

واحدهای آب شیرین کن

۱. خلاصه مدیریتی – مطالعه تطبیقی قوانین تخلیه

پساب گرم و شور واحدهای آب شیرین کن به آب

دریا و ارائه چارچوب قانون

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات زیربنایی

کد موضوعی: ۲۵۰
شماره مسلسل: ۱۷۱۰۵
تیرماه ۱۳۹۹

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده.....	۱
مقدمه.....	۱
۱. وضعیت واحدهای آب شیرین کن در دنیا و خلیج فارس.....	۳
۲. مخاطرات زیست محیطی تخلیه پساب واحدهای آب شیرین کن.....	۷
۳. مطالعه تطبیقی قوانین تخلیه پساب.....	۹
۴. چارچوب قانون نحوه تخلیه پساب خروجی از واحدهای آب شیرین کن.....	۱۲
منابع و مآخذ.....	۱۸



واحدهای آب شیرین کن

۱. خلاصه مدیریتی - مطالعه تطبیقی قوانین تخلیه پساب گرم و شور واحدهای آب شیرین کن به آب دریا و ارائه چارچوب قانون

چکیده

ظرفیت روزانه شیرین سازی آب دریا در خلیج فارس حدود ۱۱ میلیون متر مکعب است (حدود ۶۰٪ از واحدهایی که از آب دریا تغذیه می شوند در این ناحیه قرار گرفته اند)^۱. از آنجایی که محل احداث اغلب آب شیرین کن ها در نزدیکی سواحل دریاها بوده و پساب آنها در محل های کم عمق دریا، بدون رعایت فاصله لازم از مناطق حساس ساحلی - دریایی مانند محل تخم ریزی آبزیان و ماهیان کرانه ای به دریا تخلیه می شوند، پیش بینی می شود که در آینده آثار جبران ناپذیری بر محیط زیست دریایی و در نتیجه حیات آبزیان در نواحی ساحلی برجا گذارد. در ایران نیز همانند سایر کشورهای حوزه خلیج فارس ظرفیت واحدهای آب شیرین کن در حال افزایش است به طوری که پیش بینی می شود تا سال ۲۰۲۵ ظرفیت نمک زدایی در کشور به ۱ میلیون متر مکعب در روز افزایش یابد^۲. با توجه به نقش و اهمیت آب برای بشر و روند رو به رشد ظرفیت واحدهای آب شیرین کن و در نتیجه تشدید آلودگی ناشی از پساب خروجی آنها، تخلیه این نوع پساب نیازمند وضع قوانین و استانداردهایی است که در حال حاضر در بسیاری از کشورها از جمله ایران در این زمینه نقص وجود دارد. تشابه قابل توجهی در خصوص مقررات موجود وجود دارد؛ در همه آنها به دو نکته مهم بیشینه میزان شوری و دما در محیط و طول ناحیه اختلاط اشاره شده است. پساب نباید شوری محیط را بیشتر از ۱ الی ۴ قسمت در هزار افزایش دهد. همچنین افزایش دمای ناشی از تخلیه پساب نباید بیش از ۰.۵٪ باشد. طول ناحیه اختلاط نیز با توجه به شرایط منطقه تخلیه بین ۵۰ الی ۳۰۰ متر متغیر در نظر گرفته شده است.

مقدمه

تقریباً ۲۰ درصد از مردم دنیا به آب تمیز قابل شرب دسترسی ندارند. بنابر چشم اندازی که از گزارش توسعه آب جهانی سازمان ملل متحد درک می شود، حدود ۵۰ درصد از ملل دنیا تا سال ۲۰۲۵ با بحران کمبود آب روبه رو خواهند شد. این آمار تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۷۵ درصد افزایش خواهد یافت^۳. بر همین اساس به رغم

1. Sharifinia, M., 2019.

2. Sharifinia, M., et al., 2019.

3. Economic, U.N.D.o., 2003: UN.

هزینه‌های زیاد مربوط به واحدهای آب‌شیرین‌کن، تعداد قابل توجهی از آن به تازگی برای تأمین آب شرب در سراسر دنیا ساخته شده‌اند. ظرفیت آب‌شیرین‌کن‌های خلیج فارس از ۳۰۰۰ میلیون متر مکعب در سال برای سال ۲۰۰۰ به ۵۰۰۰ میلیون متر مکعب در سال برای سال ۲۰۱۲ افزایش یافته است. انتظار می‌رود ظرفیت تولید آب شیرین به ۹۰۰۰ میلیون متر مکعب در سال، برای سال ۲۰۳۰ افزایش یابد.^۱ در ایران نیز به دلیل وجود مناطق بسیاری با میانگین بارش کمتر از ۱۰۰ میلیمتر، همچون سواحل جنوبی که دسترسی به آب شیرین و سالم مورد نیاز در آنها به سهولت امکانپذیر نیست، سرمایه‌گذاری برای استفاده از آب‌شیرین‌کن‌ها به شدت رو به افزایش است.^۲

یکی از مهم‌ترین آثار واحدهای آب‌شیرین‌کن، آلودگی حرارتی ناشی از افزایش دمای آب دریا و افزایش شوری اطراف محل تخلیه است. خروجی واحدهای شیرین‌سازی به دلیل افزایش شوری، دما، غلظت فلزات سنگین و در نتیجه کاهش سطح اکسیژن موجب صدمات بوم‌شناسی مهلکی می‌شوند. تخلیه این واحدها همچنین می‌تواند موجب مرگ و میر گونه‌های حساس، پلانکتون‌ها و کاهش نرخ رشد علف‌های دریایی شود. به منظور حفاظت از محیط زیست دریایی و جلوگیری از آثار منفی ناشی از تخلیه پساب گرم و شور واحدهای آب شیرین‌کن به آب دریا و به حداقل رساندن آسیب به محیط‌زیست دریایی و اکوسیستم خلیج فارس، وضع قوانین و مقررات جهت کنترل دما و شوری خروجی این واحدها ضروری است.^۳ قوانین موجود کاربری صنعت تولیدکننده پساب را مد نظر قرار نداده و به صورت کلی با الگوگیری از مقررات کشورهای نظیر ایالات متحده آمریکا، اقدام به تدوین محدودیت‌های پساب خروجی کرده‌اند. این در حالی است که برای واحدهای آب‌شیرین‌کن به دلیل تولید مداوم شوری و دما باید قوانین جداگانه و با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی خاص آن منطقه تدوین شود. میزان اثر آلودگی بسته به غلظت آلاینده و میزان توانایی محیط در جذب این آلودگی می‌تواند موقت، شدید و یا دائمی باشد. هر بخش از محیط زیست دریا ویژگی‌های خاص خودش را دارد که از دیگری متفاوت است و هر کدام نیازمند درجه‌های مختلف کنترل و یا مجموعه‌ای از استانداردهای محیط‌زیستی است.^۴ به همین دلیل قبل از تخلیه پساب، بررسی ویژگی‌های محل تخلیه و اعمال محدودیت‌هایی متناسب با شرایط محیط تخلیه ضروری است. در این گزارش با مطالعه تطبیقی قوانین و مقررات موجود در زمینه تخلیه پساب شور و گرم، چهارچوب قانون جهت کاهش صدمات زیست‌محیطی این پساب ارائه شده است.

گزارش حاضر به همراه ۳ گزارش دیگر شامل (۱) «واحدهای آب‌شیرین‌کن ۲». واحدهای آب‌شیرین‌کن و صدمات زیست‌محیطی آنها»، (۲) «واحدهای آب‌شیرین‌کن ۳». مطالعه تطبیقی تخلیه

1. Sharifinia, M., et al., 2019.

۲. تقوی، لعبت، محبیان، ماندانا و سمیه سعادتیان، ۲۰۱۶.

