نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال دوازدهم. شماره چهل و شش. زمستان۱۴۰۰

بررسی احداث آب‌شیرین‌کن مبتنی برتوان محیطی در سواحل جنوبی خزر

سیده معصومه بنی هاشمی[۱]، کریم سلیمانی *[۲]، داریوش یوسفی کبریا[۳]

تاریخ ارسال:۱۳۹۹/۰۳/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۱۲

مقاله پژوهشی

چکیده

تأمین‌آب یکی از نیازهای بنیادی و اجتناب‌ناپذیر در چرخه طبیعی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد. توسعه روزافزون در سواحل جنوبی خزر ازیک‌طرف و تولید برخی از محصولات استراتژیک با نیاز آبی بالا مانند برنج، سبب توجه به موضوع تأمین منابع آب به‌ویژه در کشاورزی، شرب و صنعت گردیده است. با توجه به محدودیت منابع آب شیرین موجود، نمک‌زدایی از آب دریای خزر، به‌عنوان راه‌حلی بالقوه برای جایگزینی آب در این منطقه مدنظر می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی امکان بهره‌برداری از فناوری نمک‌زدایی و شناسایی مکان‌های مناسب برای احداث آب‌شیرین‌کن در خزر با روش تحلیل چند معیاره AHP و در نظر گرفتن ظرفیت و توان زیست‌محیطی سواحل جنوبی این دریا در محدوده استان مازندران انجام گردیده است. نتایج این مطالعه که با رویکرد ارزیابی اثرات زیست‌محیطی نمک‌زدایی در دریای خزر انجام‌گرفته نشان داده است، ۳۰ درصد از نوار ساحلی مازندران مناسب، ۳۴ درصد نامناسب و ۲۰ درصد نسبتاً مناسب برای احداث واحدهای آب‌شیرین‌کن می‌باشد. این مطالعه موضوع مدیریت پساب نمک‌زدایی را در معیارهای جانمایی و طراحی واحدها در سواحل جنوبی خزر مورد تأکید قرار داده و استفاده از روش‌های نوین مدیریت پساب شور را در افزایش ظرفیت و توان محیطی برای نمک‌زدایی آب دریای خزر مؤثر می‌داند.

واژه‌های کلیدی: پساب شور، دریای خزر، نمک‌زدایی، محیط‌زیست.

[۱] دانشجوی دکترای علوم و مهندسی آبخیزداری، گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران، mbanihashemi@hotmail.com

[۲] استاد ، گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، ۰۹۱۱۱۵۲۱۸۵۸، solaimani2001@yahoo.co.uk *(نویسنده مسئول)

[۳] دانشیار ، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ایران، kebria111@gmail.com

مقدمه

رشد جهانی جمعیت، شهرنشینی و تغییر آب‌وهوا، منابع آب را به‌شدت کاهش داده است. به‌علاوه، تأمین آب شیرین برای مناطق شهری، اگر غیرممکن نباشد، دشوارتر شده است. بدون شک، آینده به اجرای فناوری‌های جدید مانند شیرین‌سازی و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده تکیه خواهد داشت. شیرین سازی به‌ویژه در مناطق ساحلی، مؤثرترین راهکار برای تأمین پایدار آب برای طولانی‌مدت در مقایسه با سایر گزینه‌ها می‌باشد (Zotalis et al., 2014).

تاریخچه تولید آب با فرآیندهای نمک‌زدایی در جهان به شکل صنعتی به اوایل قرن بیستم برمی‌گردد. تا سال ۱۹۵۳، حدود ۲۰۰ واحد نمک‌زدایی آب با ظرفیتی معادل ۱۰۰ هزار مترمکعب در روز در جهان موجود بود. بر اساس آخرین گزارش انجمن بین‌المللی شیرین سازی تا پایان سال ۲۰۱۸، تعداد ۱۹۷۴۴ واحد نمک‌زدایی در ۱۵۰ کشور جهان به میزان ۹۹/۷ میلیون مترمکعب در روز آب تولید می‌کنند که زندگی ۳۰۰ میلیون نفر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حال حاضر حجم سرمایه‌گذاری در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا حدود ۷/۹ میلیارد دلار بوده و پیش‌بینی می‌شود این میزان سرمایه‌گذاری تا سال ۲۰۲۵ به ۲۷ میلیارد دلار برسد (Adroit Market Research, 2018).

بر اساس گزارش وزارت نیرو در تحقق برنامه ششم توسعه کشور، میزان تولید سالانه آب شیرین با روش نمک‌زدایی آب دریا حدود ۱۳۸ میلیون مترمکعب اعلام شده است (کمیته نمک‌زدایی آب، ۱۳۹۷).

ایران با دارا بودن ۵۸۰۰ کیلومتر خط ساحل که ۸۶۵ کیلومتر از آن در نوار جنوبی دریای خزر واقع شده (شتایی و همکاران، ۱۳۸۷)، از قابلیت بالایی جهت شیرین‌سازی برخوردار می‌باشد. در سواحل جنوبی خزر علیرغم بارندگی بالا و جریان‌های سطحی، تأمین آب از معضلات مهم دوره اخیر بوده و ساکنان منطقه در فصول گرم سال با معضل کم‌آبی مواجه می‌باشند. این منطقه با دارا بودن پوشش گیاهی مناسب، شرایط اقلیمی مساعد و همچنین پتانسیل‌های بسیار در آب‌های زیرزمینی، در بحث کمیت و کیفیت آب شرب در حال حاضر با مشکل روبرو است.

از عوامل بروز چالش‌های تأمین آب در این منطقه، افزایش جمعیت و به‌تبع آن افزایش مصرف است. به‌علاوه در این منطقه به دلیل جذب گردشگر و افزایش جمعیت فصلی، فشار مضاعفی بر شبکه آب‌رسانی وارد و موجب کمبود آب می‌گردد.

غلظت نمک در آب دریاها به‌طور متوسط بین ۳۵۰۰۰ppm تا ۴۵۰۰۰ است و غلظت مجاز نمک در آب آشامیدنی۵۰۰ppm می‌باشد (Metke, T. et al., 2016) غلظت نمک در دریای خزر بین ppm ۱۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰ می‌باشد و شوری آن یک‌سوم اقیانوس‌ها و در گروه آب‌های لب‌شور قرار دارد (کاسیموف، ۱۹۹۶) که این مسئله را می‌توان امتیازی برای این دریا برشمرد و به‌عنوان منبع آب جایگزین در این منطقه موردمطالعه قرار داد.

در حوضه دریای خزر، از مسائل مهمی که از دیرباز در نواحی اطراف به‌ویژه در بخش شرقی آن وجود داشت، مسئله تأمین آب بیابان‌های اطراف و سواحل خشک با استفاده از آب این دریا بود. به خاطر کمبود آب در مناطق بیابانی شرقی، ساکنان بومی از آب دارای املاح ۴-۳ گرم در لیتر، استفاده می‌کردند. در اواسط دهه ۶۰ میلادی، دو واحد نمک‌زدایی در سواحل خزر فعال بودند که راندمان یکی از آن‌ها ۳۷۰۰ مترمکعب در روز بود. این واحد، آب نیروگاه حرارتی ترکمن‌باشی (کراسنوودسک) واقع در جمهوری ترکمنستان فعلی را تأمین می‌نمود (زون، ۱۳۸۵). در سال ۱۹۷۳ آب‌شیرین‌کن اتمی شهر شفچنکو (آکتائو) در قزاقستان که اولین آب‌شیرین‌کن صنعتی جهان از نوع اتمی بود، ساخته شد. راندمان این کارخانه ۱۰۰ هزار مترمکعب در روز بود. این آب‌شیرین‌کن آب موردنیاز مناطق مسکونی و صنعتی را تأمین می‌نمود. بعدها به دلیل مسائل ایمنی، نیروگاه اتمی تعطیل و واحد نمک‌زدایی آکتائو با سوخت گاز بازطراحی و فعال گردید. در حال حاضر این واحد نمک‌زدایی در استان نفت‌خیز مانگیستائو فعال می‌باشد (Engineering and Consulting Firms Association, 2005).

