگی محیط از آلودگی نفتی را دارد. یعنی به نوعی می‌تواند آلودگی نفتی موجود در خاک را تجزیه کند. با وجود برخی مشکلاتی که در اجرای این طرح وجود دارد، اما اجرای آن برای مراحل تکمیلی همچنان ادامه دارد.

از طرفی کشورهای مکزیک، امارات متحده عربی، عربستان و هند سال‌هاست با تحقیقات در این زمینه توانسته‌اند دانه سالیکورنیا را در مزارعی به وسعت ۲۵۰ هکتار با عملکرد متوسط سالانه ۷/۱ کیلوگرم در مترمربع به عمل آورند که مساوی یا فراتر از محصول حاصل دانه‌های روغنی سویا یا دیگر دانه‌های روغنی پرورش یافته با استفاده از آبیاری با آب شیرین است.

۲۰. گندم‌کاری با آب‌شور و لب‌شور در استان گلستان

از گزینه‌های پیش رو برای تداوم و ثبات فعالیت‌های کشاورزی و بالاخص تولید محصول استراتژیک گندم استفاده از آب‌های شور و لب‌شور است. طی تحقیقی که در استان گلستان در این زمینه انجام شده است، نتایج زیر برای تأثیر شوری آب بر عملکرد و درآمد گندم حاصل شده است:

تأثیر نهایی شوری آب آبیاری به‌طور متوسط ۳۷/۵ - است که نشان می‌دهد با ثابت بودن مقادیر سایر متغیرها، افزایش یک واحدی شوری آب از مقدار میانگین موجب کاهش عملکرد گندم به مقدار ۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار می‌شود. نقطه بهینه شوری آب ۵/۲ ds/m است که حداکثر عملکرد گندم در این میزان شوری حاصل می‌شود. بنابراین آستانه تحمل گندم نسبت به شوری آب ۵/۲ ds/m است. آثار اقتصادی با ارزش تولید نهایی شوری آب زراعی نیز منفی و برابر ۶۴۰۹۰ ریال در هکتار است. یعنی با کاهش شوری آب به میزان یک ds/m تحت شرایط ثابت، درآمد گندم در هر هکتار به میزان ۶۴۰۹۰ ریال کاهش یا افزایش می‌یابد. لذا تعدیل شوری آب آبیاری و متعاقب آن شوری خاک اراضی با روش‌ها و فنون مختلف تأثیر مثبتی در افزایش درآمد گندم‌کاران خود داشت. اما به‌نظر می‌رسد که در مقایسه با تأثیر مقدار آب آبیاری، تأثیر شوری آب از اهمیت نسبتاً کمتری برخوردار است. نتایج تحقیقات مؤید تأثیر معنادار شوری آب زراعی بر تغییرات عملکرد گندم است.

۲۱. ملاحظات زیست‌محیطی شوروری

احیای زمین‌های بیابانی، ساحلی و حاشیه‌ای در مناطق مبتلا به شوری با کشت انواع گیاهان مرتعی و درختان شورزی مناسب و سازگار، دستاوردهای متعددی را به دنبال خواهد داشت. مقابله با فرسایش خاک، بهبود زیست‌بوم مناطق بیابانی، احیای اراضی مخروبه و حاشیه‌ای، کاهش تخریب رطوبت خاک و روند شور شدن زمین‌ها، بهبود وضعیت زیستگاه‌های حیات وحش، جذب گاز کربنیک اتمسفر و کمک به کاهش گازهای گلخانه‌ای (ترسیب کربن)، کاهش آلودگی در مناطق نفتی و صنعتی، امکان بهره‌برداری اقتصادی (از قبیل تولید علوفه، میوه، چوب، ترکیبات دارویی و صنعتی) و در نتیجه اشتغال‌زایی و کسب درآمد و در مجموع، بهبود وضعیت زندگی ساکنین مناطق مربوطه از خدمات مهم اجتماعی و زیست‌محیطی شوروری است.

۲۲. کشاورزی در کشورهای حوزه خلیج فارس

کشورهای حوزه خلیج فارس زمین‌های مناسبی برای تولید محصولات کشاورزی مورد نیاز خود نداشته و به همین علت وابستگی شدیدی به واردات دارند. البته تا زمانی که عرب‌ها می‌توانند به راحتی با فروش نفت درآمدهای بالایی داشته باشند، نگرانی خاصی در مورد واردات مواد غذایی نیست، اما زمانی که منابع طبیعی این کشورها به اتمام برسد، مسئولان آنها باید فکر جدیدی بکنند.

در کشور امارات تنها یک درصد زمین‌ها قابلیت کشاورزی را دارند و این رقم در عربستان سعودی تنها ۳ درصد است. این در حالی است که در انگلیس حدود ۲۴ و در لهستان حدود ۴۰ درصد از زمین‌ها قابلیت کشت و کار را دارند.

از طرفی تولید گندم عربستان سعودی طی سال‌های گذشته به دلیل مشکل کم‌آبی به شدت کاهش داشته است و این در حالی است که عربستان قصد داشت تا سال ۲۰۱۶ با متوقف کردن برنامه ۳۰ ساله خود برای خودکفایی در تولید گندم، خرید گندم از کشاورزان داخلی را متوقف کند. کشت گندم تاکنون فشار زیادی به منابع آبی محدود این کشور وارد آورده است. در مورد برنج نیز عربستان سالیانه حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ هزار تن برنج از هند وارد می‌کند.

کشورهای عربی می‌توانند با سرمایه‌گذاری در کشورهای خارجی هم محصولات غذایی مورد نیاز خود را با قیمت‌های پایین‌تری وارد کنند و هم مشکلات کشورهای تولیدکننده را در زمینه افزایش قیمت زمین، آب و کودهای شیمیایی برطرف کنند. کشورهای حوزه خلیج فارس یک بار دیگر هم در دهه ۱۹۷۰ قصد داشتند سودان را به کارخانه تولید محصولات غذایی خود تبدیل کنند که این امر با مشکل مواجه شد.



براساس آمار، هم اکنون کشور امارات حدود ۳۲۴ هزار هکتار از زمین‌های کشاورزی پاکستان را خریداری کرده است و دولت پاکستان نیز مناطق ویژه کشاورزی و دامپروری خاصی را برای سرمایه‌گذاران اماراتی مشخص کرده است.

مساحت کویت نیز ۱۷۸۱۸ کیلومترمربع است و کمتر از ۲۰۰ کیلومترمربع یعنی ۱/۱۲ درصد آن را زمین‌های مناسب برای کشاورزی تشکیل می‌دهند. تقریباً ۴۲ کیلومترمربع از این زمین‌ها به صورت نخلستان یا کشتزار در دست بهره‌برداری است و باقیمانده آن به دلیل نبود آب، لم‌یزرع است. کشتزارها و زمین‌های قابل کشت کویت پراکنده بوده و سه ناحیه الجهراء، العبدلی و الوفره مهمترین و وسیع‌ترین واحدهای کشاورزی کویت به حساب می‌آیند که به‌عنوان مراکز کشاورزی کویت شهرت یافته‌اند. در این نواحی گندم، جو، چند نوع حبوبات و برخی از انواع سبزی و صیفی‌جات کشت می‌شود.

کشور عمان نیز در تولید محصولات کشاورزی بسیار ضعیف است و واردکننده ۱۰۰ درصد مواد غذایی است. از این رو یکی از حوزه‌هایی که سرمایه‌گذاران ایرانی می‌توانند در آن ورود یابند حوزه مواد غذایی است. توسعه مناطق آزاد شمال عمان که در مجاورت خاک ایران است بسیار حائز اهمیت است و می‌توان از این فرصت برای سرمایه‌گذاری استفاده کرد.

بنابراین کشورهای عربی می‌توانند محصولات مورد نیاز خود را با هزینه‌ای بین ۲۰ تا ۲۵ درصد پایین‌تر وارد کنند. با رسیدن قیمت نفت به رقم‌های بسیار بالا پیش‌بینی می‌شود کشورهای حوزه خلیج فارس بالغ بر ۹ تریلیون دلار پول از فروش نفت به دست بیاورند. رقمی که به آنها اجازه می‌دهد هر قدر که می‌خواهند در کشورهای خارجی سرمایه‌گذاری کنند. در سال‌های آینده رشد جمعیت کشورهای منطقه می‌تواند به‌عنوان تهدیدی برای منابع غذایی آنها محسوب شود و این کشورها باید تلاش‌های خود را برای تولید محصولات غذایی از جمله سبزیجات، میوه‌ها و غلات افزایش دهند و فقط وابسته به خارج نباشند.

از طرفی همان‌طور که ذکر شد کشورهای عربی حوزه خلیج فارس خاک زراعی مرغوب ندارند و حتی خاک باغچه و گلخانه‌های خودشان را از خاک کشاورزی سایر کشورها تهیه می‌کنند. شواهدی وجود دارند مبنی بر اینکه خاک کشاورزی ایران در استان‌های بوشهر و هرمزگان به کشورهای قطر و امارات موسوم به خاک شیرین صادر می‌شود و در مقابل به‌جای اینکه مسئولان کشور کاری کنند تا کشورهای منطقه خلیج فارس بازار مناسبی برای محصولات کشاورزی باشند با فروش خاک زراعی، کشاورزی آنها را تقویت و به همان نسبت کشاورزی کشورمان را تضعیف می‌کنند.

۲۳. کشاورزی در کشورهای حوزه دریای خزر

امروزه مجموعه کشاورزی صنعتی در قزاقستان با داشتن رشد اقتصادی مداوم متضمن امنیت غذایی این کشور و نیز صادرات محصولات کشاورزی به خارج کشور است. قزاقستان بیش از ۹۰ نوع محصول کشاورزی را به ۲۰ کشور عضو سازمان همکاری اسلامی صادر می‌کند. اقلام عمده کشاورزی صادراتی به کشورهای عضو سازمان همکاری اسلامی گندم و آرد گندم است. گندم ۴۷/۳ درصد از صادرات محصولات کشاورزی قزاقستان را به خود اختصاص می‌دهد. حال آنکه دیگر مواد حاصل از گندم حدود ۳۳/۸ درصد از صادرات کشاورزی قزاقستان به این کشورها را دربرمی‌گیرد.

