

راهکارهایی برای کاهش اثرات زیست‌محیطی طرح‌های توسعه بنادر و سازه ساحلی

سیده حمیده طاهری، کارشناس محیط‌زیست مهندسی مشاور هندسه پارس *
سیده معصومه صدیقی، کارشناس سازه‌های دریایی و محیط‌زیست مهندسی مشاور هندسه پارس **
رضا کراچیان، استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران ***

*S.h_taheri@parsgc.com **
*Sonasadaghi@gmail.com ***
*Kerachian@ut.ac.ir ****

چکیده

در این مقاله با ترکیب نتایج چهار مطالعه موردی سعی می‌شود که ویژگی‌های مشترک آن‌ها از نظر زیست‌محیطی تشریح شود. هر چهار مطالعه موردی مربوط به سازه‌های دریایی احداث شده در مناطق ساحلی خلیج فارس هستند، بنابراین نتایج آن‌ها می‌تواند در سایر پروژه‌های مشابه در این مناطق مفید باشد. نخست آلودگی‌های مهم در این نوع پروژه‌ها در خلیج فارس تشریح و سپس با توجه به تجربیات چهار پروژه مذکور راه‌حل‌های مقابله با آلودگی‌های مهم بیان گردیده است.

بیان تجربیات کنترل آلودگی ناشی از لایروبی، آلودگی نفتی، پساب‌های نفتی و روغنی و همچنین پساب‌های حرارتی یا شور و آلودگی‌های ناشی از کشتی‌ها از مهمترین مباحث ارائه شده در مقاله است. راه‌حل‌های ارائه شده در این مقاله از میان راه‌حل‌های عمومی موجود در منابع با توجه به انطباق با شرایط داخل کشور بیان گردیده‌اند.

۱- مقدمه

ساخت و توسعه بنادر و سازه‌های ساحلی همواره در برنامه‌های توسعه کشور مورد توجه قرار داشته است. همگام با توسعه فنی و اقتصادی که برای دوام و توسعه حیات اجتماعی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است، نیاز جامعه به حفظ و ثبات محیط‌زیست سالم نیز افزایش می‌یابد. با توجه به اثرات زیست‌محیطی قابل توجه این طرح‌ها، ارزیابی و ارائه راهکارهایی برای کاهش اثرات نامطلوب زیست‌محیطی از اهمیت ویژه‌ای برای دستیابی به توسعه پایدار برخوردار است. از آنجا که در اغلب طرح‌های توسعه بنادر و سازه‌های ساحلی ویژگی‌های مشترکی وجود دارند، بررسی تجربیات موجود در ارزیابی زیست‌محیطی این طرح‌ها می‌تواند در بهبود کیفیت مطالعات و راهکارهای پیشنهادی موثر باشد.

۲- محدوده مطالعاتی

در این مقاله در قالب ۴ مطالعه موردی در سواحل جنوبی خلیج فارس ویژگی‌های عمومی زیست‌محیطی این پروژه‌ها و راهکارهای مربوطه ارائه می‌شود. موقعیت پروژه‌ها در زیر تشریح می‌گردد.

الف- طرح توسعه بندرگاه کیش [۱]

جزیره کیش، یکی از بخش‌های شهرستان بندر لنگه، در استان هرمزگان واقع شده است. این جزیره با وسعت ۹۰/۴۵۷ کیلومترمربع، در فاصله ۱۸ کیلومتری ساحل جنوبی ایران بین مختصات جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۳۳ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. بندرگاه کیش در شمال شرقی جزیره کیش قرار دارد. تبادل کالا و نیازهای اصلی جزیره از طریق این بندر تأمین می‌شود و با توسعه کیش لازم است بندرگاه آن نیز توسعه یابد. توسعه بندرگاه کیش با ایجاد موج‌شکن در مجاورت بندرگاه قدیمی می‌باشد. از آنجایی که موج‌شکن‌های اصلی قبلاً احداث شده‌اند و حتی بخش عمده‌ای از حوضچه برای شناورهای کوچک لایروبی شده است، عملاً فاز طرح محدود به احداث اسکله‌ها و لایروبی حوضچه برای شناورهای بزرگ و همچنین احداث امکانات خشکی می‌باشد.