3. Van Der Merwe, R., S. Lattemann, and G. Amy, 2013.

4. Environmental standards and allowable limits of pollutants on land, water and air Environment. May 2003,



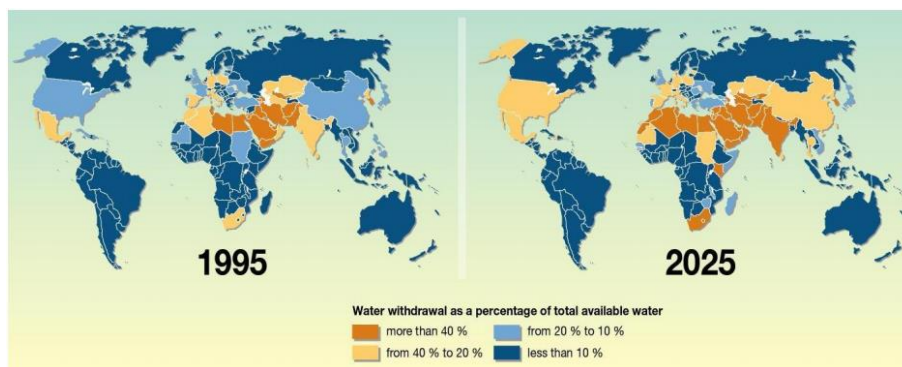
پساب گرم و شور واحدهای آب شیرین کن به آب خلیج فارس» و (۳) «واحدهای آب شیرین کن ۴. پیشنهاد قانون و ملاحظات اجرایی آن در مورد نحوه تخلیه پساب خروجی از واحدهای آب شیرین کن» به جوانب مختلف احداث آب شیرین کن‌ها می‌پردازد.

در این گزارش به صورت خلاصه وضعیت واحدهای آب شیرین کن در دنیا و خلیج فارس و روند تغییر ظرفیت آنها مورد بررسی واقع شده و در نهایت با مطالعه تطبیقی قوانین و مقررات موجود در زمینه تخلیه پساب شور و گرم، چهارچوب قانون جهت کاهش صدمات زیست‌محیطی این پساب‌ها ارائه شده است.

۱. وضعیت واحدهای آب شیرین کن در دنیا و خلیج فارس

۹۷/۵ درصد از کل ذخایر آب دنیا به صورت شور است و تنها ۲/۵ درصد آن را آب شیرین تشکیل می‌دهد. تنها میزان کمی از آن (حدود ۰/۰۰۷ درصد) در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و مخازن موجود و به صورت مستقیم قابل دسترس برای انسان است.^۱ سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) پیش‌بینی می‌کند که تا سال ۲۰۲۵ حدود دوسوم مردم در مناطقی زندگی خواهند کرد که تحت تنش کمبود آب قرار دارد (شکل ۱).^۲

شکل ۱. پیش‌بینی وضعیت کمبود آب کشورهای دنیا در سال ۲۰۲۵



Source: Environmental impacts of desalination technologies. 2016.

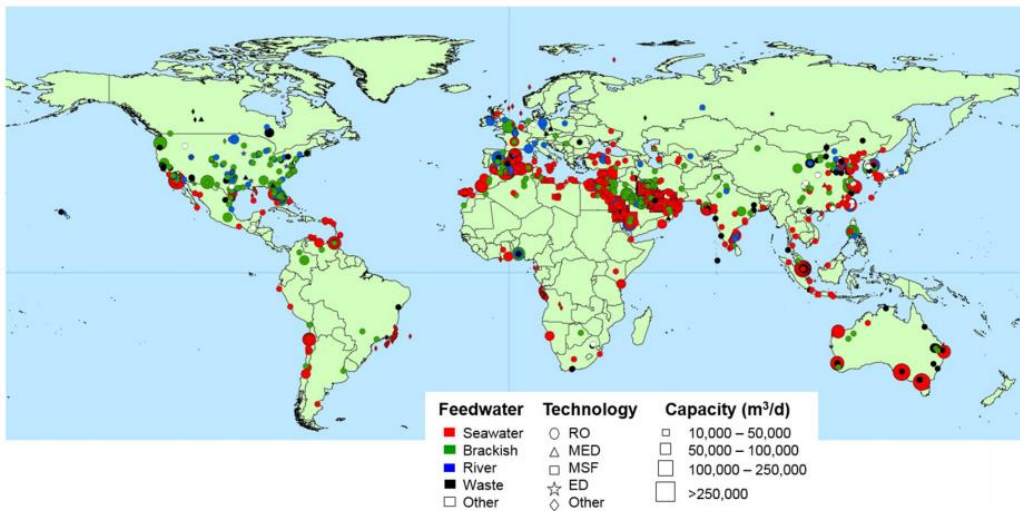
از این رو جهت تأمین آب قابل شرب در برخی از مناطق جهان و به‌ویژه در منطقه خلیج فارس از واحدهای آب شیرین کن استفاده می‌شود. با افزایش جمعیت و خشکسالی ظرفیت شیرین‌سازی این واحدها نیز در حال افزایش است. در شکل ۲ توزیع جهانی واحدهای اسمز معکوس، تبخیر ناگهانی چندمرحله‌ای، تقطیر، الکترودیالیز و ... با ظرفیت بیش از ۱۰ هزار متر مکعب در روز نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که در

1. UNEP, M., 2003.

2. Hietanen, J., 2016.

کشورهای حوزه خلیج فارس و دریای مدیترانه تجمع واحدهای آب‌شیرین‌کن بسیار شدید است. همچنین درصد بسیار زیادی از واحدها (بیش از ۶۲٪) از آب دریا تغذیه می‌شوند.

شکل ۲. توزیع جهانی واحدهای بزرگ (با ظرفیت بیشتر از ۱۰۰۰۰ متر مکعب در روز) براساس ظرفیت، نوع آب تغذیه و تکنولوژی شیرین‌سازی (۲۰۱۹)



Source: A global outlook, 2018.

همچنین ملاحظه می‌شود که واحدهای حرارتی اغلب در مناطقی استفاده می‌شوند که انرژی ارزان در دسترس باشد و معمولاً با واحدهای تولید توان همراه هستند.^۱