در جمهوری آذربایجان نیز زمینه‌های مساعد کشاورزی از قبیل اراضی مستعد و حاصلخیز کشاورزی، منابع آبی قابل استحصال، تنوع آب و هوایی در اقلیم‌های گوناگون، منابع تجدیدشونده، جنگل‌ها و مراتع و صدها کیلومتر مرزآبی برای استفاده از دریا وجود دارد، علیرغم وجود زمینه‌های مساعد کشاورزی، در شرایط کنونی این جمهوری مجبور به واردات بیش از یک میلیارد دلار مواد غذایی در سال ۲۰۱۱ میلادی شده است. جمهوری آذربایجان تولیدکننده مواد کشاورزی نظیر غلات، پنبه، توتون، سیب‌زمینی، میوه‌ها، سبزی‌ها و چای است.

پتانسیل کشاورزی روسیه نیز یکی از غنی‌ترین این صنایع در جهان است. کشوری که در آن بیش از ۲ درصد جمعیت کره زمین زندگی می‌کنند، ۹ درصد کل فرآورده‌های زمین‌های زراعی را دارد. این اواخر به واسطه مدرنیزاسیون صنعت و سرمایه‌گذاری‌های جدی، کشور به تأمین‌کننده اصلی اروپا تبدیل شده است که در ابتدای قرن گذشته از آن برخوردار بود.

۲۴. استحصال مواد معدنی و نمک از آب‌شور و پرورش گیاهان دریایی

استحصال انواع نمک‌های صنعتی، علاوه بر رویه جاری استحصال نمک خوراکی از جمله استفاده‌های مفید و اقتصادی از منابع آب‌های شور است. نمک‌های معدنی با ارزش دیگری نیز در آب‌های شور وجود دارند که قابلیت بهره‌برداری اقتصادی را دارند. برخی از این نمک‌ها عبارتند از نمک‌های سدیم، منیزیم، پتاسیم، کلسیم و نمک‌های دیگر (مانند بورات، ید و بر) بسته به نوع نمک، این مواد در طیف متنوعی از صنایع مانند فلزات، خوراک دام، کودهای کشاورزی، اصلاح خاک، بهداشتی، غذایی و آزمایشگاهی کاربرد دارند. امکان تلفیق این صنعت با فعالیت‌های حوضچه‌های خورشیدی و شیرین کردن آب از آب‌های شور نیز وجود دارد که در این صورت به بهره‌وری بیشتر از منابع آب‌شور نیز منجر می‌شود.

برای پرورش گیاهان دریایی هم با در نظر گرفتن مجموع دریا‌های شمالی و جنوبی کشور، شرایط



مساعدی وجود دارد. براساس قوانین دریاها محدوده تا ۳۲۰ کیلومتری ساحل، آب‌های سرزمینی یک کشور را تشکیل می‌دهد که مساحت قابل توجهی را شامل می‌شود. به این ترتیب تا نیمی از خلیج فارس جزء آب‌های سرزمینی ایران محسوب می‌شود و تنها آبراه‌های آزاد بین‌المللی است که در این منطقه وجود دارد و آزاد است. با این حساب باید ۳۲۰ کیلومتر بر عرصه ساحلی استان‌های ساحلی کشور افزوده شود. اما متأسفانه به‌رغم اینکه کشور ما به این گنجینه عظیم دسترسی دارد بجز برداشت صید و به‌طور کلی شیلات، نفت و گاز و مجموعه‌ای از ظرفیت‌های محدود در این زمینه از دیگر ظرفیت‌های نهفته در منابع آبی آن‌طور که باید استفاده نمی‌شود. این در حالی است که در منابع آبی ذخایر ارزشمندی وجود دارند که می‌توان در بسیاری از زمینه‌ها از جمله تولید سوخت زیستی و دارو و همچنین صنایع غذایی از آنها بهره‌برداری کرد.

الف) جلبک‌های ایران

طی تحقیقات انجام شده بیش از ۲۵۰ گونه جلبکی در سواحل جنوب کشور شناسایی شده است که بسیاری از این‌گونه‌ها خواص کاربردی دارند و در سطح جهانی از آنها استفاده می‌شود. طبق نتایج تعدادی از تحقیقات انجام گرفته، کیفیت برخی از مواد به‌دست آمده از جلبک‌های سواحل جنوبی ایران حتی از فرآورده‌های به دست آمده از سایر کشورها هم بهتر بوده است. جلبک‌های دریایی در سواحل جنوبی کشور به‌ویژه در سواحل سیستان و بلوچستان (چابهار) فراوان یافت می‌شوند که براساس تقسیم‌بندی گیاه‌شناسان از هر سه گروه جلبک‌های سبز یا کلروفیت، جلبک‌های قهوه‌ای یا فیتوجلبک‌های قرمز یا رودوفیتدر این منطقه وجود دارند که می‌توانند از جنبه‌های تجاری و کسب درآمد مورد توجه قرار گیرند. همچنین براساس تحقیقات انجام گرفته، کیفیت مواد استحصالی از جلبک‌های سواحل جنوبی ایران بسیار برتر از نقاط دیگر است. این‌گونه از جلبک‌ها مصارف و کاربردهای زیادی در کود و علوفه، صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی، نساجی و میکروبیولوژی دارند که عبارتند از:

- به‌عنوان تغذیه انسان،
- به‌عنوان علوفه دام،
- کاربرد در صنایع نساجی، کاغذسازی، رنگ‌سازی،
- کاربرد در علوم پزشکی،
- کاربرد در کشاورزی،
- کمک به تصفیه آب،
- تولید سوخت،

- تولید سوخت زیستی از میکروجلبک‌ها از جمله طرح‌هایی است که سواحل جنوبی کشور پتانسیل اجرای آن را دارد. از مهمترین شرایط لازم برای رشد میکروجلبک‌ها وجود نور خورشید و دسترسی به آب‌شور دریاست. در جنوب کشور به‌طور متوسط ۲۸۰ روز آفتابی داریم که از شاخص‌های خوب برای پرورش میکروجلبک‌هاست. از طرفی این طرح از نظر زیست‌محیطی مفید است زیرا دی‌اکسید کربن زیادی را مصرف می‌کند.

دارای قابلیت‌های سوخت زیستی به شرح زیرند:

- منبع سوخت خانگی،

- به‌عنوان سوخت هواپیما چون تا دمای ۴۰ درجه سانتیگراد زیر صفر هم منجمد نمی‌شود،

- به‌عنوان سوخت خودرو با ترکیب ۲۰ تا ۲۵ درصد بدون تغییر به گازوئیل.

ب) کاربرد در کشورهای دیگر

امارات متحده عربی در حال حاضر در حال برنامه‌ریزی برای پیوستن به کشورهای بزرگ و صنعتی در زمینه تولید سوخت زیستی از میکروجلبک‌ها تا سال ۲۰۲۰ است. این کشور در حال اقداماتی در زمینه تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های زیستی (بیودیزل و اتانول زیستی) از منابع تجدیدپذیر از جمله جلبک انجام داده است. این کشور در این زمینه با ظرفیت‌ها و محدودیت‌هایی مواجه است که از آن جمله می‌توان موارد زیر را نام برد:

ظرفیت‌ها: وجود میکروجلبک‌ها در منابع آبی این کشور، ساحل طولانی، تعداد روزهای آفتابی

زیاد در طول سال، دی‌اکسید کربن کافی، دسترسی به آب‌شور دریاست.

محدودیت‌ها: مساحت زمین به اندازه مناسب برای پرورش میکروجلبک‌ها در مقیاس بزرگ

وجود ندارد. خاک این کشور از نظر حاصلخیزی ضعیف است و این مطلب هزینه سرمایه در پرورش میکروجلبک‌ها را افزایش می‌دهد.

این در حالی است که کشور ایران با وجود مساحت ساحلی پهناور و خاک نسبتاً حاصلخیز در

حاشیه سواحل جنوبی در این زمینه با محدودیت کمتری مواجه است.

هم‌اکنون در بسیاری از کشورهای صنعتی جلبک‌های دریایی در حد بسیار وسیع کشت و تولید

می‌شوند. گفتنی است در کشور ژاپن سالیانه ۵۰۰ هزار تن جلبک قرمز تولید می‌شود که ۶۰ هزار نفر در

این حرفه اشتغال مستقیم و ۳۰۰ هزار نفر نیز به‌طور غیرمستقیم در این کار فعالیت دارند. کشور چین

یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان جلبک‌های خوراکی در دنیا بوده که سالیانه حدود ۵ میلیون تن

برداشت می‌کند. به‌طوری که در سال ۱۹۹۹، برداشت لامیناریای آن حدود ۵/۴ میلیون تن بوده و در

حال حاضر نه تنها خودکفا بوده، بلکه بزرگ‌ترین صادرکننده لامیناریاست. کشورهایی نظیر ژاپن، تایوان و



کره نیز مدت طولانی است که در زمینه برداشت از دریا و پرورش فعالیت دارند و هر ساله میلیون‌ها دلار ارز از تولید و صادرات آن به صورت خام یا به صورت عمل‌آوری شده، به دست می‌آورند. استفاده از آرد جلبک در غذای دام و آبزیان، اولین بار در سال ۱۹۶۰ در کشور نروژ بوده است که آن‌هم از جلبک‌های قهوه‌ای، خشک و آسیاب شده تهیه شده که تقریباً از هر ۵۰ هزار تن جلبک تر برداشت شده، حدود ۱۰ هزار تن آرد جلبک به دست می‌آید و ارزش دلاری آن ۵ میلیون دلار آمریکا می‌شود.

از گروه جلبک‌های سبز گونه *ulva* با ترکیب اصلی، پروتئین ۱/۲۶، چربی ۷/۰، کربوهیدرات (فیبر) ۱/۵ و خاکستر به میزان ۶/۲۲، به لحاظ داشتن اولوالین که باعث کاهش فشار خون می‌شود، مهم بوده و این جلبک در سواحل جنوبی ایران فراوان یافت می‌شود.