ب- طرح توسعه بندر نفتی خلیج فارس [۲]

بندر خلیج فارس در جنوب استان هرمزگان به فاصله حدود ۲۸ کیلومتری شهر بندرعباس و در شرق بندر بزرگ شهید رجایی ساخته شده و هم‌اکنون، با توجه به شرایط و موقعیت مناسب آن استعداد بسیار زیادی جهت توسعه دارد. این بندر جهت صادرات مواد نفتی و سوختی، تخلیه و بارگیری مواد معدنی و حمل کالاهای عمومی استفاده می‌شود. بندر خلیج فارس دارای ۳ شاخه موج‌شکن، یکی از سمت شرق و دو شاخه از سمت غرب می‌باشد. همچنین دارای پسرانه‌ای به مساحت ۳۲۰ هکتار با تعدادی مخزن جهت نگهداری مواد نفتی است. این بندر در حال

حاضر فاقد بازوی بارگیری است. به منظور توسعه صادرات محصولات نفتی، توسعه صادرات مواد معدنی، فراهم آوردن امکان برای ورود صنعت نفت و مبارزه با قاچاق مواد نفتی ضرورت توسعه بندر خلیج فارس احساس می‌شود.

ج- طرح توسعه بخش دریایی آب شیرین کن کیش [۳]

با توجه به توسعه عمومی کیش و طرح جامع توسعه جزیره کیش، افزایش جمعیت در جزیره کیش اجتناب‌ناپذیر است. به منظور افزایش منابع آب شرب تنها روش منطقی، توسعه واحدهای آب شیرین کن می‌باشد. محل ساخت تأسیسات آب شیرین کن در قسمت جنوبی بندرگاه جزیره کیش و در مجاوزت شهرک صنعتی ۳ می‌باشد. بخش دریایی آب شیرین کن و تأسیسات مربوط به برداشت آب از محدوده ضلع غربی موج‌شکن بندر کیش می‌باشد.

د- طرح احداث فاز ۲ آبگیر عسلویه [۴]

محل اجرای پروژه فاز ۲ آبگیر عسلویه در استان بوشهر، شهرستان کنگان، در اراضی غربی منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی و در طول جغرافیایی حدود ۵۲ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و عرض حدود ۲۷ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و در جنوب جاده عسلویه- کنگان واقع شده است. در راستای توسعه صنعت پتروشیمی در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس، ۲۸ فاز پالایشگاه گازی، ۲۵ طرح پتروشیمی و سه واحد «LNG» استقرار خواهند یافت که برای خنک کردن تجهیزات پتروشیمی احداث آبگیر جدیدی مورد نیاز خواهد بود. به این منظور اقدام به احداث فاز ۲ آبگیر عسلویه گردیده است که این پروژه از نظر ابعاد در حدود سه برابر آبگیر مبین ۱ می‌باشد. ظرفیت آبدهی پروژه مبین ۱، در حدود $400,000 \text{ m}^3 / \text{h}$ است در حالی که در فاز ۲ آبگیر عسلویه، این ظرفیت به بیش از دو برابر این مقدار افزایش خواهد یافت. شکل (۱) موقعیت تقریبی پروژه‌های مذکور در سواحل خلیج فارس را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت پروژه‌های مطرح شده در این مقاله

۳- محیط‌های حساس زیست‌محیطی [۵،۶]

محیط‌های حساس از نظر زیست‌محیطی محیط‌هایی هستند که بیش از سایر محیط‌ها در معرض آسیب قرار دارند. از جمله این مناطق آب‌های خلیج فارس، سواحل آن و مناطق وسیع جزرومدی است که محل زندگی و فعالیت بسیاری از موجودات زنده می‌باشد. شکل (۲) نشان‌دهنده موقعیت محیط‌های حساس در محدوده خلیج فارس است [۷].