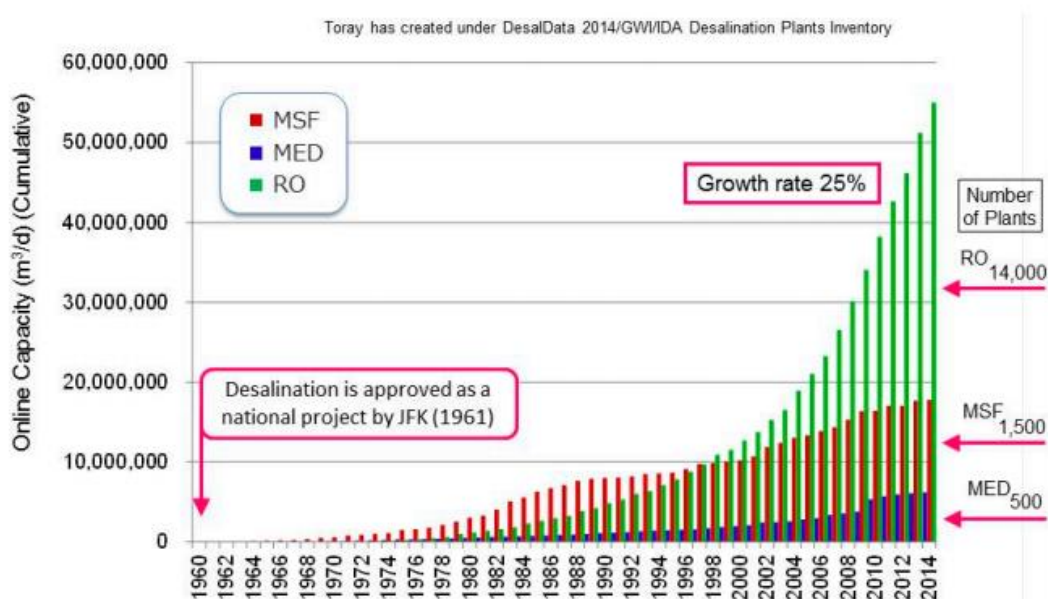
ظرفیت جهانی نصب‌شده واحدهای آب‌شیرین‌کن تا سال ۲۰۱۶ براساس فرایند شیرین‌سازی به صورت نشان داده شده در شکل ۳ تغییر یافته است.^۲ ملاحظه می‌شود که سهم واحدهای اسمز معکوس از ۵۱٪ برای سال ۲۰۱۲ به بیش از ۶۰٪ افزایش یافته است.

1. Al-Qaraghuli, A. and L.L. Kazmerski. 2012.

2. Antonyan, M., 2019.



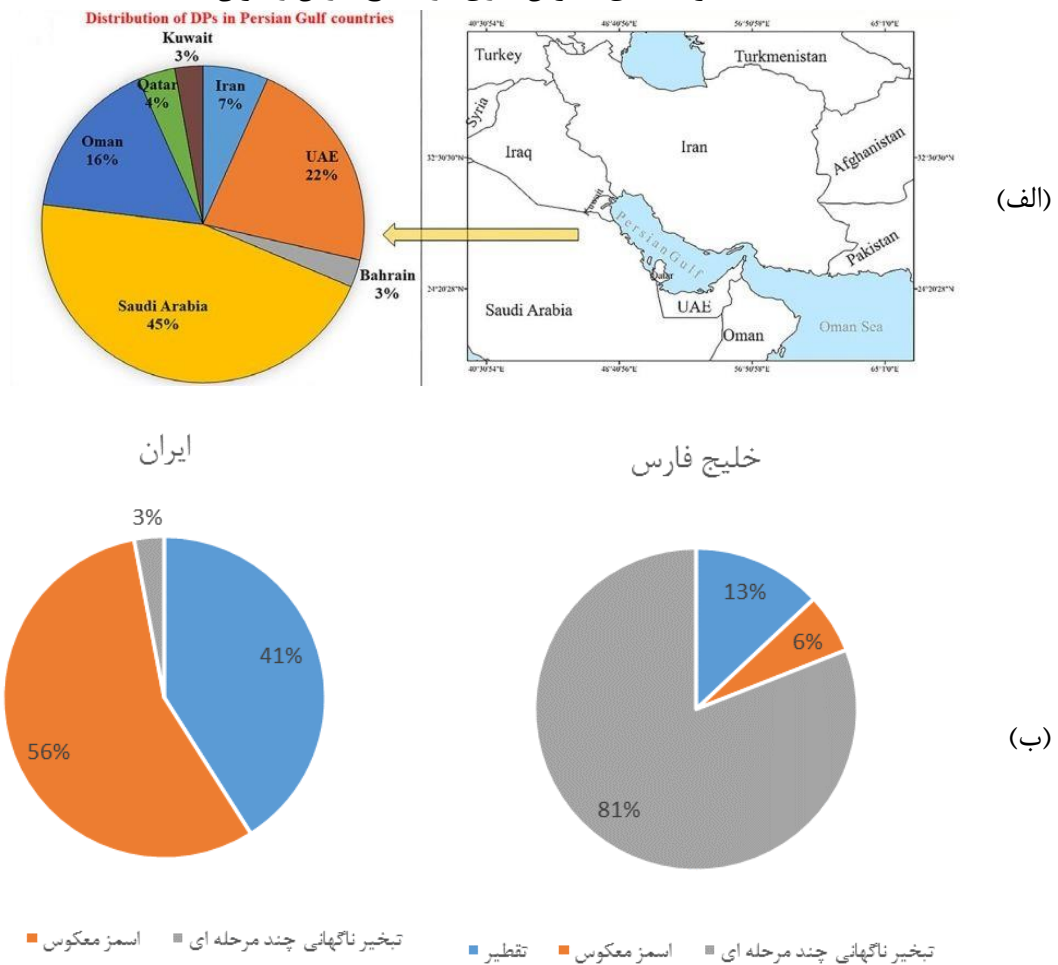
شکل ۳. روند تغییر ظرفیت واحدهای آب شیرین کن برای سه واحد پرکاربرد
اسمز معکوس، تقطیر ناگهانی چندمرحله‌ای و تبخیر



Source: Kurihara, M. and H. Takeuchi, 2018.

سهم کشورهای مختلف در شیرین‌سازی آب دریا در منطقه خلیج فارس برای سال ۲۰۱۹ در شکل ۴ نشان داده شده است.

شکل ۴. الف) توزیع واحدهای شیرین سازی در خلیج فارس و ب) سهم هر یک از فرایندهای شیرین سازی در خلیج فارس و ایران (۲۰۱۹)

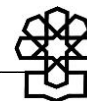


Source: Sharifinia, M., et al., 2019.

از آنجا که اکثر واحدهای آب شیرین کن در کنار آب‌های سطحی واقع شده‌اند، تخلیه پساب شور خروجی از آنها به آب‌های سطحی از باقی‌روش‌های دفع پساب شایع‌تر است. همچنین دفع پساب واحدها با این روش به هزینه سرمایه‌گذاری اولیه کمتری احتیاج دارد^۱. ظرفیت شیرین‌سازی کنونی در ایران حدود ۴۰۰-۵۰۰ هزار مترمکعب در روز است. در جدول ۱ فهرستی از موقعیت و نوع تکنولوژی آب شیرین‌کن‌های در حال اجرا و یا ساخته شده در ایران ارائه شده است^۲.

1. Mickley, M., 2001.

۲. تقوی، لعبت، محبیان، ماندانا و سمیه سعادتیان، همان، ص ۲.



جدول ۱. تأسیسات در حال ساخت و بهره‌برداری استان‌های حاشیه دریای عمان و خلیج فارس

ردیف	استان	ساخت		بهره‌برداری		مجموع	
		ظرفیت (مترمکعب در شبانه‌روز)	تعداد	ظرفیت (مترمکعب در شبانه‌روز)	تعداد	ظرفیت (مترمکعب در شبانه‌روز)	تعداد
۱	هرمزگان	۹۶۳۰۰	۱۱	۱۰۱۰۰۰	۳۸	۱۹۷۳۰۰	۴۹
۲	سیستان و بلوچستان	۱۵۰۰۰	۱	۱۱۳۰۰	۶	۲۶۳۰۰	۷
۳	بوشهر	۱۰۳۰۰۰	۷	۲۰۰۰۰	۲	۱۲۳۰۰۰	۹
۴	خوزستان	۶۰۰۰	۲	۳۲۵۰۰	۳	۳۸۵۰۰	۵
	جمع	۲۲۰۳۰۰	۲۱	۱۴۶۸۰۰	۴۹	۳۶۷۱۰۰	۷۰

مأخذ: معاونت آب و آبفا، وزارت نیرو.