گروه جلبک‌های قهوه‌ای که بزرگ‌ترین گروه جلبک‌ها را تشکیل می‌دهند، محصولات استخراجی متفاوتی از قبیل آلژینات و اسیدهای آن، ید و مواد معدنی دارند که این مواد در دندانپزشکی در تهیه قالب‌های اولیه دندان، در صنعت نساجی به عنوان تثبیت‌کننده رنگ روی پارچه‌ها، در رنگ‌سازی به عنوان حالت‌دهنده خمیری و ژله‌ای، در کاغذسازی و در قرص‌ها، کاربرد فراوانی دارند. همچنین آلژینات در صنایع غذایی در تهیه انواع سس، سوپ، شیرینی، بستنی، نوشابه کاربرد دارد. ارزش دلاری آلژینات تولید شده رقمی حدود ۲۱۳ میلیون دلار آمریکا در سال در جهان بوده که منبع اصلی تولید آن، جلبک غیرپرورشی بوده است.

در برخی از کشورهای آسیایی مثل ژاپن و چین و برخی از کشورهای اروپایی مثل فرانسه، فنلاند، اسکاتلند و نیوزلند، از جلبک‌های دریایی به‌ویژه جلبک‌های قهوه‌ای برای خوراک حیوانات اهلی استفاده می‌کنند. استفاده از جلبک‌های قهوه‌ای به عنوان علوفه تا ۱۰ درصد تولید شیر را افزایش می‌دهد و مقدار چربی و کره شیر حاصله از این حیوانات را نیز افزایش می‌دهد.

همچنین مزارع برنج به‌طور طبیعی محیط مناسبی برای رشد انواع جلبک‌های سبزآبی‌اند. دریک مطالعه نمونه‌ای که در مزارع برنج شمال کشور انجام شده است حداقل ۱۲ گونه از جلبک‌های سبز آبی در یک مزرعه برنج شناسایی شده‌اند. امروزه این جلبک‌ها را به صورت انبوه کشت می‌دهند و کود تهیه می‌کنند که اصطلاحاً به این نوع کودها «کود زیستی» می‌گویند.

در سال ۱۳۷۱، ۱۸۰ تن اسید آلژینیک و املاح و استرهای آن تحت عنوان قرص و گرد خمیر ویژه دهان و دندان جمعاً حدود ۵ میلیون دلار واردات به کشور داشته‌ایم. در حالی که با بهره‌گیری از منابع غنی سواحل خلیج چابهار، بوشهر و بندرلنگه ضمن صرفه‌جویی ارزی فراوان، گام‌های بلندی در جهت خودکفایی کشور در این زمینه برداشته خواهد شد. در کشور ما نیز خوشبختانه در سال‌های اخیر، در کنار پرورش قارچ‌های خوراکی، کشت انبوه جلبک‌های دریایی نیز مورد توجه قرار گرفته است. اخیراً (مردادماه ۱۳۸۲) یک مزرعه بزرگ کشت انبوه جلبک‌های قرمز، قهوه‌ای و سبز در سواحل جنوبی

ایران افتتاح شد. با توجه به تحقیقات انجام شده در زمینه شناسایی و کاربرد جلبک‌های سواحل جنوبی کشور و با توجه به آثار متعددی که استفاده از جلبک‌ها دارند، لزوم توجه هر چه بیشتر به شناخت این ذخایر و قابلیت‌های کاربردی آنها مشخص شده و لازم است در مورد آثار گونه‌های جلبکی سواحل جنوب کشور تحقیقات لازم صورت گرفته تا براساس آن بتوان به نحو مطلوب بهره‌برداری بهینه را از این منابع طبیعی ملی انجام داد.

ج) پدیده کشند قرمز

تحقیقات روی اولین پدیده شکوفایی جلبکی گسترده در دریای خزر در سال ۲۰۰۵ نشان می‌دهد که بروز این پدیده ربطی به ورود مواد مغذی به دریای خزر ندارد. علت بروز این پدیده افزایش دما و شرایط پایدار دریای خزر است. همچنین ورود گونه‌های جدید از طریق آب توازن کشتی‌ها و رودخانه‌ها به خزر هم یکی دیگر از دلایل بروز پدیده شکوفایی جلبکی است. دریای خزر به علت عمق زیاد و جریان‌های آب آن نسبت به خلیج فارس کمتر دچار پدیده شکوفایی جلبکی می‌شود و علت بروز این پدیده در سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ برخلاف تصوراتی که می‌شد ربطی به ورود مواد مغذی به خزر ندارد.

جلبک‌های دریایی نقش بسیار مهمی در چرخه‌های بیوشیمیایی محیط‌های آبی دارند و پایه و اساس زنجیره غذایی در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند.

از ابتدای قرن بیستم میلادی، به دلیل عوامل طبیعی همچون تغییرات آب و هوایی، نوسانات سطح آب دریا و افزایش ورودی رودخانه‌ها و همچنین فعالیت‌های انسانی از قبیل ورود غیرعمد شانه‌دار مهاجم از طریق آب توازن، آلودگی و صید غیرقانونی ماهیان خاویاری، زیست‌بوم‌های دریای خزر دستخوش تغییرات زیادی شده است. از این رو در یک طرح پژوهشی با تعیین ترکیب گونه‌ای و برآورد فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا، پتانسیل بروز شکوفایی جلبکی در سواحل جنوبی دریای خزر ارزیابی شده است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد رخداد شکوفایی متعدد و گسترده در دریای خزر از سال ۱۳۸۴ تاکنون، می‌تواند زنگ خطری جدی برای حیات در این پیکره آبی باشد.

آب‌های هرمزگان در خلیج فارس هم پس از سه سال درگیری با کشند قرمز و تلفات ۳۴ تنی آبزیان در این منطقه سرانجام به وضعیت قبلی بازگشته است. کشند قرمز یا شکوفایی جلبکی بر اثر رشد و تکثیر زیاد نوعی پلانکتون به وجود می‌آید و بر اثر آن رنگ آب دریا قرمز یا قهوه‌ای می‌شود. از مرگ این جلبک‌ها توده‌های ژله‌ای تشکیل شده که با رسوب در آبشش آبزیان باعث مرگ آنها می‌شود. همچنین از تجزیه این توده‌های ژله‌ای نیز گاز متان و آمونیاک به وجود می‌آید که موجب بوی



نامطبوع و آزاردهنده‌ای می‌شود. پدیده کشند قرمز نخستین بار مردادماه ۱۳۸۷ در خلیج فارس و دریای عمان مشاهده شد. عامل آن نوعی جلبک به نام ککلودینیوم بود و باعث مرگ‌ومیر بیش از ۳۴ تن آبزی شد. چندی بعد این هیولای قرمز به قهوه‌ای تغییر رنگ داد و نفس کشیدن در شهر را دشوار کرد. بار دیگر پدیده کشند قرمز با شکوفایی دو گونه بومی متفاوت دیده شد. در سال ۱۳۸۸ در ۷۰ هزار کیلومترمربع از تنگه هرمز تا خلیج فارس در محدوده آب‌های هرمزگان دوباره شکوفا شد. تراکم سلول‌های عامل بروز پدیده کشند قرمز در هر لیتر در مناطق مختلف اکنون بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ هزار سلول است. معیار شناسایی پدیده کشند قرمز رسیدن سلول‌های عامل این پدیده به ۳۰۰ هزار در لیتر است. تاکنون ۲۰ گونه شکوفایی جلبکی در خلیج فارس و دریای عمان دیده شده که مهمترین شکوفایی کشند قرمز با عامل ککلودینیوم است. در این دوره گونه شکوفا شده نوب تیلای از گونه‌های بومی خلیج فارس است که وسعت شکوفایی آن بیشتر از گونه‌های شکوفا شده قبلی است. گونه نوبتیلای سمی نیست، ولی به‌علت ترشح آمونیاک خطر خفگی آبزیان وجود دارد. اگرچه در شکوفایی جلبکی تاکنون مرگ‌ومیر ماهیان مشاهده نشده، اما چرخه اکولوژی خلیج فارس را دچار اختلال کرده و در صورت پایداری کشند، مرگ‌ومیر آبزیان رخ می‌دهد. درباره علت تکثیر زیاد ککلودینیوم پلیکریکوئیدس (نام علمی پلانکتون عامل کشند قرمز) در آب‌های هرمزگان اظهارنظرهای فراوانی شده است. از علل بروز پدیده کشند قرمز می‌توان به مواردی از قبیل گرم شدن کف دریا، آلودگی نفتی، سرازیر شدن آلاینده‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری، شوری آب و درجه حرارت بالا اشاره کرد.

از سال ۱۳۸۷ تاکنون اعتباراتی که برای مبارزه فیزیکی و تهیه و تدارک تجهیزات و خاک رس در چهار استان ساحلی تخصیص داده شده است ۳ میلیارد و ۲۰۰ میلیون تومان بود که از اعتبارات استانی بوده است. از این مقدار بیش از ۸۰۰ میلیون تومان در اختیار شرکت آب و فاضلاب هرمزگان برای کنترل ورود فاضلاب به دریا اختصاص یافته است. گفتنی است سابقه بلوم جلبکی (شکوفایی جلبکی) در آب‌های هرمزگان به سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ و طوفان گونو برمی‌گردد. در این سال‌ها بیش از ۳۵ بلوم جلبکی اتفاق افتاد. اما آخرین شکوفایی جلبکی (کشند قرمز) در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان وسعت و گستردگی بیشتری داشت. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌شود که بدانیم شکوفایی جلبکی علاوه بر مرگ‌ومیر ماهی‌ها می‌تواند باعث مسمومیت مستقیم برای انسان با علائم احساس سوزش و داغ شدن لب‌ها، زبان و انگشتان، سرگیجه، تهوع و سردرد و به‌صورت غیرمستقیم اسهال، فلج شدن، علائم عصبی و فراموشی شود. البته کارشناسان محیط زیست بر این باورند که کشند قرمز در خلیج فارس و دریای عمان سمی نیست و بجز آبزیان برای انسان خطری ندارد.

کشند قرمز از بین نمی‌رود، بلکه کمرنگ می‌شود و باید به‌طور منظم از طریق ماهواره پایش شود تا اگر دوباره رشد کرد بتوان با آنها مبارزه کرد. با استفاده از ماهواره شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی

آب قابل بررسی است. راه حل مبارزه با پدیده کشند قرمز بر اساس تجربیات کارشناسان کره جنوبی که بیش از ۲۵ سال با پدیده کشند قرمز در آب‌های ساحلی خود دست به گریبان هستند پاشیدن محلول آب و خاک رس بر روی لکه‌های کشند قرمز در کاهش تکثیر سلول‌های پلانکتون عامل کشند قرمز مؤثر است.