نمک‌زدایی و استفاده از آب دریای خزر، ضمن ضرورت‌های تأمین منابع آب و داشتن مزایای متعدد، ممکن است اثرات زیست‌محیطی نامطلوب نیز به همراه

داشته باشد (Einav et al., 2013). به‌علاوه عملیات نصب و راه‌اندازی آب‌شیرین‌کن در کشورهای درحال‌توسعه به دلیل هزینه بالای سرمایه‌گذاری اولیه و نگهداری، با چالش‌هایی روبه‌رو است (Ismail et al., 2016). در ساحل دریای خزر مسائل و ملاحظات متعدد دیگری نیز برای ساخت آب‌شیرین‌کن وجود دارد ازجمله شرایط و خصوصیات کیفی آب دریا، ملاحظات زیست‌محیطی، شیب ساحل، ویژگی‌های بستر و جنس رسوبات، توپوگرافی و هیدروگرافی منطقه، تأسیسات زیربنایی موجود در محل، هزینه و صرفه اقتصادی، مسائل اجتماعی- فرهنگی، شرایط اخذ مجوزهای لازم از سازمان‌های ذی‌ربط، امکان ساخت خط انتقال مناسب آب به محل مصرف و زمین مناسب و ... (سپهر و همکاران،۱۳۹۶) علاوه بر این تلخاب، محصول بجای مانده از تولید آب شیرین که میزان املاح آن نیز بسیار بالاتر از میزان شوری دریا می‌باشد، با داشتن اثرات منفی بالقوه، همواره نگرانی‌هایی را در دریای خزر ایجاد می‌نماید. این آب خروجی ممکن است موجب آسیب به کیفیت آب زیستگاه‌های ساحلی شده و حیات آبزیان را تحت تأثیر قرار دهد. این موارد ازجمله ملاحظات مهمی هستند که می‌باید در شیرین‌سازی آب خزر که پهنه آبی بسته‌ای می‌باشد، موردتوجه قرار گیرد. ازآنجایی‌که پایش اثرات محیط‌زیستی آب‌شیرین‌کن‌ها به علت احداث آن‌ها در نقاط ساحلی، دشوار است (Ismail et al., 2016) ، بررسی‌های جامعی را در این خصوص می‌طلبد. یک واحد نمک‌زدایی باید در مکانی استقرار یابد که از جهات مختلف کمترین آسیب را به وجود آورد، بنابراین شناسایی مکان‌های مناسب برای احداث این واحدها ضروری است (Alhrari et al., 2016) تا اثرات زیست‌محیطی آن بر زیستگاه‌های اطراف به حداقل برسد.

کر و همکاران (۱۳۹۰) احداث آب‌شیرین‌کن در مناطق نوار ساحلی جنوب ایران را با رویکرد کاهش اثرات زیست‌محیطی و عوامل مؤثری نظیر نزدیکی به شبکه اصلی آب‌رسانی و برق، کیفیت آب دریا، شیب ساحلی و جنس خاک با استفاده از تحلیل داده‌های مکانی در محیط GIS، موردبررسی قرار دادند. ملکی‌ها و همکاران (۱۳۹۵) نیز با بررسی آثار مخرب زیست‌محیطی آب‌شیرین‌کن، مکان‌یابی آن‌ها جهت استفاده در صنایع فولادی را با روش SWOT در خلیج‌فارس و دریای عمان موردمطالعه قرار دادند. Manju و Sagar (۲۰۱۷) ارزیابی مکان جهت احداث آب‌شیرین‌کن در کشور هندوستان را با رویکرد استفاده از انرژی تجدیدپذیر و کاهش اثرات محیط زیستی بررسی کردند. Sadriو Rahmani (۲۰۱۹) مناطق مستعد در سواحل جنوبی ایران را برای احداث واحدهای نمک‌زدایی با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و ویژگی‌های زیست‌محیطی، مناطق حفاظت‌شده، توپوگرافی، مؤلفه‌های اقیانوس‌شناسی، تأمین انرژی و میزان تقاضای آب بررسی کردند. Mohamed (۲۰۲۰) امکان احداث آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی در کشور مصر را با در نظر گرفتن شرایط محیطی، جمعیت، زیرساخت‌های ارتباطی، وضعیت ناهمواری، پوشش زمین با استفاده از GIS و روش AHP ارزیابی نمود.

هدف این مطالعه مرور مباحث علمی و فنی در زمینه نمک‌زدایی آب دریا و اثرات زیست‌محیطی حاصل از آن و بررسی شرایط محیطی در دریای خزر جهت اجرای طرح‌های نمک‌زدایی با رویکرد کاهش اثرات زیست‌محیطی به‌ویژه بر زیستگاه‌های اطراف می‌باشد.

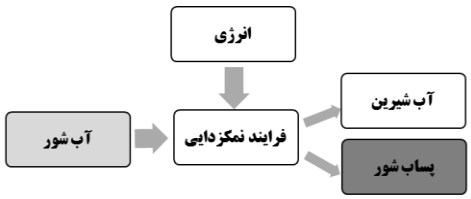
ساختار عملیاتی نمک‌زدایی

شوری هر منبع آبی اغلب برحسب کل جامدات حل‌شده (Total Dissolved Solid) یا به اختصار TDS و با واحدهای میلی‌گرم در لیتر (mg/L) و یا واحد در میلیون (ppm) توصیف می‌شود. طبق تعریف WHO، کل جامدات حل‌شده برای بیان میزان نمک‌های معدنی و مقادیر کم مواد آلی موجود در آب به‌صورت محلول بکار برده می‌شود. ترکیبات اصلی این مواد معمولاً کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کربنات، کربنات هیدروژن، کلر، سولفات و آنیون‌های نیترات هستند (WHO, 2016) منابع آب‌شور به‌طورکلی به سه دسته تقسیم می‌شوند: لب‌شور، دریا/اقیانوس و آب‌شور. در جدول ۱ تفکیک این سه دسته اصلی بر اساس TDS ذکرشده است:

جدول (۱): طبقه‌بندی منابع آب بر اساس شوری
(United States Bureau of Reclamation, 2003)

منبع آبی	TDS (mg/L)
عالی تا خوب	۶۰۰-۳۰۰
آب آشامیدنی	<۱۰۰۰
آب کم‌وبیش شور	۱۰۰۰–۵۰۰۰
شوری متوسط	۵۰۰۰–۱۵۰۰۰
شوری نسبتاً بالا	۱۵۰۰۰–۳۵۰۰۰
میانگین شوری	۳۵۰۰۰
آب خیلی شور	>۳۵۰۰۰

ساختار اصلی نمک‌زدایی به عبارت ساده شامل دریافت یک منبع آب‌شور و صرف انرژی برای تولید دو محصول جداگانه، یکی آب تازه بدون نمک و دیگری آب بسیار شور است (شکل ۱). فناوری نمک‌زدایی کارآمد و مطلوب از مقدار کمی انرژی برای تولید حجم زیادی آب شیرین و حجم بسیار کمی از پساب شور (تلخاب) بهره می‌برد (Oxfam Research Report, 2018).



شکل(۱): ساختار عملیات نمک‌زدایی

اثرات محیط‌زیستی نمک‌زدایی و تخلیه پساب

فرآیند نمک‌زدایی، علیرغم مزایای زیادی که ارائه می‌دهد دارای اثرات محیط‌زیستی است و مخاطراتی در زمینه اثرات منفی بر محیط‌زیست به همراه دارد (Dawoud et al., 2012) عمده مسائل مهم و قابل‌طرح در این زمینه تخلیه آب‌نمک به دریا است که می‌تواند ساحل را تخریب کند یا به حیات آبزیان آسیب برساند (Latorre, 2005) علاوه بر این، برای جلوگیری از توسعه نامنظم مناطق ساحلی و اثرات نامطلوب بر اکوسیستم سواحل، جانمایی واحدهای نمک‌زدایی باید در پروژه‌های توسعه منطقه‌ای گنجانده شود (Leverenz, 2011).