براساس بند «الف» ماده (۳۶) قانون برنامه ششم توسعه، دولت مکلف است حداقل ۳۰ درصد آب آشامیدنی مناطق جنوبی کشور را از طریق شیرین کردن آب دریا تأمین کند. بنابراین در ایران نیز همانند سایر کشورهای حوزه خلیج فارس، ظرفیت واحدهای آب‌شیرین‌کن در حال افزایش است.

۲. مخاطرات زیست‌محیطی تخلیه پساب واحدهای آب‌شیرین‌کن

همانند بسیاری از واحدهای صنعتی دیگر، واحدهای آب‌شیرین‌کن نیز صدمات زیادی به محیط زیست وارد می‌کنند. اما برخی از این صدمات تنها به واحدهای آب‌شیرین‌کن محدود هستند مانند برخورد و به درون کشیدگی^۱ اندامواره‌های دریایی ناشی از ورود آب دریا به واحدها، انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تقاضای بسیار بالای سوخت‌های فسیلی و تخلیه آب شور و گرم به محیط زیست دریا^۲.

شوری آب شور تولیدشده در اثر فرایند شیرین‌سازی در واحدهای اسمز معکوس حدود ۸۰ قسمت در هزار^۳ است تا زمانی که با میزان شوری واقعی آب دریا که به‌صورت میانگین ۳۵ - ۳۶ قسمت در هزار است، به تعادل برسد. افزایش غلظت نمک می‌تواند برای زندگی دریایی مضر و یا حتی مرگبار باشد. به‌طور کلی، سمی بودن بستگی به حساسیت گونه‌ها به افزایش شوری، شوری طبیعی زیستگاه آنها و مرحله چرخه زندگی دارد. برای مثال مطالعه بر روی علف‌های دریایی پوسیدونیا اقیانوسی^۴ موجود در دریای مدیترانه نشان داده است که شوری در حدود ۴۵ واحد در طول ۱۵ روز موجب مرگ حدود ۵۰ درصد از آنها شده است. تغییرات شوری آب دریا ممکن است بر موارد زیر اثر بگذارد^۵:

- توسعه گونه‌ها و فعالیت‌های مربوط به رشد آنها،

1. Entrainment

2. Dawoud, M.A., 2012.

3 Ppt

4 Posidonia Oceanica

5. Neuparth, T., F.O. Costa, and M.H. Costa, 2002.

- زنده ماندن مراحل لارو آبزیان و امید به زندگی (مدت زمان کوتاه‌تر و یا بلندتر برای هر نسل)،
 - چگالی جمعیت اندامواره‌ها (نرخ افزایش جمعیت بیشتر و یا کمتر)،
 - زمان نسبی اصلاح گونه‌ها و ویژگی‌های مربوط به تولید مثل آنها.
- در جدول ۲ حجم آب شور تولید شده برای کشورهای دنیا براساس منطقه، سطح درآمد و نوع کاربری آب شیرین‌شده برای سال ۲۰۱۹ آورده شده است.

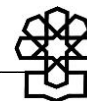
جدول ۲. میزان آب شور تولیدی براساس منطقه، سطح درآمد و نوع کاربری (۲۰۱۹)

میزان آب شور تولیدی (میلیون متر مکعب در روز)	منطقه
۹۹/۴	خاورمیانه و آفریقای شمالی
۱۴/۹	شرق آسیا و اقیانوس آرام
۵/۶	آمریکای شمالی
۸/۴	اروپای غربی
۵/۶	آمریکای لاتین
۳/۷	جنوب آسیا
۲/۵	اروپای شرقی و آسیای مرکزی
۱/۵	زیرصحرای آفریقا
	سطح درآمد
۱۱۰/۲	بالا
۲۰/۷	متوسط رو به بالا
۱۰/۵	متوسط رو به پایین
۰/۰۳	پایین
	بخش مورد استفاده (کاربری)
۱۰۶/۵	شهری
۲۷/۴	صنعتی
۵/۸	ایستگاه‌های تولید توان
۱/۱	آبیاری
۰/۵	نظامی
۰/۳	کاربردهای دیگر

Source: A global outlook. Science of the Total Environment, 2018.

دمای آب دریا از پارامترهای مهم و کلیدی است که می‌توان بر آن نظارت و آن را ارزیابی کرد. این پارامتر همچنین می‌تواند نقش کلیدی در زندگی جانوران و گیاهان دریایی بازی کند^۱. نوسانات دما در نواحی نزدیک به محل تخلیه بین ۱۰ الی ۴۰ درجه سانتیگراد است درحالی‌که دمای آب اقیانوس بین ۱۰ الی ۲۵ درجه سانتیگراد متغیر است. گونه‌های متحرک نظیر پلانکتون‌ها و ماهی‌ها، اولین گونه‌های

1. Mann, K. and J. Lazier, 2006.



دریایی هستند که به دلیل تغییر در دمای آب دریا احتمالاً تحت تأثیر قرار می‌گیرند^۱. برای مثال سن بلوغ موینامونگولیکا از ۵/۸ روز در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به ۳/۴ روز در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد، نرخ تولید مثل از ۴/۱ روز در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به یک بار در روز در دمای ۲۸ درجه و بزرگ‌ترین بازه عمر از ۱۰/۸ روز در دمای ۲۵ درجه به ۴/۲ روز در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد کاهش یافته است. افزایش دما همچنین موجب کاهش اکسیژن و افزایش احتمال رخداد پدیده کم‌اکسیژنی^۲ در موجودات دریایی می‌شود.

پساب ناشی از این صنایع، به‌عنوان عاملی برای تغییر جامعه پلانکتونی غالب در آب دریا قلمداد شده است. این تغییر به نوبه خود می‌تواند بر سایر سطوح بالاتر زنجیره غذایی اثر گذاشته و به‌عنوان تهدیدی برای پایداری حیاتی این پهله‌های آبی به‌شمار آید^۳.

به‌منظور حفاظت از محیط زیست دریایی و جلوگیری از آثار منفی ناشی از تخلیه پساب گرم و شور واحدهای آب شیرین‌کن به آب دریا و به حداقل رساندن آسیب به محیط‌زیست دریایی، وضع قوانین و مقررات جهت کنترل دما و شوری خروجی این واحدها ضروری است. این قوانین در جهت مدیریت بهتر تخلیه پساب، ایجاد محدودیت‌هایی برای میزان شوری و دمای پساب خروجی از واحدهای آب‌شیرین‌کن و اعمال استانداردهایی برای آب دریا و جلوگیری از آسیب به محیط‌زیست کمک شایانی می‌کنند.

۳. مطالعه تطبیقی قوانین تخلیه پساب

دما و شوری دو عامل مهم و خطرناک هستند که با توجه به فصل و نوع زیست‌بوم منطقه متغیر هستند، به همین دلیل، استانداردها و مقررات وضع‌شده در هر ناحیه از ناحیه دیگر متفاوت است. به‌علت متفاوت بودن شرایط هر منطقه و میزان تحمل شوری آبزیان در هر ناحیه، مقررات موجود در کشورهای مختلف متفاوت است و صرفاً برای شرایط خاص همان منطقه وضع شده است^۴. تقریباً در تمامی قوانین تدوین‌شده برای تخلیه پساب، استانداردهای کیفیت آب مد نظر قرار گرفته‌اند.