بنا بر نظر کارشناسان کشند قرمز؛ کاهش صید، بیکاری مقطعی صیادان، خسارت به محیط زیست ساحلی و دریایی، مرگ آبزیان به‌ویژه آبزیان کف‌زی و بوی‌بد و تعفن در هوا را به همراه می‌آورد. استان هرمزگان با برخورداری از ۹۰۰ کیلومتر مرز آبی و وجود ۱۴ جزیره بزرگ و کوچک و بهره‌گیری توأم از خلیج فارس و دریای عمان مستعدترین استان جنوبی کشور در زمینه‌های مختلف دریایی و فعالیت‌های شیلاتی محسوب می‌شود و اقتصاد ساحل‌نشینان هم به دریا و آبزیان آن گره‌خورده است. با وجود این آنچه در داستان آلودگی دریا مسلم است و همچنان به‌عنوان مهمترین عامل بروز کشند قرمز شناخته می‌شود ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی به دریاست که چاره آن فقط پیگیری مجدانه مسئولان است. در کنار حفظ و پاسداشت نام خلیج همیشه فارس توجه به اکوسیستم و سلامتی ذخایر و آبزیان این منطقه نیز ضروری است.

جنبه‌های اقتصادی کشند قرمز هم قابل توجه است. وجود آگار در کشند قرمز قابل توجه است. این ماده در صنایع آرایشی، بهداشتی، غذایی و به‌ویژه در محیط‌های کشت سلولی و کشت بافت و سایر زمینه‌های صنعتی و زیستی کاربردهای فراوان دارد. تاکنون تمام آگار مورد نیاز کشور از خارج وارد شده است. قیمت آگار وارداتی بر اساس کیفیت و مورد مصرف بین ۲۰ تا ۲۰۰ هزار تومان است که گران‌ترین نوع آن آگار مصرفی در آزمایشگاه‌های تشخیص طبی است که به‌عنوان پایه برای کشت باکتری‌های موجود در خون و سایر نمونه‌ها به کار می‌رود.

د) اسفنج دریایی

از یک نوع اسفنج در آب‌های خلیج فارس می‌توان داروی ضدسرطان تهیه کرد. تحقیقات انجام شده در این زمینه این را به اثبات رسانده است. فاز اولیه طرح تهیه داروی ضدسرطان از یک نوع اسفنج آب‌های خلیج فارس به نام دیسی داپالسنس به پایان رسیده و خاصیت ضدسرطانی این نوع اسفنج محرز شده است. عصاره ترکیبی این اسفنج در مقابل سرطان به‌ویژه سرطان بافت‌های نرم و خون نسبت به داروهای شیمیایی موجود در بازار بسیار بهتر جواب داده که اکنون باید ترکیبات ضدسرطانی آن جداسازی شود. این اسفنج گونه بومی خلیج فارس است که با تولید انبوه این دارو می‌توان نه‌تنها به خودکفایی رسید، بلکه محصول تولید شده را نیز صادر کنند. اکنون فناوری تولید داروی ضدسرطان از این نوع اسفنج فقط در اختیار یک شرکت آمریکایی است که تنها در اختیار محققان خودش قرار می‌دهد.



در کشوری مانند آمریکا استفاده از داروهای دریایی حرف اول را می‌زند، اما بسیار هزینه‌بر است. برای مثال برای هر تزریق سرطان خون حدود ۵۰ هزار دلار هزینه نیاز دارد این در حالی است که در ایران پتانسیل بسیار خوبی در زمینه وجود اسفنج‌ها در خلیج فارس وجود دارد. از این لحاظ جنبه‌های اقتصادی آن قابل توجه است. ارزش ماده ضدسرطانی این اسفنج ۱۲۰ میلیون دلار در هر کیلوگرم است که دست یافتن به آن ارزش‌افزوده زیادی برای کشور به دست خواهد آورد. در صورت حمایت مسئولان، این طرح وارد مرحله تجاری می‌شود و محصول آن نیز در دنیا منحصر به فرد است و تقاضای زیادی در بازارهای جهانی دارد.

برای فاز دوم این طرح که جداسازی ترکیبات و شناسایی آنهاست، به اعتباری حدود ۳۰۰ میلیون تومان نیاز است که بدون حمایت امکان‌پذیر نخواهد بود.

البته برای تولید انبوه این ماده نیازی نیست به ذخایر ژنتیکی خلیج فارس آسیب وارد شود. زیرا تکثیر این گونه اسفنج‌ها در دریا بدون اینکه به محیط زیست و اکوسیستم طبیعی آن آسیب وارد شود به راحتی انجام می‌شود.

این طرح مورد تأیید مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور قرار گرفته که در مرحله بعدی به حمایت معاونت دارو و غذای وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی نیاز دارد.

ه) مرجان‌های خلیج فارس

تعداد بسترهای سنگی در محدوده دریایی خلیج فارس آنچنان زیاد نیست. ولی در هر صورت مکان بسیار مناسبی را برای زندگی برخی اجتماعات مهم دریایی ایجاد کرده است. جنس سنگ‌ها معمولاً آهک دولومیتی یا رسوبات آهکی است که در طول ساحل گسترده شده‌اند. در سواحل کشور عمان سنگ‌ها از نوع دگرگونی‌اند.

از جمله این زیستگاه‌های موجود پشته‌های پراکنده و آبسنگ‌های مرجانی ((Coral reefs است؛ که در مناطق مستعد و مناسب دریا رشد کرده‌اند. این مناطق عمدتاً در اطراف جزایر خلیج فارس (اکثر جزایر ایرانی) به صورت مجتمع یا به صورت آبسنگ‌های حاشیه‌ای (Fringing reefs) وجود دارند. محدوده اصلی پراکنش مرجان‌های پشته‌ای و آبسنگی از ناحیه تنگه هرمز تا نواحی مرکزی خلیج فارس است که جزیره خارکو انتهایی‌ترین جزیره مرجانی است. از این ناحیه به سمت شمال به علت نامساعد بودن شرایط محیطی از جمله ورود آب شیرین اروندرود، کاهش درجه حرارت در فصل زمستان تا پایین‌تر از حد تحمل مرجان‌ها و همچنین کدورت بیش از حد آب، امکان تشکیل کلنی‌های مرجانی وجود ندارد.

نقش مرجان‌ها در حمایت از ماهیان دریا قابل توجه است. محیط‌های مرجانی به واسطه دارا بودن

تنوع زیستی و گوناگونی قابل ملاحظه از موجودات مختلف، خصوصاً بنتوزها، که غذای بسیاری از ماهیان را تشکیل می‌دهند همچنین حاصلخیزی بالای آب به علت تولید اولیه مناسب که مکان مناسبی را برای رویش جلبک‌ها و پلانکتون‌ها ایجاد کرده و در نهایت شرایط مناسب محیطی از قبیل وفور مواد مغذی، پناهگاه و زیستگاه بسیار مهمی را برای گونه‌های مختلف ماهیان با ارزش اقتصادی، خصوصاً ماهیان زینتی تشکیل می‌دهند. علاوه بر این مناطق مرجانی، محیط‌های بسیار مستعدی برای عملیات کشت و پرورش دریایی از قبیل تولید مروارید پرورشی، تولید اویسترهای خوراکی یا پرورش ماهیان در قفس محسوب شده و جزء مناطق حفاظت شده دریایی محسوب می‌شوند.

حدود ۸ درصد از کل مرجان‌های دنیا در خلیج فارس قرار دارند که قدرت خود پالایی عظیمی به خلیج فارس و دریای عمان بخشیده‌اند. از مرجان‌ها برای تولید داروهای ضدسرطان و نیز برای پیوند استخوان و ترمیم بافت‌های استخوانی استفاده می‌شود. مرجان‌ها قدیمی‌ترین اکوسیستم‌های زمین و مکانی برای زندگی موجودات دریایی‌اند. در خلیج فارس گونه‌های مختلفی از مرجان‌ها در اطراف جزایر هنگام، سواحل کیش، ابوموسی، قشم و ... زندگی می‌کنند. ویژگی مرجان‌ها آن است که آب دریاها را تصفیه می‌کنند. به همین دلیل دریاها در سواحل مرجانی به نسبت سایر سواحل شفاف‌تر، آبی و زیباترند (شکل ۴).

شکل ۴. ایستگاه‌های مرجانی در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان



بسیاری از گونه‌های اقتصادی و مقرون به صرفه ماهی روی صخره‌های مرجانی زندگی می‌کنند که از آن جمله می‌توان به میگو، خرچنگ، خرچنگ دریایی اشاره کرد. اگر صخره‌ها نابود شوند به شیلات



نیز آسیب می‌رسد.

وضعیت صخره‌های مرجانی در کشورهای حاشیه خلیج فارس مناسب نیست. پرفسور چارلز شپرد، عضو انجمن حفاظت از محیط زیست دریایی در مورد مرجان‌های خلیج فارس و دریای عمان مطالعاتی را انجام داده است، برخی نتایج مطالعات به شرح زیر است:

۱. طی بازدیدی در سال ۱۹۸۵ از صخره‌های مرجانی در بحرین و قطر، پوشش‌های مرجانی در آن زمان به‌طور متوسط ۵۰ درصد سالم بودند، ولی طی بازدیدی که چند سال بعد انجام شد پوشش‌های مرجانی تقریباً صفر بوده و صخره‌ها از جلبک دریایی و لجن پوشیده شده‌اند و مرجان‌ها از هم پاشیده‌اند.

۲. یکی از دلایل نابودی صخره‌های مرجانی آلودگی‌های حاصل از کوره ذوب آلومینیم در جبل علی (دبی) است و همچنین این مقاله به آلودگی‌های منطقه صنعتی واقع در ابوظبی (امارات متحده عربی) اشاره دارد.

با این حال پرفسور شپرد به آینده امیدوار است و طرح انتقال مرجان‌ها به مناطق دیگر و پرورش آنها و ظرفیت‌سازی را از جمله راهکارها می‌داند.