با توجه به افزایش واحدهای نمک‌زدایی و تمرکز این فعالیت‌ها در تعداد کمی از مناطق و نواحی آبی، کنترل اثرات نامطلوب محیط‌زیستی فن‌آوری فوق و ایجاد استراتژی‌های کاهشی اثرات مخرب آن در مراحل اولیه ضروری است. بسیاری از اثرات منفی زیست‌محیطی فرآیند نمک‌زدایی مشابه صنایع دیگر می‌باشد، بااین‌حال، اثرات بیشتری برای فرایند نمک‌زدایی در واحدهای شیرین سازی چون اثرات بر محیط‌زیست دریایی و موجودات آبزی در اثر برداشت آب دریا و تخلیه آب‌شور و تلخاب به محیط‌زیست دریایی وجود دارد.

بر اساس موارد ذکرشده در سند راهبردی سازمان بهداشت جهانی در زمینه اثرات دفع پساب واحدهای نمک‌زدایی و مرور منابع علمی (World Bank Group, 2019)، تأثیرات منفی زیست‌محیطی نمک‌زدایی را می‌توان به‌طور خلاصه در جدول ۲ بیان کرد:

جدول(۲): عوامل مخرب محیط زیستی در نمک‌زدایی و تخلیه پساب

عوامل	اثرات محیطی
آبگیری از دریا	تلفات موجودات آبزی در اثر برخورد با صفحات ورودی
	تأثیر بر تبادل آب و انتقال رسوب
افزایش شوری و دما	افزایش میزان شوری در اکوسیستم دریایی و مکان‌های محصورشده و کم‌عمق با تراکم موجودات دریایی
	مرگ‌ومیر آبزیان در اثر تخلیه مداوم جریان‌های خروجی با سطوح شوری و دمای بالا
	تغییر در ترکیب و فراوانی گونه‌ها در محل تخلیه
انتشار گازهای گلخانه‌ای	مصرف انرژی و اثر آن بر انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند CO، CO_2، NO، NO_2 و SO_2
	مقدار CO_2 تولیدشده به ازای تولید هر مترمکعب آب شیرین، معادل ۲۵ کیلوگرم تخمین زده می‌شود.

ادامه جدول(۲): عوامل مخرب محیط زیستی در نمک‌زدایی و تخلیه پساب

اکسیژن محلول	غلظت و اشباع اکسیژن در اثر افزایش دما و شوری کاهش می‌یابد.
	استفاده از بی سولفات سدیم و ورود آن به همراه پساب به دریا موجب کاهش اکسیژن محلول در آب می شود و کاهش اکسیژن محلول در آب در محل تخلیه، ادامه زندگی را برای موجودات زنده مشکل می‌سازد.
غلظت کلر	اضافه کردن کلر به آب خام ورودی جهت کاهش ضایعات زیستی، منجر به تشکیل هیپوکلریت و عمدتاً هیپوبرومیت در آب دریا می‌شود.
	افزایش غلظت کلر باقی‌مانده ممکن است کیفیت آب محیط و درنتیجه سیستم اکولوژیکی دریا را تحت تأثیر قرار دهد.
آمونیاک یونیزه	آمونیاک یونیزه (NH_3) برای گونه‌های آبزی بسیار سمی است.
مواد شیمیایی پاک‌کننده	استفاده از مواد شیمیایی برای ضدعفونی و پاک‌کنندگی تأسیسات، موجب مسمومیت موجودات زنده دریایی و اسیدی و یا بازی شدن پساب می‌شود و می‌تواند درروند زندگی موجودات دریایی اختلال به وجود بیاورد.
فلزات سنگین	آلیاژهای مس-نیکل واحدهای نمک‌زدایی حرارتی در اثر فرایند خوردگی با پساب وارد دریا می‌شوند.
	تلخاب درروش اسمز معکوس ممکن است حاوی عناصر آهن، نیکل، کروم و مولیبدن باشد.
	بسیاری از بی‌مهرگان دریایی از رسوبات و مواد ته‌نشین شده در بستر دریا تغذیه می‌کنند و این عناصر پس از خورده شدن توسط این موجودات، در آن‌ها جمع شده و به دلیل اینکه این موجودات مورد تغذیه سایر آبزیان قرار می‌گیرند، مواد سمی به سایر آبزیان و درنهایت به انسان منتقل می‌شود.
عوامل ضد کف، منعقدکننده‌ها و کمک منعقد کننده‌ها	مواد ضدکف اضافه‌شده به آب ورودی مانند پلی گلیکول‌ها سمی بوده و از قابلیت تجزیه طبیعی محدودی برخوردار می‌باشند.
	ترکیبات منعقدکننده و کمک منعقدکننده کلرورفریک و یا کلرور آلومینیوم سمی نیستند، اما می‌تواند منجر به مدفون شدن موجودات کف‌زی با افزایش کدورت شود.

معرفی منطقه مطالعاتی

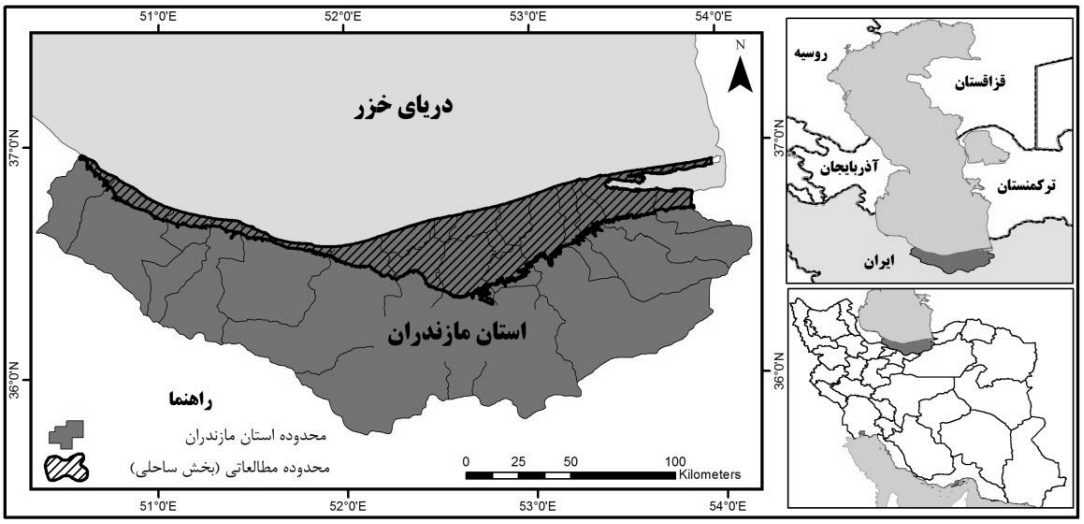
دریای خزر به‌عنوان بزرگ‌ترین آبگیر محصور در خشکی، گودال تکتونیکی درون‌قاره‌ای می‌باشد که در امتداد نصف‌النهار کشیده شده است. سطح آب این دریا ۲۷ متر پایین‌تر از سطح آب اقیانوس قرار داشته حداکثر عمق آن، ۱۰۲۵ متر است. ازنظر وسعت ۳۸۰ هزار کیلومترمربع و حجم آب ۷۷ هزار کیلومترمکعب و برابر ۴۴٪ ذخیره آب دریاچه‌های جهان است (کاسیموف، ۱۹۹۶).

از ویژگی‌های بارز دریای خزر، تغییرپذیری بیلان و نوسانات ادواری تراز آب می‌باشد. علت این امر وجود مجموعه‌ای از فرایندهای اقلیمی، هیدرولوژیک و زمین‌شناسی است که در حوضه آبریز آن رخ می‌دهد. به علت ورودی زیاد آب رودخانه‌ای که با رسوبات معلق همراه است، شفافیت آب خزر زیاد نیست. این مسئله به‌ویژه در دلتای رودخانه‌ها و مناطق کم‌عمق (تا ۰/۲ متر) کاملاً مشهود است. در بخش‌های دور از ساحل شفافیت آب به ۱۷-۱۵ متر می‌رسد (زون، ۱۳۸۵). از نظر میزان شوری آب، دریای خزر در گروه آب‌های لب‌شور قرار دارد، البته شوری آب درجاهای مختلف خزر متفاوت بوده به‌طوری‌که در بخش جنوبی خزر، شوری بیشتر از بخش‌های میانی و شمالی است.