شاخص‌های کیفیت آب می‌توانند کمی (مانند بیشینه حد مجاز آلودگی در آب محیط) یا کیفی باشند. شاخص‌های استفاده‌شده در این استانداردها، غلظت‌های مجاز آلاینده‌ها در محل هستند. آنجایی که برای گونه‌های مختلف، آستانه تحمل متفاوتی برای دما وجود دارد، استاندارد کیفیت آب آمریکا برای شاخص دما از گزارش تدوین‌شده برای شاخص‌های کیفیت آب در سال ۱۹۸۶ (گزارش شماره ۵/۴۴۰-۸۶-۰۰۱) بهره می‌گیرد^۵. برای حفاظت از گونه‌های دریایی و اقیانوسی در برابر صدمات

1. Hiscock, K., et al., 2004.

2 Hypoxia

۳. قشلاقی، پگاه و دیگران. ۱۳۹۷.

4. Bleninger, T., G. Jirka, and S. Lattemann, 2010.

5. EPA, 1996.

مخرب دمایی، این استاندارد بیان می‌کند که:

الف) بیشترین افزایش دمای میانگین هفتگی قابل قبول ناشی از تخلیه در تمام فصول سال باید ۱ درجه سانتیگراد باشد. این افزایش دما نباید از بیشینه دمای تابستان فراتر رود. بیشینه دمای تابستان که حد بالای دما برای محیطی که پساب در آن تخلیه می‌شود، تعریف می‌شود باید براساس محل مورد نظر منتشر شود.

ب) مشخصه‌های مربوط به چرخه دمای آب چه از نظر اندازه و مقدار و چه از نظر فرکانس نباید تغییر داده شود.

اندازه‌گیری‌ها باید در نقاطی انجام شود که هیچ‌گونه منبع تولید دمای مصنوعی وجود ندارد. همچنین تغییرات سریع شوری به دلیل تغییر در فشار اسموتیک منجر به پلاسمولیز^۱ برگ‌ها و ساقه‌ها می‌شود. این گزارش تغییرات جدول ۳ را برای شوری زیستگاه‌های طبیعی در سراسر دنیا پیشنهاد می‌دهد.

جدول ۳. تغییرات مجاز شوری محیط براساس شوری طبیعی زیستگاه
براساس استاندارد کیفیت آب آمریکا

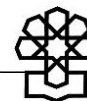
تغییرات مجاز شوری (قسمت در هزار)	شوری طبیعی زیستگاه (قسمت در هزار)
۱	۰ الی ۳/۵
۲	۳/۵ الی ۱۳/۵
۴	۱۳/۵ الی ۳۵

Source: EPA, quality criteria for water 1996.

قوانین و استانداردهای محدودکننده تخلیه پساب به آب دریا را به دو حوزه می‌توان محدود کرد. ابتدا استانداردهای پساب خروجی^۲ که ویژگی‌های آن نظیر دما و شوری قبل از ورود به محیط در هنگام خروج را کنترل می‌کنند. از آنجا که کاهش میزان دما و شوری تا مقدار میانگین آنها در آب دریا بسیار سخت و هزینه‌بر است، استانداردهای محیط مطرح شده‌اند. استانداردهای محیط^۳ نحوه‌ی پاسخ محیط زیست به پساب تخلیه شده را کنترل می‌کنند. این استانداردها معمولاً میزان مجاز آلودگی ناشی از تخلیه پساب واحدها را در محیط مشخص می‌کنند، به طوری که میزان آلودگی آب دریا از مقدار مشخصی تجاوز نکند^۴. یک معیار جهانی برای این نوع استاندارد تعیین ناحیه اختلاط^۵ است.

ناحیه اختلاط، ناحیه نزدیک به محل تخلیه پساب است که رقیق شدن اولیه آن در این ناحیه رخ می‌دهد. به عبارت دیگر میزان غلظت شوری و دما در این ناحیه از نواحی دیگر محیط بیشتر است. به دلیل

1. Plasmolysis
2. Effluent Quality Standards (EQS)
3. Ambient Quality Standards (AQS)
4. Bleninger, T., G. Jirka, and S. Lattemann, 2010.
5. Mixing Zone



نزدیک بودن ناحیه اختلاط به محل خروجی واحدها، استانداردهای محیط‌زیستی در این ناحیه از حد مجاز خود فراتر می‌روند. اندازه ناحیه اختلاط به میزان سمی بودن پساب تخلیه شده و حساس بودن منطقه به پساب تخلیه شده بستگی دارد و به علت متفاوت بودن شرایط منطقه اطراف محل تخلیه، در قوانین کشورهای مختلف، فواصل مختلفی برای ناحیه اختلاط دما و شوری در نظر گرفته شده است.^۱ استانداردها و محدودیت‌های در نظر گرفته شده برای میزان شوری کشورهای مختلف مطابق با استانداردهای محیط زیست به صورت خلاصه در جدول ۴ آورده شده است. تفاوت قابل توجهی در خصوص مقررات وجود دارد، اما در همه آنها به دو نکته مهم بیشینه میزان شوری در محیط و طول ناحیه اختلاط اشاره شده است. مطابق مطالب ذکر شده، محدودیت مربوط به شوری به این صورت است که شوری نباید بیشتر از ۱ الی ۴ قسمت در هزار در آب دریا افزایش یابد. طول ناحیه اختلاط نیز با توجه به شرایط منطقه تخلیه بین ۵۰ الی ۳۰۰ متر متغیر در نظر گرفته شده است.

جدول ۴. محدودیت‌های مربوط به شوری برای کشورهای مختلف (استاندارد محیط)

کشور	محدودیت مربوط به شوری	شعاع ناحیه اختلاط
آمریکا	قسمت در هزار $4 <$ شوری	-
دستورالعمل‌های استرالیای غربی	۵ درصد $<$ افزایش شوری	-
سیدنی، استرالیا	قسمت در هزار $1 <$ افزایش شوری	۷۵-۵۰ متر
سواحل طلایی، استرالیا	قسمت در هزار $2 <$ افزایش شوری	۱۲۰ متر
ژاپن	قسمت در هزار $1 <$ افزایش شوری	-
دوبی	۵ درصد $<$ افزایش شوری	-
عمان	قسمت در هزار $2 <$ افزایش شوری	۳۰۰ متر
عربستان	۲ درصد $<$ افزایش شوری	۱۰۰ متر

Sources: Bleninger, T., G. Jirka, and S. Lattemann, 2010.

برای دما نیز مانند شوری معیارهای متفاوتی در نظر گرفته شده است. افزایش دمای بین ۱-۲ درجه سانتیگراد یا افزایش ۵ درصدی نسبت به دمای محیط در قوانین کشورهای مختلف به چشم می‌خورد. نکته دارای اهمیت این است که قوانین تدوین شده اکثراً تخلیه پساب صنعتی را مد نظر قرار داده و تخلیه پساب واحدهای شیرین‌سازی به آب دریا کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به تخلیه دائمی آب شور و گرم از این واحدها، این مهم جز با نظارت دائمی و تحلیل گزارش‌های مربوطه حاصل نمی‌شود. از تحلیل شاخص‌های دما، شوری، عمق و جریان در خلیج فارس دریافت می‌شود که سواحل جنوبی ایران در نزدیکی تنگه هرمز شباهت زیادی به سواحل عمان و در نزدیکی خوزستان شباهت زیادی به سواحل کشورهای عربی چون عربستان دارد. از این رو به‌عنوان پیشنهاد اولیه توصیه می‌شود که برای

1. Ahmad, N., 2013.

سواحل عمیق، محدودیت‌های کشور عمان (افزایش شوری کمتر از ۲ قسمت در هزار و افزایش دمای کمتر از ۱ درجه سانتیگراد در فاصله ۳۰۰ متری) و برای سواحل کم‌عمق محدودیت‌های کشور عربستان (افزایش شوری کمتر از ۲ درصد و افزایش دمای کمتر از ۲ درجه سانتیگراد در فاصله ۱۰۰ متری) مد نظر قرار گیرد. همچنین توصیه می‌شود که شوری و دما در خروج از لوله و قبل از ورود به محیط، به ترتیب بیش از ۱۰ قسمت در هزار و ۱۰ درجه سانتیگراد نسبت به شوری و دمای آب محیط افزایش نیابد. جهت اطمینان از سلامت محیط زیست و با توجه به نبود مقررات منسجم در زمینه تخلیه واحدهای آب‌شیرین‌کن، نظارت سالیانه برای ارزیابی تخلیه واحدهای شیرین‌سازی و الگوگیری برای تدوین برنامه سال‌های آتی با محوریت تست کیفیت آب و میزان اثر آن بر زیست‌بوم نزدیک به محل تخلیه باید در ایران انجام گیرد.