متأسفانه دوسوم از کل مرجان‌های خلیج فارس به دلیل آلودگی‌های موجود در معرض نابودی قرار دارند. دلایل نابودی مرجان‌ها را می‌توان به شرح زیر عنوان کرد.

- صید بی‌رویه توسط غواصان،
- احداث اسکله‌های نفتی و باراندازها و به دنبال آن افزایش غلظت آب،
- توسعه شهری و ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی و کوتاهی وزارت نیرو در این مورد (برای مثال اطراف جزیره قشم)،
- ورود آلاینده‌ها در اثر حرکت نفت‌کش‌ها و شناورها، رها کردن آب توازن کشتی‌ها، حفاری‌ها و عملیات کشف نفت، تراوش و استخراج نفت، ریختن زباله‌ها از داخل شناورها،
- قاچاق مرجان‌ها توسط افراد سودجو.

البته تنها ایران را نمی‌توان مسبب اصلی آلودگی دریای خلیج فارس دانست و باید ۸ کشور ساحلی این دریا را در آلودگی خلیج فارس سهیم دانست. به‌طوری‌که، ساخت جزیره مصنوعی در آب‌های خلیج فارس از سوی امارات متحده عربی پروژه‌ای است که تا ۱۰ سال آینده به نتیجه می‌رسد و به‌طور حتم این امر می‌تواند تهدید جدی برای آب‌های خلیج فارس باشد.

راهکارهای مقابله با نابودی مرجان‌ها هم عبارتند از:

- جلوگیری از صید بی‌رویه مرجان‌ها.
- تکثیر جنسی و غیرجنسی مرجان‌ها.

طرح تکثیر جنسی و غیرجنسی مرجان‌ها در آب‌های خلیج فارس در ایران مطالعه شده است. حدود ۴۰ نقطه از دریای عمان و خلیج فارس برای اضافه کردن مرجان‌ها شناسایی شده‌اند. به ازای هر نقطه یک هکتار مرجان تکثیر شده وارد آب‌های دریای عمان و خلیج فارس می‌شود.

- جلوگیری از تخلیه فاضلاب‌های خانگی به خلیج فارس و تصفیه فاضلاب‌ها که بر عهده وزارت نیرو است.

- در حالی که به لحاظ اهمیت جلوگیری از آلودگی و حفظ محیط زیست خلیج فارس در ارتباط با اکتشافات، حفاری‌ها و آلودگی‌های نفتی سازمان‌های منطقه‌ای مهمی همچون راپی توسط امضاکنندگان کنوانسیون ۱۹۷۸ کویت، (کشوهای حاشیه خلیج فارس و حتی امارات عربی متحده)، تشکیل شده و فعالیت می‌کنند، اما تاکنون اقدامات جدی و بازدارنده‌ای در این رابطه از سوی هیچ‌یک از کشورها به‌طور گروهی و یک‌جانبه انجام نشده است.

- بالا بردن سطح فرهنگ و اطلاعات بومی‌های جزایر نسبت به گونه‌های دریایی.

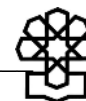
- بالا بردن رقم جریمه‌ها برای متخلفان (قاچاقچیان مرجان).

پاتوق قاچاقچیان در جزایر دور از دسترس مثل هرمز و لارک است. زیرا نظارت بر آنها ضعیف‌تر است. از طرفی در حال حاضر جریمه برای قاچاق هر کیلوگرم مرجان ۱۰۰ هزار تومان است که رقم این جریمه در قوانین محیط زیست ۳ تا ۵ میلیون شده است.

۲۵. تحلیل SWOT

روش SWOT که در فارسی با نام تحلیل سوات هم شناخته می‌شود یکی از ابزارهای برنامه‌ریزی استراتژیک است که برای ارزیابی وضعیت داخلی و خارجی یک فضا و محیط جغرافیایی یا سازمان استفاده می‌شود. SWOT در انگلیسی حروف اول کلمات قوت (Strength)، ضعف (Weakness)، فرصت (Opportunity) و تهدید (Threat) است. از این روش علاوه بر برنامه‌ریزی استراتژیک به‌طور کلی در تحلیل وضعیت فضای جغرافیایی یا سازمان‌ها استفاده می‌شود. در واقع تحلیل SWOT را باید ابزاری کارآمد برای شناسایی شرایط محیطی و توانایی درونی محیطی یا سازمان بدانیم. این تحلیل را علاوه بر SWOT در برخی متون به‌صورت TOWS نیز آورده‌اند.

در برنامه‌ریزی راهبردی، به‌ترتیب چشم‌انداز (Vision)، رسالت (Mission)، اهداف (Objectives)، راهبردها (Strategies)، عناوین برنامه‌ها (Projects) و فعالیت‌ها (Activities) برای فضای جغرافیایی، سازمان یا تشکل مورد نظر تعریف می‌شود. چشم‌انداز و رسالت بر مبنای نظر بالاترین مرجع تصمیم‌گیر (که می‌توان اساسنامه مصوب مجمع عمومی در نظر گرفت) تعیین می‌شود. اهداف نیز براساس رسالت تعیین شده مشخص می‌شود. در واقع رسالت یا مأموریت، وظایف کلی و دورنمای فعالیت‌های تشکل را مشخص می‌کند و



اهداف، مسیرهای رسیدن به این رسالت است. برای تعیین راهبردها، ابتدا نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها (Strength, Weakness, Opportunity, Threats) با نگاهی به فضای داخلی و عوامل بیرونی بررسی می‌شود که بر مبنای آن و با استفاده از ماتریس SWOT، راهبردها استخراج می‌شوند (نمونه‌های جداول استفاده از ماتریس SWOT).

جدول ۱۰. SWOT (نمونه ۱)

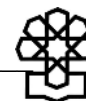
	فرصتها O	تهدیدها T
نقاط قوت S	راهبردهای SO	راهبردهای ST
نقاط ضعف W	راهبردهای WO	راهبردهای WT

جدول ۱۱. تحلیل SWOT گزارش بررسی فعالیت‌های اقتصاد منطقه‌ای مبتنی بر اقتصاد دریا محور^۱

امتیاز	میزان تأثیرگذاری (۱-۵)	وزن	عنوان عامل	
			نقاط قوت	ردیف
۲۰	۵	۴	سواحل وسیع و طولانی در حاشیه دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان	۱
۲۵	۵	۵	دسترسی به آب لب‌شور و شور	۲
۲۵	۵	۵	تنوع در گیاهان شورزی	۳
۲۵	۵	۵	سابقه کشت گیاهان شورزی در کشور و خارج از کشور	۴
۲۵	۵	۵	وجود کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن و داشتن تجربه لازم	۵
۱۲۰	-	-	جمع امتیاز	
امتیاز	میزان تأثیرگذاری (۱-۵)	وزن	عنوان عامل	
			نقاط ضعف	ردیف
۲۰	۵	۴	عدم اجرای طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور	۱
۲۰	۵	۴	تصاحب اراضی ساحلی توسط افراد و نوسانات آب دریای خزر و مشکلات پیرامونی آن	۲
۱۶	۴	۴	تخریب و تغییر اکوسیستم‌های طبیعی بر اثر دستیاری‌های متعدد	۳
۲۵	۵	۵	عدم توسعه کافی زیرساخت‌ها برای کشاورزی با آب‌شور	۴
۱۶	۴	۴	بال بودن هزینه‌های تولید آب‌شیرین‌کن‌ها	۵
۹	۳	۳	مشکلات زیست‌محیطی آب‌شیرین‌کن‌ها	۶
۱۰۶			جمع	

۱. برای امتیازدهی جدول SWOT در این بخش سعی شد به روش کتاب مدیریت استراتژیک فریدار، دیوید (ترجمه علی پارسائیان و محمد اعرابی ۱۳۸۶) استفاده شود. برای این منظور از ۲۲ کارشناس خبره و آشنا به مسائل کشاورزی، آب کشاورزی و آب‌شیرین‌کن در مراکز تحقیقاتی کشاورزی و کارشناسان کشاورزی در وزارتخانه مزبور نظرخواهی شد و امتیازات داده شده توسط آنها به‌طور میانگین در این جدول آورده شد.

امتیاز	میزان تأثیرگذاری (۱-۵)	وزن	عنوان عامل	
			نقاط قوت	ردیف
عنوان عامل				
امتیاز	میزان تأثیرگذاری (۱-۵)	وزن	فرصت‌ها	ردیف
۲۵	۵	۵	۳۰ درصد مرزهای کشور آبی است	۱
۲۵	۵	۵	امکان مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور با مشارکت ۱۸ دستگاه اجرایی	۲
۲۰	۵	۴	استفاده از منابع آب دریایی در تولید گندم، جو، جلیبک و غیره	۳
۲۵	۵	۵	ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان در زمره کشورهای با محدودیت منابع آب قلمداد می‌شود که استفاده از آب شور دریا در فعالیت‌های کشاورزی و تأمین آب شرب باید مورد توجه قرار گیرد	۴
۲۵	۵	۵	دریاچه خزر محیط آبی لب‌شور است که برای فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند زمینه‌های مناسبی باشند	۵
۱۶	۴	۴	طرح انتقال آب دریای خزر به کویر مرکزی و خلیج فارس است که جزئیات طرح با اماواگرها روبرو است، اما فرصتی می‌تواند برای تأمین آب باشد، زیرا شیرین کردن آب دریای خزر کم‌هزینه‌تر از عمان است	۶
۱۶	۴	۴	استان گلستان به دلیل وفور بسیار مطلوب گیاهان شورزی از قابلیت‌های زیادی برای کشت این نوع گیاهان برخوردار است	۷
۲۰	۴	۵	از جمله طرح‌هایی که در زمینه کشاورزی با آب شور دریا در ایران مطرح است، طرح کشت داربستی سبزی و صیفی‌جات در استان هرمزگان و کشت گیاه سالیکورنیا در سواحل دریایی و گندمکاری با آب شور و لب‌شور	۸
۲۰	۵	۴	خدمات زیست‌محیطی شورورزی، احیای زمین‌های بیابانی، ساحلی و حاشیه‌ای در مناطق مبتلا به شوری با کشت انواع گیاهان مرتعی و درختان شورزی مناسب و سازگار، دستاوردهای متعددی را به دنبال خواهد داشت	۹
۲۰	۵	۵	ایران می‌تواند با توجه به سواحل دریایی و اراضی ساحلی از کشورهای مهم تولید و صادرکننده جلیبک باشد که جنبه مصرف انسانی، دام و دارو دارد	۱۰
۲۲۲			جمع	
تهدیدها				
۱۶	۴	۴	پایین بودن خدمات سطح خدمات کشاورزی و منابع آب در مناطق ساحلی کشور	۱
۹	۳	۳	دفن غیربهداشتی پسماندهای شهری و روستایی در حاشیه سواحل دریایی	۲
۲۵	۵	۵	آلودگی زیست‌محیطی ناشی از دفع فاضلاب به دریا، آلودگی‌های نفتی و گازی	۳