محدوده موردمطالعه جهت بررسی امکان احداث آب‌شیرین‌کن در بخش جنوبی دریای خزر و دربرگیرنده محدوده سواحل استان مازندران می‌باشد.

استان مازندران با وسعتی برابر ۲۳۷۵۶ کیلومترمربع، معادل ۱/۴۶ درصد ایران را به خود اختصاص می‌دهد و بر اساس نتایج سرشماری سال ۱۳۹۵، با ۳/۳ میلیون نفر جمعیت، ۴/۱۱ درصد جمعیت کشور را در خود جای داده است و ازنظر تراکم چهارمین استان کشور می‌باشد.

مازندران دارای ۵۰۴ کیلومتر خط ساحل (با احتساب تالاب و خلیج) در همسایگی استان‌های گیلان و گلستان واقع بوده و ۶۹ درصد سواحل شمالی را به خود اختصاص داده است (شتایی و همکاران، ۱۳۸۷). ارزیابی شرایط محیطی سواحل این استان با در نظر گرفتن وضعیت ناهمواری و میزان شیب در محدوده تراز ارتفاعی ۱۰۰ متر به‌عنوان اراضی ساحلی انجام شده است (شکل ۲).



شکل(۲) : موقعیت محدوده مطالعاتی در سواحل جنوبی دریای خزر

روش تحقیق

به‌منظور شناخت معیارهای مهم در ارزیابی توان محیطی بخش‌های ساحلی خزر در محدوده مطالعاتی جهت احداث واحدهای نمک‌زدایی، از یافته‌های مطالعات مشابه در سایر پهنه‌های آبی و معیارهای مورداستفاده در ارزیابی مکان و احصاء سایر شرایط متناسب با خصوصیات دریای خزر استفاده گردید. معیارهای در نظر گرفته‌شده شامل مناطق حساس زیست‌محیطی خشکی با شاخص‌های پارک ملی و اثر طبیعی ملی و منطقه حفاظت‌شده، معیار مناطق حساس زیست‌محیطی ساحلی دریایی یا شاخص‌های پارک ملی و اثر طبیعی ملی، منطقه حفاظت‌شده ذخیره‌گاه زیست‌کره، مصب رودخانه، مناطق حساس ساحلی، معیار موقعیت تالاب‌ها (سپهر و همکاران، ۱۳۹۶)، فاصله از عمق مناسب جهت آبگیری و تخلیه، وضعیت کیفی آب و میزان شوری و مناطق طرح‌های شیلات و پروش ماهی می‌باشند.

جهت ارزیابی موقعیت زیستگاه‌های حفاظت‌شده از اطلاعات مکانی مناطق حفاظت‌شده، ذخیره‌گاه زیست‌کره و تالاب‌های سازمان حفاظت محیط‌زیست استفاده گردید. برای تعین وضعیت شیب و عمق دریا از داده‌های هیدروگرافی سازمان نقشه‌برداری با مقیاس‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شده است. از داده‌های اطلس WOA۲۰۱۸ (WORLD OCEAN ATLAS) جهت ارزیابی وضعیت شوری آب در دریای خزر بهره‌برداری گردیده و آماده‌سازی و تحلیل کلیه اطلاعات در محیط GIS و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS انجام شده است.

جهت ارزیابی شرایط منطقه بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده، از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید. این روش به‌عنوان یکی از متداول‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری، امکان ارزیابی و تحلیل مجموعه معیارهای کمی و کیفی برای الزامات محیطی احداث واحدهای نمک‌زدایی فراهم می‌کند.

مطابق این روش، ابتدا معیارها و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس هدف موردنظر تعیین گردید. معیارهای لحاظ شده شامل مناطق حفاظت‌شده محیط زیستی (ذخیره‌گاه حیات‌وحش، پارک ملی) و مناطق پرورش ماهی در قفس به‌عنوان مناطق حساس به اثرات محیطی تخلیه و آبگیری از دریا، فاصله از مصب رودخانه و میزان شوری آب دریا در عمق ۵ متر، به‌عنوان معیارهای تأثیرگذار بر کیفیت آب ورودی و هزینه‌های نمک‌زدایی و همچنین فاصله از عمق مناسب آبگیری از دریای خزر که حدود عمق ۳۰ متر (بر اساس دستورالعمل اولیه سازمان حفاظت محیط‌زیست در نمک‌زدایی خزر) عنوان‌شده و درروند عملیاتی و هزینه‌های احداث مؤثر می‌باشد در نظر گرفته شد (جدول۳).

جدول(۳) : اولویت‌بندی مشخصه‌های هر معیارها بر اساس مکان‌یابی نمک‌زدایی

معیار	شاخص		ارزش‌گذاری مرتبط با هدف				
مناطق حفاظت‌شده محیط‌زیستی (C1)	فاصله از مناطق حفاظت‌شده	متر	۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰۰-۴۰۰۰	>۴۰۰۰
		امتیاز	۱	۳	۵	۷	۹
طرح‌های پرورش ماهی (C2)	فاصله از قفس‌های پرورش ماهی	متر	۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰۰-۴۰۰۰	>۴۰۰۰
		امتیاز	۱	۳	۵	۷	۹
رودخانه (C3)	فاصله از مصب رودخانه	متر	۰-۲	۲-۴	۴-۶	۶-۱۰	>۱۰
		امتیاز	۱	۳	۵	۷	۹
عمق بستر دریا (C4)	فاصله ساحل تا عمق مناسب آبگیری	کیلومتر	۰-۴	۴-۶	۶-۱۰	۱۰-۲۰	>۲۰
		امتیاز	۹	۷	۵	۳	۱
کیفیت آب (C5)	شوری		۱۳/۲-۱۳/۵	۱۲/۸-۱۳/۲	۱۲/۵-۱۲/۸	۱۱/۵-۱۲/۵	<۱۱/۵
		امتیاز	۱	۳	۵	۷	۹

در مرحله بعد برای تعیین ارزش نسبی معیارها از مقایسه‌های زوجی استفاده و ماتریس مقایسات زوجی برای مکان‌یابی واحد نمک‌زدایی تهیه گردید. سپس فرایند نرمال‌سازی، تعیین وزن هر معیار و ارزیابی وزن‌های تعیین‌شده جهت اطمینان از صحت مقایسه انجام‌شده با استفاده از روابط نرخ ناسازگاری محاسبه گردید. نرخ ناسازگاری<۰/۱، معیار صحت مقایسات انجام‌شده در نظر گرفته شد. پس از تأیید وزن نسبی معیارها از روش AHP، داده‌های محیطی در محیط GIS پردازش شده و درنهایت با تجزیه‌وتحلیل مطلوبیت محدوده مطالعاتی از منظر کلیه معیارهای مؤثر با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (Weighted Linear Combination)، توان محیطی برای احداث واحدهای آب‌شیرین‌کن بر مبنای معیارهای لحاظ شده تعیین و محدوده مطالعاتی رتبه‌بندی گردید.