۴. چارچوب قانون نحوه تخلیه پساب خروجی از واحدهای آب‌شیرین‌کن

در نهایت با توجه به مطالب بیان شده، چارچوب قانون پیشنهادی مربوط به نحوه تخلیه پساب گرم و شور از واحدهای آب‌شیرین‌کن در قالب ۱۰ بند به صورت زیر تدوین شده است:

بند «۱» - تعاریف

سازمان: سازمان حفاظت محیط زیست

وزارت: وزارت نیرو

پساب: پساب خطرناک خروجی از واحدهای شیرین‌سازی

تصفیه مرکب: تخلیه توام پساب‌های صنعتی با هم

وضعیت اضطراری زیست‌محیطی: وضعیتی که به دلیل افزایش بیش از حد مجاز شوری و دما موجب زیان یا وانمود کردن تهدید قریب‌الوقوع به محیط زیست دریایی شود.

ناحیه اختلاط: ناحیه‌ای است که از تخلیه پساب متأثر شده و شوری و دمای آن از شوری و دمای محیط تخلیه بیشتر می‌شود. لبه ناحیه اختلاط جایی است که شوری و دمای آن معادل مقادیر مجاز اعلام شده توسط سازمان است.

بهترین فنون موجود (بی.ای.تی):^۱ به معنی جدیدترین مرحله پیشرفت فرایندها، تسهیلات یا روش‌های عملیاتی است که بیانگر مناسب بودن عملی یک اقدام خاص برای محدود کردن خروجی‌ها و ضایعات است.

1. Best Available Technology (BAT)



فنون: شامل فناوری‌های مورد استفاده و روش طراحی، ساخت، نگهداری، بهره‌برداری و از کار انداختن تأسیسات می‌شود.

کنترل خروجی‌ها: به معنی کنترل‌هایی است که مستلزم محدودیت خاص در محل خروجی‌ها، از قبیل مقادیر محدود خروجی یا هر نوع محدودیت یا شرایط دیگر ناظر بر آثار، ماهیت یا سایر ویژگی‌های یک خروجی یا شرایط عملیاتی است که بر خروجی تأثیر می‌گذارد.

استاندارد کیفیت زیست‌محیطی (ای.کیو.اس):^۱ به معنی تراکم یک ماده خاص یا گروهی از مواد در آب، رسوبات یا جانداران است که به منظور حفاظت از سلامت انسانی و محیط زیست، نباید از حد خاصی فراتر رود.

هدف کیفیت زیست‌محیطی (ای.کیو.ا): به معنی هدفی است که وضعیت مطلوب کیفیت زیست‌محیطی را تبیین کرده و باید در یک منطقه زیست‌محیطی خاص، نظیر ساحل، دریا یا منطقه صنعتی، رعایت شود.

بهترین رویه‌های زیست‌محیطی (بی ای پی):^۲ به معنی اعمال مناسب‌ترین ترکیب تدابیر و راهبردهای کنترل زیست‌محیطی است.

میزان آلودگی: عبارتست از مقدار افزایش آلودگی از حد مجاز تقسیم بر حد مجاز به شرح زیر:

$$\text{میزان آلودگی} = \frac{\text{حد مجاز} - \text{مقدار اندازه گیری شده}}{\text{حد مجاز}}$$

مناطق حساس ساحلی - دریایی مطابق با آیین‌نامه آثار زیست‌محیطی طرح‌های بزرگ تولیدی، خدماتی و زیربنایی (موضوع تصویب‌نامه شماره ۲۱۴۲۸۷/ت/۴۵۸۸۰ ه مورخ ۱۳۹۰/۱۱/۳ هیئت وزیران): مناطقی شامل خورها، مصب‌ها، خلیج‌ها، تالاب‌های ساحلی، رویشگاه‌های حرا، بسترهای علفی، صخره‌های مرجانی، مناطق تخم‌گذاری لاک‌پشت‌های دریایی و ماهی‌ها و نظایر آن، که واجد منابع حساس ساحلی و دریایی و وابسته به دریا هستند.

بند «۲» - مجوز و شرایط صدور آن

الف) کنترل خروجی‌ها

۱. سازمان موظف است محدودیت‌های دما و شوری در خروجی تخلیه واحدهای شیرین‌سازی را به همراه محدودیت‌های آنها در محیط اطراف محل تخلیه اعلام کند.
این قانون مشمول پساب تمامی واحدهای شیرین‌سازی می‌شود.

1. Environmental Quality Standard (EQS)

2. Best Environmental Practice (BEP)

۲. سازمان مکلف است با همکاری سازمان ملی استاندارد ایران حدود مجاز انتشار دما و شوری را به استاندارد به‌روز دنیا ارتقا دهد.

۳. سازمان موظف است محدودیت‌های تخلیه پساب شور و گرم را به همراه جداول زمانی دستیابی به این محدودیت‌ها متناسب با ظرفیت واحدها به اطلاع آنها برساند.

۴. کلیه واحدهایی که خروجی آنها، آلودگی بیش از حد ضوابط دارند موظفند پس از اخطار سازمان و تعیین مهلت، اقدامات لازم را در جهت کاهش یا رفع آلودگی و تخریب به‌عمل آورند. در غیر این صورت فعالیت واحد با اعلام سازمان متوقف و پس از اصلاح فرآیندها و رفع آلودگی در حد استاندارد مربوطه و تائید کارشناسان سازمان، رفع توقیف می‌شود.

ب) تعیین ناحیه اختلاط

نواحی غیرمجاز جهت تخلیه در خلیج فارس مانند نواحی حساس ساحلی - دریایی باید توسط سازمان مشخص شوند.

نحوه تعیین محدوده مجاز ناحیه اختلاط متناسب با شرایط هیدرودینامیکی و محیط زیستی طی دستورالعملی توسط سازمان تهیه و ابلاغ شود.

ج) اقدامات اجرایی

سازمان باید اقدامات اجرایی هنگام تخلیه شامل نحوه تخلیه، زیرساخت‌های مناسب جهت تخلیه در بستر دریا، فاصله از ساحل و عمق تخلیه را طوری تعیین کند که کمترین صدمه بر محیط زیست دریایی و بر زیست‌بوم محل تخلیه وارد شود.

د) بهترین فنون موجود و بهترین روبه‌های زیست‌محیطی

همواره در تمامی شرایط شامل ساخت زیرساخت‌های تخلیه و هنگام تخلیه باید این اطمینان برای سازمان ایجاد شود که از بهترین فناوری موجود و بهترین تدابیر زیست‌محیطی جهت کمینه کردن آثار زیست‌محیطی استفاده شده است.