امتیاز	میزان تأثیرگذاری (۱-۵)	وزن	عنوان عامل	
			نقاط قوت	ردیف
۲۵	۵	۵	متکی بودن به قدرت‌های خارجی کشورهای حاشیه‌ای خزر و خلیج فارس و کشاندن نیروهای خارجی به منطقه	۴
۹	۳	۳	ضعف تکنولوژی	۵
۱۶	۴	۴	وجود خشکسالی‌های پی‌درپی در کشور و تحمیل هزینه‌های تأمین آب شیرین از دریا و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از آن	۶
۱۰۰	جمع			

مجموع امتیازهای نقاط ضعف و قوت، فرصت‌ها و تهدیدهای این پروژه به شرح زیر است:

مجموع امتیازات نقاط قوت: ۱۲۰

مجموع امتیازات نقاط ضعف: ۱۰۶

مجموع امتیازات فرصت‌ها: ۲۲۲

مجموع امتیازات تهدیدها: ۱۰۰

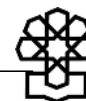
با توجه به امتیازهای ذکر شده، مشخص شد که زمینه‌های کاری و بارگذاری اقتصادی تحت عنوان فرصت‌های اقتصادی دریامحور بسیار زیاد است. این فرصت‌ها از لحاظ امتیازی بر سایر عوامل نظیر تهدیدها غالب است. اما آنچه باعث شده تاکنون از این فرصت‌ها استفاده مطلوب به عمل نیاید نقاط ضعفی است که مهمترین آنها عدم مدیریت، عدم توسعه زیرساخت‌ها، ضعف تکنولوژی و مشکلات آلاینده‌های زیستی است. همچنین تهدیدها از جمله تحریم‌های یکجانبه، تنش‌های سیاسی و همسو نبودن سیاست‌های کشورهای منطقه‌ای با یکدیگر از عوامل مهم محسوب می‌شوند که در تشدید ناکامی‌های اقتصاد دریامحور مؤثرند. بنابراین برای برداشت این موانع لازم است از نقاط قوت کشور نظیر استفاده بهینه از توان‌های محیطی ساحلی و فراساحلی، موقعیت و استراتژیک خاص کشور، مجموع دانش‌های فراگیر بومی، دیپلماسی و دانشگاهی استفاده شود تا با شکستن تحریم‌ها بتوان از ظرفیت‌های بی‌بدیل کشور استفاده بهینه کرد. این کار میسر نمی‌گردد مگر با استفاده از تمامی فرصت‌ها، رفع تهدیدها و برطرف کردن نقاط ضعف که می‌توان به اهداف این طرح رسید.

جمع‌بندی و راهکارها

از مباحث این بخش موارد زیر حاصل شده است:

- جمهوری اسلامی ایران به دلیل قرارگرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان در زمره کشورهای با محدودیت منابع آب قلمداد می‌شود و به همین دلیل نیز این ماده حیاتی در ایران، یک

- نیاز مهم ارکان توسعه کشور است که توسعه سایر بخش‌ها در گروی بهره‌برداری پایدار از آن است.
- آب شیرین نه یک منبع جهانی، بلکه منبعی منطقه‌ای محسوب می‌شود که در حوزه‌های آبخیز خاصی از جهان قابل دسترس است و به دلیل محدودیت آن به اشکال مختلفی یافت می‌شود.
 - توزیع جریان‌های آبی نیز در سطح جهان نامتعادل است و با توزیع جمعیت تناسب ندارد.
 - از مجموع کل آب‌های جهان، ۹۷/۴ درصد آن را آب‌شور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند که به دلیل شوری در عمل قابل استفاده نیستند. ذخایر آب شیرین تنها ۲/۶ درصد کل حجم ذخایر آب‌های سطح زمین را شامل می‌شود که بخش اعظم آن به صورت یخ در قطب‌های کره زمین و یخچال‌های طبیعی (۱/۹۸ درصد) و آب‌های زیرزمینی (۰/۵۹ درصد) وجود دارند که در دسترس نیستند.
 - از مجموع آب‌های کره زمین تنها ۰/۰۱۴ درصد آب قابل استفاده بوده و در واقع حیات آدمی وابسته به همین مقدار اندک آب است. از این مقدار نیز حدود ۰/۰۰۱ درصد، آب موجود در اتمسفر، رودخانه‌ها، گیاهان و جانوران، ۰/۰۰۵ درصد رطوبت خاک و ۰/۰۰۷ درصد آب شیرین موجود در دریاچه‌هاست.
 - برای متناسب کردن توزیع زمانی و مکانی منابع آب با نیازها، حجم عظیمی از منابع مالی و نیروی انسانی ملل دنیا برای ایجاد، بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات آب مصرف شده و از دیگر سو این افزایش رفاه، آثار و تبعات منفی بسیاری را نیز به ارمغان آورده است که در رأس آن تخریب، ضایع شدن و آلودگی منابع آب و محیط زیست است که برخاسته از اقدام نسنجیده بشر برای ارتقای سطح رفاه خود است.
 - کمبود منابع آبی همواره به‌عنوان یک عامل محدودکننده فعالیت‌ها در کشور مطرح بوده و است.
 - توزیع مکانی آب در ایران به دلیل شرایط طبیعی بسیار ناهمگن است. توزیع زمانی نزولات جوی در کشور نیز مانند توزیع مکانی روند مشابهی را نشان می‌دهد و میزان آن در سال‌های مختلف و حتی فصول گوناگون متغیر بوده و این مسئله مشکلات متعددی را در چند سال اخیر برای بخش‌های مختلف، به‌ویژه بخش کشاورزی و تأمین آب شرب شهرها به همراه داشته و زیان‌های فراوانی را به این بخش تحمیل کرده است.
 - منابع آب تجدیدشونده کشور با توجه به وضعیت بارندگی (حدود ۲۴۰ میلی‌متر بارندگی و کمتر از حد متوسط بارندگی جهان)، پوشش گیاهی و سایر عوامل تأثیرگذار در حجم نزولات جوی، حدود ۱۳۰ تا ۱۳۹ میلیارد مترمکعب در سال است که حجم قابل استحصال و با احتساب آب‌های برگشتی حدود ۱۲۶ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود.
 - از کل آب‌های تجدیدشونده حدود ۱۰۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های نفوذی به منابع زیرزمینی تشکیل می‌دهند. در حالی که متوسط حجم کل آب



سالیانه کشور رقم ثابتی است، اما تقاضا برای آب به علت رشد جمعیت، توسعه کشاورزی، شهرنشینی و صنعت در خلال سال‌های اخیر، متوسط سرانه آب قابل تجدید کشور را تقلیل داده است. به طوری که این رقم در سال ۱۳۴۰ حدود ۵۵۰۰ مترمکعب بود و در سال ۱۳۵۷ حدود ۳۴۰۰ مترمکعب، در سال ۱۳۶۷ حدود ۲۵۰۰ و در سال ۱۳۷۶ حدود ۲۱۰۰ مترمکعب کاهش یافته است. این میزان با توجه به روند افزایش جمعیت کشور در سال ۱۳۸۵ به حدود ۱۷۵۰ تنزل یافته است و در افق سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۳۰۰ مترمکعب تنزل خواهد یافت.

- یکی از بهترین راهکارها در جهت جایگزینی منابع آب تجدیدشونده و آب‌های سطحی، استفاده از منابع آب شور دریاها و روش‌های شیرین‌سازی آب است. این منابع از حیث مقدار و میزان در مقایسه با نیازهای موجود نامحدود تلقی می‌شوند و هم‌اکنون از سوی بسیاری از کشورهای کم آب مورد توجه قرار گرفته‌اند.

- برای تحقق این هدف می‌توان با راهکارهای جدید اقدام به بهره‌برداری از دریا کرد که تأمین منابع آبی جدید در قالب استفاده از آب شیرین‌کن‌ها، استفاده از آب شور در کشاورزی، پرورش گیاهان دریایی و آب مجازی و صنایع تبدیلی از آن جمله است.

- هم‌اکنون در کشور ۴۲۳ هزار مترمکعب آب شیرین تولید می‌شود. مسلماً با احداث کارخانه‌های آب شیرین‌کن بیشتر، این مقدار افزایش خواهد یافت و استفاده از آب شیرین‌کن‌ها می‌تواند یکی از راه‌های تأمین منابع آبی استان‌های ساحلی کشور باشد. ایران رتبه نهم در شیرین‌سازی آب دریا را دارد.

- پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ آب مورد نیاز بیش از ۶۰ درصد از جمعیت کره زمین، از طریق فرآیندهای شیرین‌سازی تهیه شود.

- بزرگ‌ترین کشورهای تولیدکننده آب شیرین از دریا به ترتیب اولویت به شرح جدول زیر است.