شکل ۲. مناطق حساس دریایی ایران در سواحل خلیج فارس و دریای عمان (سازمان بنادر و کشتیرانی، PSO)

پروژه‌های مذکور در بالا در مناطق مختلف در خلیج فارس قرار دارند لیکن در یک نگاه عمومی می‌توان گفت که از مهمترین مناطق حساس موجود در پروژه‌های مذکور عبارتند از:

- آبسنگ‌های مرجانی موجود در آب‌های خلیج فارس
- زیستگاه گونه‌های جانوری کمیاب مانند پرندگان آبی مهاجر، لاک‌پشت‌ها، ماهی‌های زینتی و خوراکی، پستانداران دریایی
- جنگل‌های مانگرو موجود در مناطق اطراف پروژه

در محدوده پروژه‌های توسعه بندر و آب شیرین کن کیش، گونه‌های نادر حیوانات مانند لاک‌پشت سبز، پرندگان مهاجر، مرجان‌ها و موجودات همزیست با آن‌ها و تعدادی گیاهان بومی و غیربومی از نظر زیست‌محیطی قابل توجه بودند [۳، ۱]. محدوده پروژه بندر خلیج فارس در آب‌های حوزه بندرعباس از دیدگاه‌های مختلف زیست‌محیطی اهمیت زیادی دارد و موجودات زنده اکوسیستم این منطقه بسیار متنوع است. محدوده تحت تأثیر اجرای طرح در حفاصل بندرعباس تا سواحل قشم، لارک و هرمز رویشگاه ویژه جلبک‌ها، علف‌های دریایی و مرجان‌ها می‌باشد. اجتماعات جانوری این منطقه شامل برخی از پرندگان مهاجر، ماهی‌ها، خزندگان شامل مارهای دریایی، لاک‌پشت‌های دریایی و پستانداران آبی می‌باشد. همچنین جنگل حرا یا مانگرو از ویژگی‌های اکوسیستم سواحل جنوب ایران است که به طور پراکنده در سواحل خلیج فارس از جمله در نواحی جزیره قشم دیده می‌شود. این جنگل‌ها در پیرامون خود محیط مناسبی را برای رشد و پرورش ماهیان فراهم می‌کنند و محل زیست مناسبی برای پرندگان بومی هستند. حتی برخی از بندپایان و دوکفه‌ای‌ها نیز در میان این جنگل‌ها مشاهده شده‌اند [۲]. نزدیک‌ترین منطقه حساس زیست‌محیطی به محل اجرای پروژه آبگیر عسلویه، پارک ملی دریایی نایبند است که به عنوان منطقه حفاظت شده می‌باشد. وجود آرامش نسبی و شفافیت آب در این محدوده از آب‌های ساحلی باعث گسترش مجتمع‌های مرجانی و علف‌های دریایی در بستر خلیج و آب‌های مجاور آن شده است. پوشش گیاهی پارک ملی دریایی نایبند شامل اجتماعات حرا است که به عنوان مهمترین جامعه گیاهی منطقه می‌باشد. تجمع کم‌نظیر بی‌مهرگان کفزی از قبیل سخت‌پوستان، ستارگان دریایی، انواع نرم‌تنان و کرم‌های پرتار در بستر و منطقه بین جزرومدی خلیج نایبند، محیط مناسبی را برای تغذیه انواع ماهیان و پرندگان فراهم کرده است. منطقه عسلویه از برخی نظرات مثل آبسنگ‌های مرجانی، پستانداران دریایی، زیستگاه پرندگان آبی، لاک‌پشتان دریایی و جنگل‌های مانگرو دارای حساسیت است [۴].

شکل‌های (۳ و ۴ و ۵ و ۶) نشان‌دهنده محیط‌های حساس در مناطق مطالعاتی پروژه‌های مذکور هستند.