ه) صدور مجوز

هیچ پسایی بدون صدور مجوز نباید تخلیه شود.

موارد منع صدور مجوز شامل مناطق حساس ساحلی - دریایی (مناطق حساس زیستی)، مشخص نبودن خصوصیات پساب و ارضا نشدن محدودیت‌های تخلیه باید توسط سازمان مشخص شود.

صدور مجوز تخلیه پساب باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۱. محدودیت‌های شوری و دمای تخلیه به همراه استانداردهای محیطی شامل ویژگی‌های ناحیه اختلاط،
۲. موقعیت مکان یا مکان‌های تخلیه شامل عمق تخلیه، فاصله از ساحل و پیکربندی تخلیه،
۳. روش و سیستم تخلیه،



۴. الزامات گزارش‌دهی و پایش.

بند «۳» - انتخاب محل تخلیه

پیش از صدور مجوز باید مطالعه کاملی توسط مسئولین صنایع مزبور در جهت ارزیابی زیست‌محیطی تخلیه پساب بر زیست‌بوم محل تخلیه به سازمان ارائه شود.

مشخصه‌های محل مناسب برای تخلیه پساب باید توسط سازمان اعلام و ابلاغ شود. در تعیین مشخصه‌های محل تخلیه موارد زیر باید مد نظر قرار گیرد:

۱. خصوصیات آب‌نگاری، هواشناسی، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی و موضع‌نگاری تخلیه،
۲. محل و نوع تخلیه (ریزشگاه، کانال، مجرا و غیره) و رابطه آن با سایر مناطق مانند مناطق با مطلوبیت خاص، مکان‌های تخم‌ریزی و پرورش ماهی و ماهی‌گیری، محل‌های زندگی صدف‌ها و منابع قابل بهره‌برداری،
۳. میزان ترقیق اولیه در محل تخلیه به محیط زیست دریای پذیرنده،
۴. خصوصیات آب، مانند درجه حرارت، شوری، شاخص‌های اکسیژن محلول،
۵. ویژگی‌های بستر دریا و کف (مانند نقشه‌برداری، ویژگی‌های ژئولوژیکی و ژئوشیمیایی و باروری بیولوژیکی)،
۶. امکان‌سنجی اقتصادی و عملیاتی.

بند «۴» - پایش

سازمان بر اساس دستورالعملی که تدوین می‌کند موظف است نسبت به نظارت بر انجام پایش دوره‌ای دما، شوری و میزان اکسیژن حل شده در آب علی‌الخصوص آب اطراف محل تخلیه اقدام کند و نتایج را مکان محور و بصورت آمار ارائه دهد.

۱. دما و شوری پساب تخلیه شده در انتهای لوله و قبل از تخلیه باید به صورت در خط (آنلاین) اندازه‌گیری و ثبت شوند.

۲. سازمان مکلف به پایش آب‌های اطراف محل تخلیه، شناسایی میزان آلودگی و صنایع آلوده‌کننده و اعلام وقوع وضعیت اضطراری براساس حدود مجاز آلودگی است.

بند «۵» - ارزیابی آثار زیست‌محیطی

مجریان طرح‌ها موظفند در مرحله امکان‌سنجی و مکان‌یابی آنها، گزارش ارزیابی آثار زیست‌محیطی مربوطه را به همراه اطلاعات کافی در زمینه محل و آثار تخلیه تهیه و جهت بررسی و تأیید به دفتر ارزیابی زیست‌محیطی سازمان ارائه کنند.

اگر طی این ارزیابی محرز شود که اطلاعات کافی برای تعیین آثار احتمالی گزینه تخلیه پیشنهادی

وجود ندارد، بنابراین گزینه مذکور نباید مورد بررسی بیشتر قرار گیرد. علاوه بر این، اگر تفسیر ارزیابی مقایسه‌ای نشانگر آن باشد که گزینه تخلیه ارجحیت کمتری دارد، نباید مجوز تخلیه داده شود. سازمان مکلف است رهنمودهای فنی و سایر رهنمودها را برای ارزیابی آثار بالقوه زیست‌محیطی تخلیه پساب از جمله آثار احتمالی برون مرزی آنها، تعیین کند.

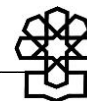
بند «۶» - جمع‌آوری اطلاعات، گزارش‌دهی و ارزیابی

مسئولیت نظارت بر تخلیه پساب و پایش آن برعهده سازمان است. گزارش سالیانه برای کلیه فعالیت‌های نظارت شامل اطلاعات درخصوص ویژگی‌های فیزیکی، زیست‌شناسی و شیمیایی محیط زیست دریایی و مناطق ساحلی، توزیع دما و شوری منطقه، تحلیل آماری نتایج و تحلیل مقایسه‌ای روندها، بحث و ارائه پیشنهادها باید توسط مسئولین صنایع به سازمان ارسال شود. حداقل هر ۵ سال یک بار باید ارزیابی منظم منطقه‌ای درخصوص وضعیت محیط زیست دریایی و مناطق ساحلی توسط سازمان صورت بگیرد.

بند «۷» - مسئولیت و جبران خسارت

سازمان مکلف است نسبت به شناسایی واحدهای آلاینده آب اقدام کرده و به آلوده‌کننده اخطار دهد که ظرف مهلت معینی نسبت به رفع آلودگی در محدوده مجاز و جبران خسارت وارده اقدام کند. در این راستا اقدامات زیر صورت پذیرد:

۱. وزارت و سازمان حسب مورد مکلفند نسبت به تهیه و اجرای طرح بازسازی مناطق آلوده اقدام کنند. مسئولیت مدیریت و نظارت بر پایش و گزارش‌های تهیه شده از سوی صنایع برعهده سازمان است.
۲. وزارت مجاز است در صورت اعلام آلودگی توسط سازمان و عدم رفع آن در مهلت تعیین‌شده در جلوگیری از آلودگی آب عوارضی را مطابق آیین‌نامه دریافت و به حساب خزانه واریز نماید.
۳. در صورت اعلام وزارت نیرو مبنی بر آلودگی هر یک از واحدهای صنعتی، سازمان حفاظت محیط زیست در استان‌ها مکلف است ظرف یک ماه کیفیت و میزان آلودگی را تعیین و در صورت عدم رعایت استانداردها به وزارت نیرو برای اخذ عوارض اعلام کند.
۴. مدیران سازمان‌های مناطق موظفند در مواردی که آلودگی آب از سوی سازمان یا وزارت به آنها اعلام می‌شود، آلودگی را در چهارچوب مفاد این قانون برطرف کرده و گزارش اقدامات را به سازمان ارسال کنند.



بند «۸» - عوارض آلودگی

باتوجه به اینکه محیط زیست از مصادیق حقوق عامه است، چنانچه تخلف از مقررات موجب ورود هرگونه خسارت به محیط زیست آبریان و منابع طبیعی شود، علاوه بر توقف فعالیت و جبران خسارت وارده، صنایع تخلف کننده حسب تشخیص مرجع قضایی به پرداخت جریمه به میزان سه تا پنج برابر خسارت وارده و در صورت تکرار، علاوه بر جبران خسارات به پرداخت جریمه به میزان شش تا هشت برابر خسارات وارده محکوم می شوند.

درآمدهای ناشی از اجرای وصول جریمه ها و خسارات موضوع این قانون طی ردیف درآمدی جداگانه که در قانون بودجه هر سال مشخص می شود، به حساب صندوق ملی محیط زیست واریز می شود.