جدول ۱۲. بزرگ‌ترین کشورهای تولیدکننده آب شیرین از دریا

(مترمکعب در روز)

ظرفیت	محل نصب	کشور
۸۸۰۰۰۰	شعیب ۳	عربستان
۸۸۰۰۰۰	رأس الزور	عربستان
۷۳۰۰۰۰	الجیل	عربستان
۶۰۰۰۰۰	جبل علی	امارات
۵۶۷۰۰۰	الطور شمالی	کویت
۴۵۵۰۰۰	شویهات	امارات
۴۵۴۶۰۰	شویهات ۲	امارات
۴۵۴۲۰۰	سانفرانسیسکو	آمریکا
۴۵۴۰۰۰	فجیره ۲	امارات
۴۰۸۶۰۰	قید فاء	امارات

کارخانه‌های آب شیرین‌کن فعال در ایران به شرح جدول زیر است:

جدول ۱۳. کارخانه‌های آب شیرین‌کن فعال در ایران

سال آغاز کار	کیفیت آب (TDS)	ظرفیت (m ³ /d)	محل	شرکت
۱۹۹۸	<10ppm	۱۰۰۰	جزیره خارک	پتروشیمی خارک
۱۹۹۹	<10ppm	۱۰۰۰	جزیره سیری	نفت فلات قاره ایران
۲۰۰۰	<5ppm	۲۴۰۰	بندرعباس	برق هرمزگان
۲۰۰۲	<10ppm	۵۸۰۰	عسلویه	پتروشیمی مبین
۲۰۰۳	<10ppm	۱۲۰۰	جزیره لاوان	نفت فلات قاره ایران
۲۰۰۴	<10ppm	۱۵۰۰	میدان گازی پارس جنوبی	AGIP ENL ایران
۲۰۰۴	<10ppm	۱۲۰۰	جزیره لاوان	نفت فلات قاره ایران

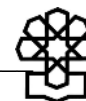
- هزینه‌های آب آشامیدنی تولیدشده توسط دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن به شرح جدول زیر است و مزایا و معایب آب‌شیرین‌کن‌های خلیج فارس هم در جدول بعدی درج شده‌اند.

جدول ۱۴. تجزیه و تحلیل هزینه‌های آب آشامیدنی تولیدشده در فرآیندهای شیرین‌سازی

هزینه‌های تخمینی به ازای هر متر آب قابل شرب / دلار	فرآیند شیرین‌سازی
۰/۴۴	الکترودیالیز - فلش چندمرحله‌ای (EDMSF)
۰/۵۳	فناوری غشایی (MT)
۰/۵۲	فلش چندمرحله‌ای (MSF)
۰/۴۵	تبخیر لوله عمودی (VTE)
۰/۴۵	اسمز معکوس (RO)
۰/۳۹	تبخیر/ بخار تحت فشار (VCE)
۰/۳۵	انجماد تبرید ثانویه (SRF)

جدول ۱۵. مزایا و معایب انواع کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن خلیج فارس

هزینه‌های عملیاتی	هزینه‌های پمپ فشار بالا	نرم‌افزارهای کارخانه‌ای	سرمایه‌های فشرده	فرآیند نمک‌زدایی
زیاد	کم High	زیاد High	زیاد	تقطیر فلش چندمرحله‌ای MultiFlashDistillation High
زیاد	کم Low	زیاد High	زیاد High	نمک‌زدایی چند اثر High
زیاد	متوسط	متوسط	زیاد	اوپراتور لوله عمودی High
متوسط	زیاد High	زیاد	زیاد	Vapor Compression Evaporato Medium فشرده‌سازی بخار اوپراتور
کم Low	زیاد High	کم Low	زیاد	Reverse Osmosis with Membrane Modules اسمز معکوس با ماژول‌های غشایی
کم	زیاد High	متوسط	متوسط	انجماد خلأ فشرده‌سازی بخار MediumLow



- در حال حاضر ۵۱ واحد آب شیرین کن در بوشهر، ۹۱ واحد در هرمزگان و جزایر اطراف آن، ۲۰ واحد در سیستان و بلوچستان و ۵ واحد در استان خوزستان نصب شده‌اند. ۵ پروژه آب شیرین کن هم در شهرهای مختلف هرمزگان به روش‌های مختلف MSF, VC, MED RO در دست اجرا قرار دارند. این طرح که به نام طرح ساقی کوثر معروف است ۱۳۰ هزار مترمکعب در شبانه روز ظرفیت تولید آب شیرین دارد. از مزایای اجرای این طرح می‌توان به ایجاد محور توسعه، کارآفرینی، اشتغال‌زایی، بومی‌سازی صنعت آب شیرین کن اشاره کرد.
- برای شیرین کردن آب شور، چندین روش پیشنهاد شده است. این روش‌ها براساس تقطیر، عبور از غشاهای، انجماد، مرطوب‌سازی و فرآیندهای شیمیایی‌اند. اما روش‌های اسمز معکوس و روش‌های تبخیری متداول‌ترین شیوه آب شیرین کن است.
- در کشورهای حاشیه جنوبی خلیج فارس ۷۵ درصد آب شیرین از طریق شیرین‌سازی آب دریا به دست می‌آید، هزینه تولید هر مترمکعب آب شیرین به‌طور متوسط ۰/۵ دلار است.
- فاکتورهای زیادی بر اقتصادی بودن یک واحد نمک‌زدایی برای استحصال آب شیرین مؤثرند؛ مانند ظرفیت و سهولت دسترسی، کیفیت آب ورودی، موقعیت، نوع مصرف آب (گیاه، حیوان یا انسان)، نیروی کار، انرژی، سرمایه و تمرکز مصرف‌کنندگان.
- در حال حاضر، رژیم صهیونیستی آب را با هزینه‌ای معادل ۰/۵۳ دلار آمریکا برای هر مترمکعب شیرین می‌کند. این مبلغ در سنگاپور معادل ۰/۴۳ دلار می‌شود. هزینه تولید هر مترمکعب آب شیرین در عربستان سعودی از ۲/۲۰ دلار تا ۰/۴۸ دلار، در امارات متحده عربی از ۱/۴۵ دلار تا ۱ دلار، در قطر از ۱/۶۴ دلار تا ۱/۱۴ دلار و در بحرین ۰/۵۶ دلار است.
- مطالعات نشان می‌دهند در سیدنی هزینه شیرین کردن آب شور از جمع‌آوری آب باران و ایجاد زیر ساخت‌های گسترده آن ارزان‌تر تمام می‌شود.
- یکی از ملاحظات مهم در مورد آب شیرین‌کن‌ها نحوه تأمین آب شور ورودی واحد نمک‌زدایی به‌ویژه در مواردی است که آب شیرین‌کن با یک نیروگاه ترکیب شده است. از این رو تخمین زده می‌شود که ۹۰ درصد جانوران دریایی موجود در آب ورودی به آب شیرین‌کن‌ها، اعم از پلانکتون‌ها، تخم و لارو ماهی‌ها، در حین فرآیند شیرین‌سازی از بین می‌رود.
- مسئله زیست‌محیطی دیگری که در مورد آب شیرین‌کن‌ها مطرح است مسئله نشر گازهای گلخانه‌ای است. مسئله پساب شور خروجی مسئله دیگر زیست‌محیطی است. برای به حداقل رساندن آثار زیانبار زیست‌محیطی بازگرداندن پساب شور به دریاها آن را با جریان‌های دیگر آب، مثل پساب نیروگاه‌ها و غیره رقیق باید کرد.
- پساب شور می‌تواند در بعضی از نواحی آسیب‌های جدی به محیط زیست وارد کند، برای مثال

- در مناطقی که میزان شفافیت پایین و سرعت تبخیر بالاست، خلیج فارس، دریای احمر، لاگون‌ها و جزایر مرجانی و سایر جزایر گرمسیری مثال‌هایی از این مناطق‌اند.
- دریاچه خزر محیط آبی لب‌شور است که حجم قابل توجهی آب شیرین از حوزه آبریز خود دریافت می‌کند. برای تثبیت آب آشامیدنی برای مردم و آب آبیاری برای کشاورزی لازم است که آب دریای خزر شیرین شود.
- طبق مطالعاتی که در آذربایجان انجام شده اگر شرکتی حدود ۵۰۰۰۰۰ دلار در پروژه شیرین‌سازی آب با استفاده از انرژی‌های خورشیدی سرمایه‌گذاری کند پس از ۱۰ سال به مبلغ ۵۰۰۰۰۰ دلار سرمایه اولیه خود به‌علاوه ۴۲۳۵۱۷ دلار به‌عنوان سود دست خواهد یافت.
- در بهار سال ۲۰۱۲ رئیس‌جمهوری ترکمنستان دستور داد برای ساخت‌وساز آب‌شیرین‌کن‌ها در سواحل دریای خزر یک کمیسیون دولتی تشکیل شود. در حال حاضر دانشمندان در حال کار روی شیرین‌سازی آب دریای خزر و استفاده از آن در اقتصادند.
- در کشور ترکمنستان اخیراً کارخانه آب‌شیرین‌کن راه‌اندازی شده است. این کارخانه آب‌شیرین‌کن در شهر اکرم واقع شده که دارای ظرفیت خالص ۵۰۰۰ مترمکعب در روز برای تأمین آب آشامیدنی حدود ۲۰۰۰۰ نفر جمعیت در مساحت تقریباً ۳۰۰۰ کیلومترمربع می‌شود.
- در ایران بزرگ‌ترین و مهمترین طرح‌ها در زمینه شیرین‌سازی و انتقال آب، طرح انتقال آب دریای خزر به کویر مرکزی و خلیج فارس است که جزئیات طرح با اما و اگرها روبرو است.
- شیرین کردن آب دریای خزر کم‌هزینه‌تر از عمان است و برای همین انتقال آن مقرون به‌صرفه‌تر از طرح انتقال دریای عمان است. دریای عمان به لحاظ ارتفاع و شوری پرهزینه‌تر است.
- در اسناد حقوق بین‌الملل به‌صورت خاص به انتقال آب اشاره نشده است و مطابق حقوق دریایی ژنو هم محدودیتی وجود ندارد. نمونه بین‌المللی آن انتقال دریای سرخ به دریای مرده بود که قرار بود از طریق یک کانال توسط اردن و فلسطین اجرا شود.
- در مورد انتقال آب دریای خزر به مرکز ایران و آب‌های آزاد جنوب چند مسئله باید مورد توجه باشد. مثلاً بحث اقتصادی و هزینه‌های طرح مهم است. همچنین موضوع بعدی بحث امنیتی است. چون این آبراه کشور را به دو بخش تقسیم می‌کند. بنابراین جمع‌بندی آن است که اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.
- بعد از اعلام موضع دولت ایران مبنی بر طرح انتقال آب خزر به بخش مرکزی کشور، چهار همسایه ایران در شمال که سهم مشترک از دریای خزر با ایران دارند دو موضع کاملاً متفاوت در مقابل این طرح گرفته‌اند. کارشناسان روسی و قزاقستانی از طرح ایران برای انتقال و شیرین‌سازی آب دریای خزر به‌شدت ابراز نگرانی کرده‌اند، ولی آذربایجان و ترکمنستان مشکلی با اجرای طرح نداشته‌اند.