شکل ۴. نمایی از ماهیان زیبای کیش



شکل ۳. نمایی از مرجانهای موجود در آبهای کیش



شکل ۶. نمایی از جنگلهای مانگرو (عسلویه، آبان ۸۶)



شکل ۵. نمایی از فلامینگو (عسلویه، آبان ۸۶)

۴- آلودگی‌ها و اثرات منفی مهم [۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴]

سازه‌های دریایی که در مناطق ساحلی احداث می‌شوند، به صورت معمول برای حمل‌ونقل دریایی (بندر) یا برداشت آب از دریا برای خنک کردن تأسیسات صنعتی یا شیرین کردن آب دریا به کار می‌روند. در پروژه‌های ارائه شده در این مقاله تمام انواع این پروژه‌ها مورد بررسی بوده است. در یک جمع‌بندی کلی می‌توان مهمترین آلودگی‌های پروژه‌های دریایی در مناطق ساحلی را جمع‌بندی کرد. در طی انجام پروژه‌های دریایی و ساحلی علیرغم اینکه آلودگی‌های فراوانی قابل شمارش است، می‌توان برخی از آلودگی‌های مهم را به شرح ذیل نام برد:

الف- آلودگی ناشی از لایروبی و احیاء اراضی [۹]

عملیات لایروبی و احیاء اراضی در مرحله ساخت پروژه‌های دریایی از عوامل موثر بر محیط طبیعی محسوب می‌شوند. کدورت ایجاد شده در آب حین لایروبی و احیاء اراضی منجر به آسیب به موجودات دریایی از جمله گیاهان، کف‌زبان، ماهی‌ها و از همه مهمتر مرجان‌های دریایی در منطقه می‌شود. مرجان‌ها فقط در آب زلال و صاف قادر به زیست می‌باشند. بنابراین فعالیت‌هایی که باعث کدورت آب می‌شوند، می‌توانند بسیار زیانبار باشند. از مهمترین اثرات منفی لایروبی می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

(i) برداشت مرجان‌ها و کف‌زبان در هنگام حفاری بستر دریا

(ii) مدفون شدن مرجان‌ها و کف‌زبان در محل تخلیه مصالح لایروبی

(iii) گل‌آلودن شدن آب در محل‌های برداشت یا تخلیه و انتقال آب حاوی رسوبات معلق به مناطق مجاور و آسیب رساندن به موجودات زنده دریایی. همچنین وجود این آلودگی‌ها سبب کاهش میزان اکسیژن در آب و مسمومیت احتمالی ماهیان با فلزات سنگین و آلودگی‌های نفتی موجود در بستر دریا خواهد گردید.

ب- آلودگی ناشی از کشتی‌ها [۱۰]

یکی از آلاینده‌های آب در مرحله بهره‌برداری از بنادر مذکور، آلودگی ناشی از آب توازن و آب خنک‌کننده‌ها می‌باشد. آب توازن آبی است با مواد معلق و موجودات ریز موجود در آن که به منظور کنترل اختلاف آب‌خوردگی و کنترل فشارهای وارده بر یک کشتی بسته به میزان کالا حجم آن در بنادر مختلف تغییر می‌کند. آلودگی‌های ناشی از یک بندر و تخلیه آن در بندر دیگر موجب تغییر در ساختار ژنی اکوسیستم‌های آبی از طریق

انتقال بسیاری از گونه‌های آبرزی به مناطق خارج از زیستگاه اصلی خود می‌گردد که تهدیدی جدی برای گونه‌های بومی محسوب می‌شود. خطرات زیست‌محیطی ناشی از تخلیه آب توازن کشتی‌های بزرگ به سادگی قابل حل نمی‌باشد. زیرا اولاً پر و خالی کردن شناورها با آب توازن ضروری است و ثانیاً نمی‌توان کلیه موجودات ریز داخل آن را از بین برد. در نتیجه کنترل و مدیریت آب توازن کشتی‌ها ضروری است. برخلاف آب خن (bilge water) که مقدار آن کم و قابل جمع‌آوری می‌باشد، آب توازن (ballast water) به دلیل حجم زیاد می‌تواند بسیار مشکل‌آفرین گردد. شکل (۷) نشان‌دهنده تخلیه آب توازن در یکی از بنادر ایران است.