جدول(۴) : ماتریس مقایسات زوجی معیارهای مکانی نمک‌زدایی

معیار	C1	C2	C3	C4	C5
C1	۱	۲	۳	۵	۹
C2	۰/۵	۱	۲	۶	۷
C3	۰/۳	۰/۵	۱	۴	۷
C4	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۱	۳
C5	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۱

جدول(۵) : ماتریس مقایسه زوجی نرمال شده

معیار	C1	C2	C3	C4	C5
C1	۰/۴۶۶	۰/۵۲۵	۰/۴۶۹	۰/۳۰۶	۰/۳۳۳
C2	۰/۲۳۳	۰/۲۶۳	۰/۳۱۳	۰/۳۶۷	۰/۲۵۹
C3	۰/۱۵۵	۰/۱۳۱	۰/۱۵۶	۰/۲۴۵	۰/۲۵۹
C4	۰/۰۹۳	۰/۰۴۴	۰/۰۳۹	۰/۰۶۱	۰/۱۱۱
C5	۰/۰۵۲	۰/۰۳۸	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰	۰/۰۳۷

نتایج و بحث

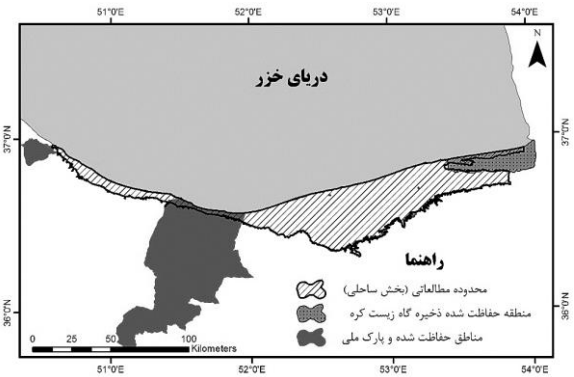
بر اساس نتایج مقایسه معیارها و با استفاده از ماتریس مقایسه زوجی (جدول ۴) و ماتریس نرمال(جدول ۵)، وزن هر یک از ۵ معیار موردبررسی تعیین گردید (جدول ۶).

جدول(۶): وزن نهایی هر معیار

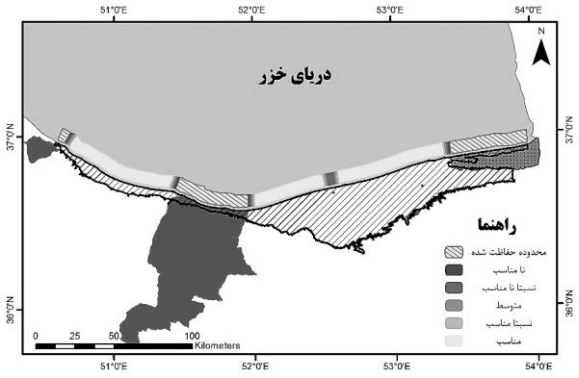
معیار	وزن معیارها
C1	۰/۴۲۰
C2	۰/۲۸۷
C3	۰/۱۸۹
C4	۰/۰۷۰
C5	۰/۰۳۴

نرخ ناسازگاری مقادیر در نظر گرفته در ماتریس مقایسات زوجی، ۰/۰۹۷ محاسبه گردید. ازآنجاکه مقدار نرخ ناسازگاری در محدوده کمتر از ۰/۱ می‌باشد، ماتریس مقایسات منطقی و تأیید گردید و در ادامه از اوزان نهایی به‌دست‌آمده جهت ارزیابی توان محیطی برای احداث واحدهای نمک‌زدایی استفاده شد.

در ارزیابی شرایط محدوده مطالعاتی بر اساس معیارهای ۵ گانه درنظر گرفته شده، در ابتدا موقعیت مناطق حفاظت‌شده محیط زیستی (شکل ۳) که شامل مناطق حفاظت‌شده ذخیره‌گاه زیست‌کره و پارک ملی می‌باشد، مشخص و محدوده ساحلی مطابق موقعیت مناطق شناسایی‌شده، به ۶ کلاس شامل موقعیت‌های نامناسب قطعی و پنج اولویت‌بندی نامناسب تا مناسب بر مبنای حریم محدوده‌های حساس زیست‌محیطی تقسیم‌بندی گردید (شکل ۴).

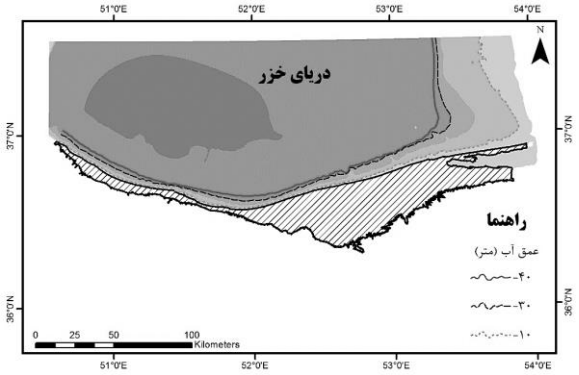


شکل(۳) : مناطق حفاظت‌شده واقع در محدوده مطالعاتی



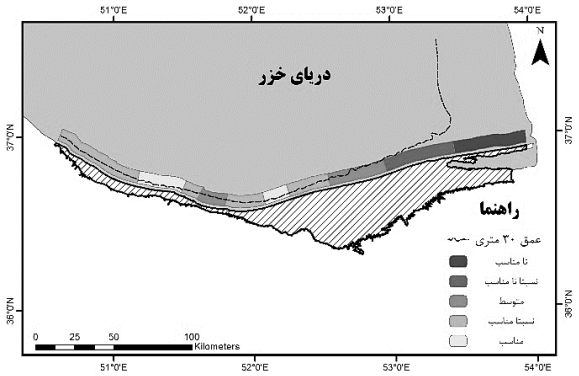
شکل(۴) : اولویت‌بندی بر اساس فاصله از مناطق حفاظت‌شده

با استفاده از تحلیل اطلاعات وضعیت ناهمواری بستر دریا، موقعیت مکانی اعماق ۱۰، ۳۰ و ۴۰متر و میزان فاصله آن‌ها با خط ساحل مشخص گردید(شکل ۵).



شکل(۵) : روند تغییرات عمق دریا در محدوده مطالعاتی

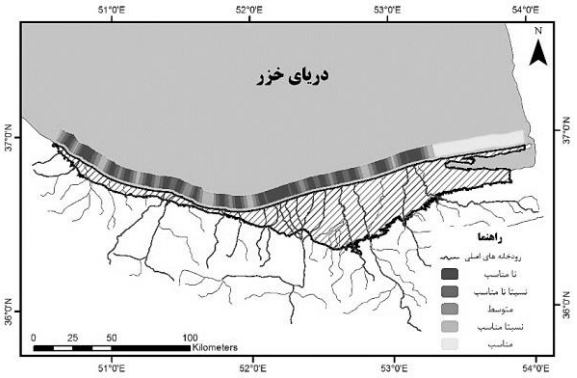
نتایج اولویت‌بندی محدوده ساحلی بر مبنای میزان فاصله با عمق ۳۰ متر به‌عنوان عمق مناسب مکان آبگیری، در شکل ۶ نشان داده‌شده است.



شکل(۶) : اولویت‌بندی بر اساس فاصله با عمق مناسب آبگیری

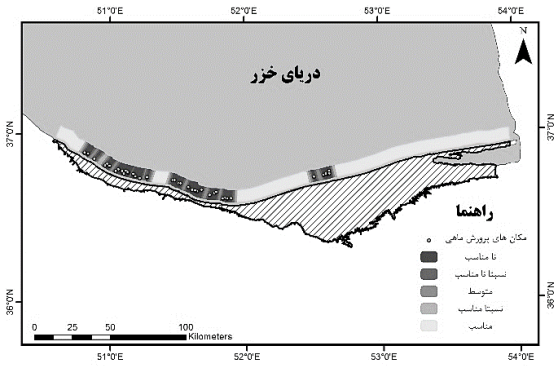
طبق این ارزیابی، مناطق پرشیب واقع در بخش غربی محدوده مطالعاتی، اولویت بیشتری ازنظر معیار فاصله تا مکان آبگیری و تخلیه پساب دارند.

موقعیت مصب رودخانه‌ها و حریم آن به‌عنوان یکی دیگر از معیارهای محیطی در محدوده ساحلی مشخص و منطقه موردمطالعه بر اساس فاصله با مصب رودخانه در ۵ کلاس اولویت‌بندی گردید (شکل ۷).