بند «۹» - تصفیه مشترک پساب

برای کاهش هزینه های مربوط به تخلیه، باید ترکیب پساب واحدهای شیرین سازی با پساب سایر صنایع مد نظر قرار گیرد. پیش از این اقدام باید سازگاری پسابها جهت کاهش آثار زیست محیطی مد نظر قرار گیرد.

بند «۱۰» - تحقیق و توسعه

مدلسازی نحوه پخش آلاینده ها در پیکره های آبی به عنوان یکی از راهکارهای بررسی آلودگی منابع آب و رسیدن به گزینه هایی در ارتباط با طراحی مناسب پساب خروجی به گونه ای که کمترین آثار سوء زیست محیطی را بر محیط پذیرنده داشته باشد، باید مد نظر قرار گیرد.

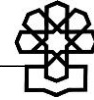
۱. تأکید بر پژوهش های علمی و فنی جهت بهبود تخلیه پساب واحدهای شیرین سازی، مطالعه اثر افزایش دما و شوری بر محیط زیست دریایی و بهبود دانش مربوط به نظام هیدرولیکی و پویایی اکوسیستم دریا باید مد نظر قرار گیرد. بودجه این موارد از محل ۱۰٪ اعتبارات درآمدها، جرایم و خسارات زیست محیطی دریافت شده در صندوق ملی محیط زیست تأمین شود.

۲. انتقال واحدهای آب شیرین کن و تخصیص آب به واحدهای جدید به جای واحدهای مجاور دریا جهت کاهش آثار زیست محیطی باید تحت مطالعه و بررسی قرار گیرد.

آیین نامه اجرایی این قانون با پیشنهاد مشترک سازمان و وزارت نیرو ظرف مدت ۶ ماه از تاریخ ابلاغ این قانون به تصویب هیئت وزیران می رسد.

منابع و مأخذ

۱. تقوی، لعبت، ماندانا، محبب‌ان و سمیه، سعادتیان. بررسی آثار ناشی از آب شیرین‌کن‌های صنعتی بر اکوسیستم آبی خلیج فارس. پایداری، توسعه و محیط زیست، ۲۰۱۶. ۳(شماره ۳) (پیاپی ۱۱)) 1-13 p.
۲. قشلاقی، پگاه و دیگران. بررسی تأثیر پساب دستگاه‌های آب شیرین‌کن بر محیط زیست دریایی (با تأکید بر خلیج فارس)، اولین همایش ملی توسعه پایدار خلیج فارس (اکوسیستم‌های حساس)، بوشهر، دانشگاه خلیج فارس، ۱۳۹۷.
- https://www.civilica.com/Paper-PGSD01-PGSD01_043.html
۳. موحد، الهام و زهرا، عابدی. تعیین خسارت آلودگی ناشی از پساب آب شیرین‌کن‌های منطقه ویژه پارس جنوبی مطالعه موردی آب شیرین‌کن نور ویژه، دو فصلنامه آب و توسعه پایدار ۳ (۲)، ۱۳۹۵.
- https://www.civilica.com/Paper-JR_WSD-JR_WSD-3-2_001.html
4. Sharifinia, M., et al., Prevention is better than cure: Persian Gulf biodiversity vulnerability to the impacts of desalination plants. *Global change biology*, 2019.
5. Economic, U.N.D.o., *World Population Prospects: The 2002 Revision*. Vol. 2. 2003: UN.
6. Van Der Merwe, R., S. Lattemann, and G. Amy, A review of environmental governance and its effects on concentrate discharge from desalination plants in the Kingdom of Saudi Arabia. *Desalination and Water Treatment*, 2013. 51(1-3).
7. Environmental standards and allowable limits of pollutants on land, water and air Environment. May 2003, Information Bulletin.
8. 6. UNEP, M., *Sea water desalination in the Mediteranean: Assessment and guidelines*. MAP Technical Reports Series, 2003(139).
9. Hietanen, J., *Environmental impacts of desalination technologies*. 2016.
10. Jones, E., et al., *The state of desalination and brine production: A global outlook*. *Science of the Total Environment*, 2018.
11. Al-Qaraghuli, A. and L.L. Kazmerski. Comparisons of technical and economic performance of the main desalination processes with and without renewable energy coupling. in *WORLD RENEWABLE ENERGY FORUM*. 2012. ASE, [SI].
12. Antonyan, M., *Energy Footprint of Water Desalination*. 2019, University of Twente.
13. Kurihara, M. and H. Takeuchi, SWRO-PRO system in “Mega-ton Water System” for energy reduction and low environmental impact. *Water*, 2018. 10(1).
14. Mickley, M., *Membrane concentrate disposal: practices and regulation*. 2001: US Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Technical Service Center, Water Treatment Engineering and Research Group Boulder, Colo.
15. Lai, C.C. and J.H. Lee, Mixing of inclined dense jets in stationary ambient. *Journal of hydro-environment research*, 2012. 6(1).
16. Dawoud, M.A., *Environmental impacts of seawater desalination: Arabian Gulf case study*. *International Journal of Environment and Sustainability*, 2012. 1(3).
17. Neuparth, T., F.O. Costa, and M.H. Costa, Effects of temperature and salinity on life history of the marine amphipod *Gammarus locusta*. Implications for ecotoxicological testing. *Ecotoxicology*, 2002. 11(1).
18. Ahmad, N., *Study of Vertical Dense Jet Dilution in a Marine Environment*. 2013.
19. Mann, K. and J. Lazier, *Dynamics of Marine Ecosystems*. *Oceanography*, 2006. 19(2).



20. Hiscock, K., et al., Effects of changing temperature on benthic marine life in Britain and Ireland. *Aquatic Conservation: marine and freshwater Ecosystems*, 2004. 14(4).
21. Bleninger, T., G. Jirka, and S. Lattemann, *Environmental Planning, Prediction and Management of Brine Discharges from desalination Plants*. Middle East Desalination Research Center (MEDRC): Muscat, Sultanate of Oman, 2010.
22. EPA. National Recommended Water Quality Criteria. Available from: <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria>.
23. EPA, quality criteria for water 1996, Office of Water Regulations and Standards, DC 20460: United States, Environmental Protection Agency.
24. Resources, C.o.C.a.P., *Environmental Impact Report for the Carlsbad Seawater Desalination Facility*. 2005.
25. Oman, S.o., Ministerial Decision No: 159/2005, Promulgating the bylaws to discharge liquid waste in the marine environment, Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources. 2005.



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شناسنامه گزارش

شماره مسلسل: ۱۷۱۰۵

عنوان گزارش: واحدهای آب‌شیرین‌کن ۱. خلاصه مدیریتی - مطالعه تطبیقی قوانین تخلیه پساب گرم و شور واحدهای آب‌شیرین‌کن به آب دریا و ارائه چارچوب قانون

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه آب و محیط زیست)

تهیه و تدوین‌کنندگان: بهار فیروزآبادی، امین آزادی، نرگس وفا

اظهار نظر کننده: حمیدرضا تقوایی نجیب

مدیر مطالعه: جمال محمدولی سامانی

ناظران علمی: محمدحسن معادی رودسری، محمدتقی فیاضی

ویراستار تخصصی: _____

ویراستار ادبی: _____

واژه‌های کلیدی:

۱. آب‌شیرین‌کن

۲. محیط زیست

۳. خلیج فارس

۴. پساب گرم و شور

۵. چارچوب قانون

۶. مقررات تخلیه

۷. مطالعه تطبیقی



تاریخ انتشار: ۱۳۹۹/۴/۷