- ملاحظات زیست‌محیطی آب‌شیرین‌کن‌ها در خزر این است که غلظت خروجی آب‌شیرین‌کن‌ها ۵۰ گرم بر لیتر یعنی بیش از ۴ برابر شوری معمولی خزر است.
- گسترش آب‌شیرین‌کن‌ها در حاشیه دریای خزر با توجه به حساسیت منطقه دریایی طرح و وجود گونه‌های بومی (۲۴ درصد گونه‌های موجود در محدوده طرح بومی منطقه‌اند)، وجود گونه‌های متعدد فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در منطقه که حلقه اول زنجیره غذایی‌اند که در نهایت به فک خزری به‌عنوان گونه‌ای در معرض خطر انقراض می‌رسد و نیز شیرین یا لب‌شور پسند بودن آبزیان منطقه نابودی کامل گونه‌های منطقه، حیات جانوری و گیاهی منطقه و آسیب‌های جدی به محیط زیست فیزیکی و زیستگاه‌های دریایی و ساحلی را دربر خواهد داشت.
- استفاده از آب‌شور در کشاورزی از موارد متداول در سایر مناطق دنیاست. در استفاده از آب دریا برای آبیاری از دو روش می‌توان استفاده کرد اول روش استفاده متناوب از آب‌های شور و غیرشور (کاربرد هر آب به‌طور جداگانه و تناوبی با مقدار و تناوب برنامه‌ریزی‌شده و دوم استفاده از آب‌های شور و غیرشور اختلاط یافته (کاربرد مخلوط آب‌های شور و غیرشور با نسبت معین اختلاط).
- استان گلستان به‌دلیل وفور بسیار مطلوب گیاهان شورزی از قابلیت‌های زیادی برای کشت این نوع گیاهان برخوردار است. استان خوزستان هم در این زمینه به‌دلیل وفور حجم زیادی از زهاب‌های مجتمع‌های نیشکر و صنایع جانبی در استان و همچنین غنای مطلوب جمعیت گیاهان شورزی، از توانایی زیادی برخوردار است.
- طرح‌های قابل اجرای شورورزی در مناطق مختلف به‌شرح جدول زیر است:

جدول ۱۶. طرح‌های قابل اجرای شورورزی در مناطق مختلف کشور

مناطق مناسب برای اجرا	فرآورده یا فعالیت‌های جانبی	فعالیت اقتصادی شورورزی
اکثر استان‌های فلات مرکزی و ساحلی کشور	روغن خوراکی، روغن صنعتی، روغن کشتی، کنجاله، خوراک دام	دانه‌های روغنی
اکثر استان‌های فلات مرکزی، استان گلستان و استان‌های ساحلی جنوب کشور	چوب، خمیر کاغذ، علوفه	جنگل زراعی
استان‌های ساحلی جنوب کشور	آب شیرین، نمک (ترکیب شیمیایی)، کشت گلخانه‌ای	آب شیرین و مواد معدنی
اکثر مناطق شور کشور، اعم از عرصه‌های ساحلی و داخلی	کودهای زیستی ویژه برای شرایط شور	میکروبیولوژی
استان‌های ساحلی جنوب کشور (خوزستان، هرمزگان، بوشهر، بلوچستان)	اکوتوریسم، علوفه، میوه، زنبورداری	جنگل مانگرو
خلیج گرگان (استان گلستان و سواحل جنوبی کشور)	گردشگری، خوراک دام، کمپوست، آب‌شیرین‌کن، گلخانه، جنگل زراعی، میگو، گیاهان شورزی، اقتصادی، بهبود کیفیت محیط زیست ساحلی، فرآوری محصولات دریایی	کشت و صنعت شورورزی

- در صورت اجرای طرح در نواحی ساحلی جنوب کشور، کشت درختان حرا به‌طور اکید توصیه می‌شود. ایجاد جنگل‌های دست کاشت حرا باعث بهبود تنوع زیستی محل (تعداد آبزیان، پرندگان و جانداران دیگر) و زیباسازی منطقه خواهد شد و فرصت ارائه خدمات گردشگری را نیز فراهم می‌سازد. همچنین تولید علوفه، میوه و پرورش زنبور عسل از جمله فعالیت‌های اقتصادی جانبی آن محسوب می‌شوند.

- از جمله طرح‌هایی که در زمینه کشاورزی با آب‌شور دریا در ایران مطرح است، طرح کشت داربستی سبزی و صیفی‌جات در استان هرمزگان و کشت گیاه سالیکورنیا در سواحل دریایی و گندمکاری با آب‌شور و لب‌شور در استان گلستان است.

- تاکنون طرح کشت داربستی سبزی و صیفی‌جات با استفاده از آب‌شور دریا ابتدا به‌صورت آزمایشی در ۶/۵ هکتار از زمین‌های کشاورزی نزدیک به دریا در شهرستان‌های بندرلنگه، بندرعباس، قشم، میناب و سیریک با موفقیت اجرا شده و زیرکشت داربستی گوجه‌فرنگی رفته است. از هر هکتار ۱۵۰ تن محصول برداشت می‌شود و برای اجرای این طرح ۹۵۰ میلیون ریال هزینه شده است.

- برای اجرای این نوع طرح یک چاه کوچک در کنار دریا حفر و روی آن یک آب‌شیرین‌کن کوچک نصب می‌شود که میزان شوری آب دریا را از ۴۰ هزار (EC) به ۳۶ هزار کاهش می‌دهد. این چاهک راهی به سفره‌های آب زیرزمینی ندارد و در فاصله ۶۰۰ متری دریا حفر می‌شود. آب چاهک به آب‌شیرین‌کنی که با ظرفیت ۱۵۰ مترمکعب در روز در کنار چاهک قرار دارد منتقل می‌شود.

- با این روش در هر ۱۰۰ هکتار برای ۱۰ نفر به‌طور مستقیم و ۶۰۰ نفر به‌صورت غیرمستقیم شغل ایجاد می‌شود. برای هر هکتار ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیون ریال اعتبار نیاز است. آنچه مسلم است گسترش استفاده از آب‌شور دریا می‌تواند قدمی مؤثر برای دستیابی به موفقیت در امور کشاورزی مناطق ساحلی به شمار رود.

- با بررسی‌های صورت گرفته روی گیاه سالیکورنیا مشخص شد که کشت آن با آب دریا می‌تواند باعث رونق کشاورزی با آب دریا شود. کشت گیاه سالیکورنیا در سواحل دریایی و آبیاری آن با آب‌شور دریا امکانپذیر است.

- کشورهای مکزیک، امارات متحده عربی، عربستان و هند سال‌هاست با تحقیقات در این زمینه توانسته‌اند دانه سالیکورنیا را در مزارعی به وسعت ۲۵۰ هکتار به عملکرد متوسط سالیانه ۷/۱ کیلوگرم در مترمربع به عمل آورند که مساوی یا فراتر از محصول حاصل دانه‌های روغنی سویا یا دیگر دانه‌های روغنی پرورش یافته با استفاده از آبیاری با آب شیرین است.

- خدمات زیست‌محیطی شورورزی، احیای زمین‌های بیابانی، ساحلی و حاشیه‌ای در مناطق مبتلا به شوری با کشت انواع گیاهان مرتعی و درختان شورورزی مناسب و سازگار، دستاوردهای متعددی را به دنبال خواهد داشت.



- کشورهای عربی حوزه خلیج فارس خاک زراعی مرغوب ندارند و حتی خاک باغچه و گلخانه‌های خودشان را از خاک کشاورزی سایر کشورها تهیه می‌کنند. شواهدی وجود دارند مبنی بر اینکه خاک کشاورزی ایران در استان‌های بوشهر و هرمزگان به کشورهای قطر و امارات موسوم به خاک شیرین صادر می‌شود و در مقابل به‌جای اینکه کشور کاری کند تا کشورهای منطقه خلیج فارس بازار مناسبی برای محصولات کشاورزی باشد با فروش خاک زراعی، کشاورزی آنها را تقویت می‌کند و به همان نسبت کشاورزی کشورمان را تضعیف می‌کند.

- ایران می‌تواند با توجه به سواحل دریایی و اراضی ساحلی از کشورهای مهم تولید و صادرکننده جلبک باشد که جنبه مصرف انسانی، دام و دارو دارد.

منابع و مأخذ

۱. پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، ۲۰۱۰.
۲. بانک اطلاعاتی طبیعت و حیات‌وحش ایران، نوشته دکتر بیژن رضوانی، فرهاد منصوری و بهزاد زاده‌وش، سایت wni.ir، شهریور ۱۳۹۲.
۳. ماهنامه دام کشت و صنعت، ش ۹۶، سال هشتم، آذرماه ۱۳۸۶.
۴. لستر، براون. اقتصاد زیست‌محیطی، ترجمه حمید طراوتی، انتشارات نشر هوای تازه، ۱۳۷۹.
۵. پوراصغر، رسنگچین. چالش‌های مدیریت منابع آب کشور، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مجله برنامه و بودجه، ش ۶۴ و ۶۵، ۱۳۷۹.



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۴۲۲۲

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: بررسی قابلیت‌های منطقه‌ای مبتنی بر اقتصاد دریامحور ۱. کشاورزی و استحصال آب

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه کشاورزی)

تهیه و تدوین کنندگان: مراحم رحمتی، فریبا حسینی رشید، دادور لطف‌الله زاده، مریم رحمتی

عاطفه فائقی، بهزاد صیادپور زنجانی

ناظران علمی: محمدرضا محمدخانی، محسن صمدی

مدیر مطالعه: محسن صمدی

منتقاضی: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

ویراستار تخصصی: خسرو خسروی

ویراستار ادبی: قاسم میرخانی

واژه‌های کلیدی:

۱. کشاورزی

۲. زراعت

۳. آب شور

۴. آب شیرین کن

۵. خلیج فارس

۶. دریای عمان

۷. دریای خزر



تاریخ انتشار: ۱۳۹۴/۳/۱۰