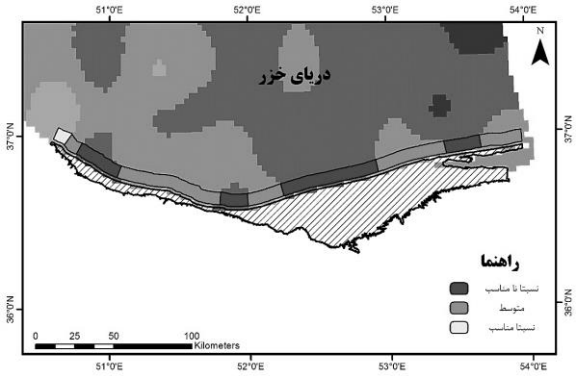
شکل(۷) : اولویت‌بندی بر اساس فاصله از مصب رودخانه

موقعیت مکانی طرح‌های پرورش ماهی که یکی دیگر از معیارهای زیست‌محیطی در نظر گرفته شده است، بر اساس فاصله مورد ارزیابی و درنهایت محدوده ساحلی مشرف‌به آن در ۵ کلاس طبقه‌بندی شد (شکل ۸).



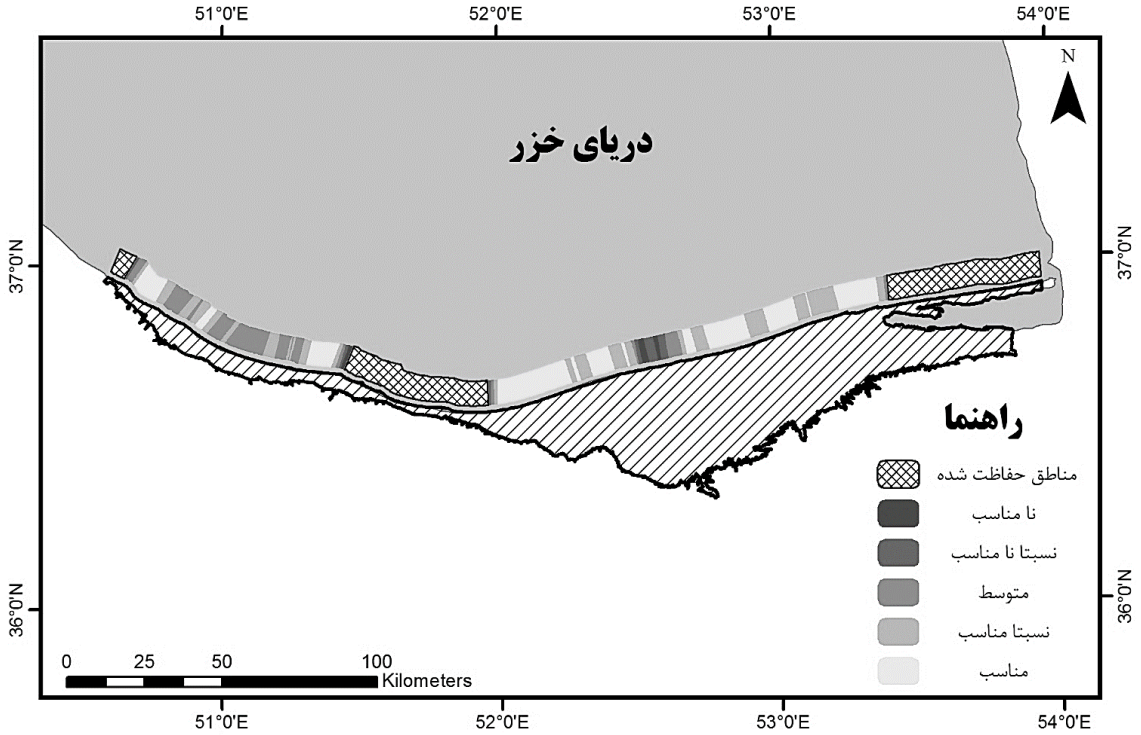
شکل(۸) : اولویت‌بندی نزدیکی با مکان پرورش ماهی

وضعیت متغیر شوری آب دریا و روند تغییرات آن در بخش خزر جنوبی، با تحلیل میانگین بلندمدت داده‌های شوری آب در خزر جنوبی با استفاده از اطلس WOA ۲۰۱۸، تعیین و بر این اساس محدوده ساحلی مورد مطالعه در ۳ کلاس نسبتاً مناسب، متوسط و نسبتاً نامناسب طبقه‌بندی گردید (شکل ۹).



شکل(۹) : اولویت‌بندی بر اساس میزان شوری آب

کلیه اطلاعاتی مکانی معیارها، با در نظر گرفتن اوزان تعیین‌شده، در محیط GIS با روش همپوشانی، تحلیل و درنهایت اولویت‌بندی محدوده مطالعاتی برای احداث واحد نمک‌زدایی بر اساس روش سلسله مراتبی و معیارهای مشخص‌شده، تعیین گردید (شکل ۱۰).



شکل(۱۰) : اولویت‌بندی بر اساس توان محیطی منطقه مطالعاتی جهت نمک‌زدایی آب دریا

بر اساس نتایج ارزیابی محدوده مطالعاتی با وسعت ۳۲۱ کیلومتر از سواحل جنوبی دریای خزر در استان مازندران، ۳۳ درصد از محدوده نامناسب برای انتخاب مکان جهت نمک‌زدایی می‌باشد (جدول ۷). این نواحی شامل مناطق حفاظت‌شده و بخش‌هایی که ازنظر سایر معیارها نامناسب ارزیابی‌شده است، می‌باشد.

۳۰ درصد از این منطقه که عمدتاً در بخش مازندران مرکزی واقع است، در رده مناسب جهت نمک‌زدایی ارزیابی گردیدند.

جدول(۷): نتایج ارزیابی وضعیت تناسب محدوده مطالعاتی جهت نمک‌زدایی

رده اولویت	طول ساحل (Km)	درصد
نامناسب	۱۰۸	۳۴
نسبتاً نامناسب	۹	۳
متوسط	۴۵	۱۴
نسبتاً مناسب	۶۴	۲۰
مناسب	۹۵	۳۰

نتایج حاصل نشان می‌دهد، اگرچه وضعیت شیب بستر دریا به جهت دسترسی اقتصادی‌تر به عمق مناسب آبگیری و تخلیه پساب نقش تعیین‌کننده‌ای در انتخاب نواحی مناسب نمک‌زدایی دارد، لیکن وجود پروژه‌های اقتصادی پرورش ماهی و محدودیت‌های ناشی از اثرات تخلیه موجب گردیده است علیرغم شیب نسبتاً زیادتر در بخش‌های غربی منطقه مطالعاتی، درمجموع از جنبه شرایط زیست‌محیطی برای احداث آب‌شیرین‌کن ارجحیت کمتری نسبت به سواحل دیگر داشته باشند. از سویی دیگر، سواحل مازندران مرکزی و نیز بخش‌هایی از سواحل شرقی خزر، از جنبه فاصله تا عمق مناسب آبگیری، شرایط کیفی آب و نیز افزایش میزان شوری و همچنین هزینه‌های عملیاتی جهت آبگیری و تخلیه در دریا به علت بعد مسافت بیشتر، حائز شرایط نامناسب‌تر از دیگر نواحی می‌باشند، اما در ارزیابی نهایی به‌ویژه در سواحل مازندران مرکزی، بخش‌هایی که تحت تأثیر ورودی آب رودخانه نبوده و فاصله مناسب از محل مصب دارند، شرایط نسبی بهتری برای احداث آب‌شیرین‌کن از جنبه اثرات زیست‌محیطی نسبت به بخش‌های غربی دارند.

نتیجه‌گیری

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EAI) فرآیند آب‌شیرین‌کن بسیار مهم است. در حال حاضر، روش استاندارد EIA برای ارزیابی و به حداقل رساندن اثرات پروژه‌های آب‌شیرین‌کن در دسترس نیست. به‌علاوه این پروژه‌ها عمدتاً با هزینه‌های زیاد عملیاتی می‌شوند، بنابراین نتایج تحلیل توان محیطی و ارزیابی پتانسیل مناطق ساحلی برای احداث آب‌شیرین‌کن با هدف کمترین آسیب‌رسانی به محیط‌زیست پیرامون، بسیار مهم می‌باشد.

برای کاهش اثرات محیط‌زیستی نمک‌زدایی و اطمینان از اختلاط کافی پساب شور، دو راهکار تخلیه پساب با سیستم‌های پخش‌کننده و تعبیه مکان تخلیه در محیط‌های با انرژی هیدرودینامیکی زیاد و بسترهای شنی، برای کاهش اثرات محیط‌زیستی نمک‌زدایی در سواحل کالیفرنیا پیشنهاد شده است (Petersen K. L. et. al., 2019). در دریای خزر با توجه به ویژگی‌های محیطی آن نسبت به دریاهای آزاد و فقدان جزر و مد روزانه که در تداخل، چرخه و انتقال پساب مؤثر است، موضوع تخلیه پساب واحدهای نمک‌زدایی به‌ویژه در بخش‌هایی که سطح انرژی هیدرودینامیکی کم‌تری دارند با چالش زیست‌محیطی بیشتری مواجه بوده و ازاین‌رو ارزیابی مناطق ساحلی و شناسایی مکان‌های مناسب برای نصب واحدهای شیرین‌سازی جهت کاهش اثرات زیست‌محیطی در خزر بسیار حائز اهمیت است.

این مطالعه که با هدف شناسایی مناطق مناسب برای احداث آب‌شیرین‌کن در بخشی از سواحل دریای خزر و بررسی معیارهای زیست‌محیطی و روش تحلیل چند معیاره جهت به حداقل رساندن جنبه‌های منفی پروژه‌های نمک‌زدایی انجام شده است، استفاده از این روش را در دیگر بخش‌های ساحلی خزر به‌عنوان راهکاری برای تولید آب شیرین سازگار با محیط‌زیست، توصیه می‌نماید.

اگرچه باید توجه داشت روش‌های مدیریت اثرات محیط‌زیستی تخلیه پساب خروجی واحدهای نمک‌زدایی، در مناطق مناسب هم نسبتاً محدود بوده و هنوز یک راه‌حل عملی برای این چالش زیست‌محیطی حاصل نشده است. به همین دلیل ایجاد یک سیستم هشدار سریع برای پایش اثرات تخلیه پساب واحدهای آب‌شیرین‌کن برای پیش‌بینی و ارائه رویکردهای عملیاتی برای کاهش تأثیرات پیشنهاد گردیده است (Chen and Park, 2019).

علیرغم همه راهکارهای ذکرشده، نیاز به توسعه روش‌های جدید برای مدیریت آب‌شور حاصل از نمک‌زدایی جهت به‌کارگیری در واحدهای شیرین‌سازی همچنان وجود دارد. بدین سبب هدایت طراحی واحدهای نمک‌زدایی در محیط‌هایی با شرایط دریای خزر به سمت استفاده از روش‌های نوین بدون پسماند مایع می‌تواند به‌عنوان راهکاری جهت کاهش اثرات محیط‌زیستی و افزایش توان محیطی به دلیل کاهش میزان محدودیت ناشی از پساب تولیدی در نظر گرفته شود.

منابع

اردشیری، س.، د. رنجبر وکیل‌آبادی و ف. ابراهیم‌زاده. ۱۳۹۵. مسئله زیست‌محیطی آب‌شیرین‌کن‌ها و بهینه‌سازی کارخانه‌های آب‌شیرین‌کن با حداقل اثرات بر محیط‌زیست. اولین کنفرانس دوسالانه نفت، گاز و پتروشیمی خلیج‌فارس.

زون، ا. س. . ۱۳۸۵. خزر توهمات و واقعیات. ترجمه علی شمسی فولادی. مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر.

سپهر، م.، ا. دانه‌کار، س. م. ر. فاطمی و ع. ماشینچیان مرادی. ۱۳۹۶. شناسایی مکان‌های بهینه جهت استقرار واحدهای آب‌شیرین‌کن با توجه به پهنه‌های حساس زیست‌محیطی در مناطق ساحلی استان هرمزگان. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال هشتم، شماره اول.

شتایی، ش.، ج. ملک و ش. شاهینی. ۱۳۸۷. برآورد طول خط سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای. مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر.

فالحی، م. و ا. مظفری. ۱۳۹۱. مدل‌سازی تقطیر غشایی با لایه هوا (AGMD) برای تولید آب شیرین از آب‌های شور. همایش تخصصی نمک‌زدایی آب‌های شور، لب‌شور و تصفیه پساب، ایران.

کاسیموف، آ. . ۱۹۹۶. اکولوژی حوضه خزر. ترجمه علی شمسی فولادی، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر.

کر، ی. ، ح. ر. کشفی، ا. تکدستان و م. ه. مهدی‌نژاد. ۱۳۹۰. مکان‌یابی احداث مجتمع‌های آب‌شیرین‌کن در روستاهای جزیره قشم و اولویت‌بندی آن‌ها. کنفرانس ملی بهره‌برداری از آب دریا. کرمان، مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی.

کمیته نمک‌زدایی آب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.۱۳۹۷. امکانات و توانمندی‌ها در حوزه نمک‌زدایی آب. سمپوزیوم جایگاه و نقش دانشگاه‌ها و مراکز علمی در تحقق برنامه ششم توسعه کشور.

ملکی‌ها، م. و م. یزدانی. ۱۳۹۵. مکان‌یابی آب‌شیرین‌کن‌ها به‌منظور توسعه پایدار صنعت فولاد. دومین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین. دانشگاه صنعتی اصفهان.

Adroit Market Research. 2018. Global Water Desalination Market Trends & Forecasts Research Report.

Alhrari, M.S., K. Agha and S.K. Alghoul. 2014. Development of Decision Support System for Optimal Site Selection of Desalination Plants. Journal of Mechanical and Civil Engineering, 11(6), 84-90.

Chen, H. and M. H. Park. 2019. Assessing vertical and horizontal movements of algal blooms in a coastal water using satellite remote sensing for optimal operation of desalination plants. Water Supply (2019) 19 (7): 2123–2130.

Dawoud, M. A. and M. M. Al Mulla. 2012. Environmental Impacts of Seawater Desalination Persian Gulf Case Study. International Journal of Environment and Sustainability, Vol. 1, No. 3, 22-37.

Einav, R., K. Harussi and D. Perry. 2003. The footprint of the desalination processes on the environment, Desalination, 152(1), 54-151.

Engineering and Consulting Firms Association, Japan Development Institute. 2005. Mangystau Power and Desalination Plant Rehabilitation, Study Report.

International Desalination Association (IDA). 2017. IDA Desalination Yearbook, 2016-2017 Water Desalination Report.

Ismail, T. M., A.K. Azab, M.A. Elkady and M. M. Abo Elnasr.2016. Theoretical investigation of the performance of integrated seawater desalination plant utilizing renewable energy, Energy Conversion and Management, 126,811-825.

Latorre, M. 2005. Environmental impact of brine disposal on posidonia seagrasses. Desalination517-524.

Leverenz, H.L., G. Tchobanoglous and T. Asano. 2011. Direct potable reuse: A future imperative. J. Water Reuse Desalin, 1, 2–10.

Manju, S. and N. Sagar. 2017. Renewable energy integrated desalination: A sustainable solution to overcome future fresh-water scarcity in India, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 73,594-609.

Mohamed, S.A.2020. Application of geo-spatial Analytical Hierarchy Process and multi criteria analysis for site suitability of the desalination solar stations in Egypt, Journal of African Earth Sciences, DOI: https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.103767.

Oxfam Research Report. 2018. A Road Map for Small-Scale Desalination, University of California, Berkeley & Lawrence Berkeley National Laboratory.

Sadri S. and F. Rahmani. 2019. Desalination site selection process in the coastal areas with the approach of energy cost reduction (Case study: South of Iran), Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, DOI: 10.1080/15567036.2019.1671556.

United States Bureau of Reclamation. 2003. Desalting Handbook for Planners. Desalination and Water Purification Research and Development Report .72.

World Bank Group. 2019. The Role of Desalination in an Increasingly Water-Scarce World, Water Global Practice Technical Paper.

World health organization (WHO). 2016. Drinking water Fact sheet, http://www.who.int /mediacentre/factsheets/fs391/en/.

Zotalis, K., G. E. Dialynas, N. Mamassis and A. N. Angelakis.2014. Desalination Technologies: Hellenic Experience. Water 2014, 6, 1134-1150; doi: 10.3390/w6051134

Petersen K. L., N. Heck, B. G. Reguero, D. Potts, A. Hovagimian and A. Paytan. 2019. Biological and Physical Effects of Brine Discharge from the Carlsbad Desalination Plant and Implications for Future Desalination Plant Constructions. Water, Volume 11, Issue 2, doi: 10.3390/w11020208

Investigation of desalination plant construction based on environmental potential in the southern coasts of the Caspian Sea

Seyede Masoume Banihashemi[1] **Karim Solaimani**[2]* **Daryoush Yousefi Kebria**[3]

Abstract

Water supply is one of the basic and unavoidable needs in the natural cycle and human activities. The increasing development of the southern shores of the Caspian Sea on the one hand and the production of some strategic products with high water requirements such as rice, has led to attention to the issue of water supply, especially in agriculture, drinking and industry. Due to the limited fresh water resources available, desalination of Caspian Sea water is considered as a potential solution to replace water in this region. This study was conducted to investigate the possibility of utilizing desalination technology and identifying suitable locations for the construction of desalination plants in the Caspian Sea by multi-criteria AHP analysis method and considering the capacity and environmental potential of the southern coast of this sea in Mazandaran province. The results of this study, which was carried out with the approach of assessing the environmental effects of desalination in the Caspian Sea, have shown that 30% of the coast of Mazandaran is suitable, 34% unsuitable and 20% relatively suitable for the construction of desalination units. This study emphasizes the issue of desalination sewage management in the location and design criteria of units on the southern shores of the Caspian Sea and considers the use of modern saline sewage management methods to increase the capacity and environmental capacity for desalination of Caspian Sea water.

Keywords: Saline sewage, Caspian Sea, Desalination, Environment.

[1] Ph.D. Student, Dept. of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agric. & Nat. Res., Iran, e-mail: mbanihashemi@hotmail.com
[2] Professor, Dept. of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agric. & Nat. Res., Iran, (*Corresponding Author) e-mail: k.solaimani@sanru.ac.ir solaimani2001@yahoo.co.uk
[3] Associate Prof, Dept. of Environmental Eng., Faculty of Civil Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Iran,e-mail: kebria111@gmail.com

Extended Abstract

(Research Paper)

Investigation of desalination plant construction based on environmental potential in the southern coasts of the Caspian Sea

Seyede Masoume Banihashemi[1] , Karim Solaimani[2] * Daryoush Yousefi Kebria [3]

1. Ph.D. Student, Dept. of Watershed Management Eng., Sari University of Agric. & Nat. Res., Iran, mbanihashemi@hotmail.com
2. Professor, Dept. of Watershed Management Eng., Sari University of Agric. & Nat. Res., Iran, (*Corresponding Author: k.solaimani@sanru.ac.ir solaimani2001@yahoo.co.uk)
3. Associate Prof., Dept. of Environmental Eng., Babol Noshirvani University of Technology, Iran, kebria111@gmail.com

10.22125/IWE.2020.244169.1406.

Received:
15. June.2020
Accepted:
03. October.2020
Available online:
10. January.2022

Keywords: **Saline sewage, Caspian Sea, Desalination, Environment**

Abstract

Due to the limited fresh water resources available, desalination of Caspian Sea water is considered as a potential solution to replace water in this region. This study was conducted to investigate the possibility of utilizing desalination technology and identifying suitable locations for the construction of desalination plants in the Caspian Sea by multi-criteria AHP analysis method and considering the capacity and environmental potential of the southern coast of this sea in Mazandaran province. The results of this study, which was carried out with the approach of assessing the environmental effects of desalination in the Caspian Sea, have shown that 30% of the coast of Mazandaran is suitable, 34% unsuitable and 20% relatively suitable for the construction of desalination units. This study emphasizes the issue of desalination sewage management in the location and design criteria of units on the southern shores of the Caspian Sea and considers the use of modern saline sewage management methods to increase the capacity and environmental capacity for desalination of Caspian Sea water.

1. Introduction

Desalination, especially in coastal areas, is the most effective method to provide sustainable water supply for a long time compared to other options (Oxfam Research Report. 2018; Mohamed, S.A. 2020; Sadri S. and F. Rahmani. 2019). In the southern shores of the Caspian Sea, despite the high rainfall, favorable climatic conditions and also the great potential of groundwater, in the discussion of the quantity and quality of drinking water is currently facing difficulties. One of the causes of water supply challenges in this region is the increase in population and consequently the increase in consumption due to tourist attraction and double pressure on the water supply network. Desalination and use of Caspian Sea water, in addition to the necessities of water supply and having numerous benefits, may also have adverse environmental effects (Petersen, et al., 2019; Manju, S. and N. Sagar. 2017). The purpose of this study is to review scientific and technical issues in the field of seawater desalination and its environmental effects and to investigate the environmental conditions in the Caspian Sea to operation desalination projects with the approach of reducing environmental effects, especially on the surrounding habitats.

2. Materials and Methods

About 5 meters' depth of the sea, as criteria affecting the quality of incoming water and desalination costs, as well as the distance from the appropriate depth of dewatering was considered from the Caspian Sea, which is about 30 meters (according to the initial instructions of the Environmental Protection Organization in the Caspian desalination). Hierarchical analysis (AHP) method was used to evaluate the conditions of the region based on the criteria. After confirming the relative weight of the criteria by AHP method, environmental data was processed in GIS environment and finally by analyzing the desirability of the study area from the perspective of all effective criteria using weighted linear combination method, environmental potential were determined and ranked for constructing desalination units based on the criteria.

3. Results

According to the evaluation results of the study area with an area of 321 km from the southern shores of the Caspian Sea in Mazandaran province, 33% of the area is unsuitable for site selection for desalination. The aim of this study was to identify suitable areas for the construction of desalination plants in a part of the Caspian Sea coast and to study environmental criteria and multi-criteria analysis method to minimize the negative aspects of desalination projects. Establishing an early warning system to monitor the waste discharge effects of desalination plants has been proposed to predict and provide operational approaches to mitigate the effects (Chen and Park, 2019).

4. Discussion and Conclusion

Despite all the mentioned solutions, there is still a need to develop new methods for water management from desalination to be used in purification units. Therefore, guiding the design of desalination units in environments with Caspian Sea conditions towards the use of new methods without liquid waste can be considered as a solution to reduce environmental effects and increase environmental capacity due to reducing the limitations of production wastes.

.5. Six important references

1. Chen, H. and M. H. Park. 2019. Assessing vertical and horizontal movements of algal blooms in a coastal water using satellite remote sensing for optimal operation of desalination plants. Water Supply (2019) 19 (7): 2123–2130.

2. Manju, S. and N. Sagar. 2017. Renewable energy integrated desalination: A sustainable solution to overcome future fresh-water scarcity in India, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 73,594-609.

3. Mohamed, S.A. 2020. Application of geo-spatial Analytical Hierarchy Process and multi criteria analysis for site suitability of the desalination solar stations in Egypt, Journal of African Earth Sciences, DOI: https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.103767.

4. Oxfam Research Report. 2018. A Road Map for Small-Scale Desalination, University of California, Berkeley & Lawrence Berkeley National Laboratory.

5. Sadri S. and F. Rahmani. 2019. Desalination site selection process in the coastal areas with the approach of energy cost reduction (Case study: South of Iran), Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, DOI: 10.1080/15567036.2019.1671556.

6. Petersen K. L., N. Heck, B. G. Reguero, D. Potts, A. Hovagimian and A. Paytan. 2019. Biological and Physical Effects of Brine Discharge from the Carlsbad Desalination Plant and Implications for Future Desalination Plant Constructions. Water, Volume 11, Issue 2, doi: 10.3390/w11020208..

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.