شکل ۷. تخلیه آب توازن کشتی در یکی از بنادر اصلی جنوبی ایران (خرداد ۱۳۸۶)

آب خن معمولاً حاوی نفت، سوخت، روغن و آلودگی‌هایی از این قبیل می‌باشد. حتی مقدار کمی از این آلودگی‌ها می‌تواند آسیب جدی به محیط وارد کند.

ج- آلودگی نفتی [۸، ۱۱]

بنادر برای حمل کالاهای مختلف از جمله مواد نفتی احداث می‌شوند. پخش مواد نفتی در دریا و خشکی می‌تواند آسیب‌های جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد سازد. آلودگی نفتی در بنادر نفتی مانند بندر خلیج فارس می‌تواند ناشی از حوادث دریایی برای کشتی‌های نفتکش، نشت طبیعی نفت از لوله‌ها هنگام بارگیری و تخلیه و موارد مشابه باشد. به خاطر نحوه گسترش این آلودگی، حتی میزان کمی از آلودگی‌های نفتی می‌تواند منجر به خسارت فراوان شود. ۱۰ لیتر نفت می‌تواند به راحتی سطحی به وسعت یک هکتار را روی آب آلوده کند. مهمترین اثرات مربوط به آلودگی نفتی آب بر محیط‌زیست دریایی و جانوران ساحلی عبارتند از:

- خاصیت چسبناکی لکه نفتی موجب آلودگی فیزیکی و ایجاد خفگی در موجودات دریایی در اثر جلوگیری از نفوذ هوا به داخل آب می‌شود. همچنین در پرندگان دریایی نفت سطح بدنشان را پوشانده و پرهایشان خاصیت عایق بودن را از دست می‌دهد و موجب مرگ آن‌ها می‌شود.
 - ترکیبات شیمیایی نفتی موجب ایجاد اثرات سمی و تجمع در بافت‌ها می‌شود.
 - ترکیبات نفتی موجب تضعیف در توانایی تولیدمثل، رشد و نمو و تغذیه و گوارش موجودات دریایی می‌شوند.
- مهمترین عاملی که در مرحله بهره‌برداری، تهدیدی برای آلودگی خاک و محیط طبیعی محسوب می‌شود آلودگی ناشی از نشت مواد نفتی از مخازن سوخت موجود در بنادر نفتی است. از جمله اثرات منفی آن عبارتند از:
- نفوذ هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای موجود در مواد نفتی و مشتقات آن در خاک و ورود آن به چرخه گیاهان و بدن انسان و ایجاد اختلال در سیستم‌های حیاتی
 - نشت آلودگی از خاک آلوده به آب‌های زیرزمینی
 - کاهش قدرت تجزیه شیمیایی خاک

د- آلودگی ناشی از پساب

از مهمترین عوامل موثر بر محیط‌زیست تخلیه پساب به آب دریا می‌باشد. در زیر به چند نمونه پساب و اثرات آن بر محیط‌زیست اشاره می‌شود. پساب‌های حرارتی ناشی از تخلیه سیستم‌های خنک‌کن مثل آبگیر مبین II [۴] دارای بار حرارتی بالایی می‌باشند و زمانی که به دریا تخلیه شوند باعث برهم زدن شدید تعادل اکولوژیکی می‌گردند، اثرات ناشی از این پساب‌ها به شرح زیر می‌باشند:

- اکسیژن محلول در آب کاهش می‌یابد، بنابراین زندگی موجودات زنده به خطر می‌افتد.
 - حساسیت جانوران آبی نسبت به مواد سمی بیشتر می‌شود.
 - فعالیت ارگانیزم‌های بیولوژیکی با افزایش درجه حرارت سریع‌تر خواهد شد، به خصوص که تنفس بیشتر شده و باعث کاهش ناگهانی اکسیژن محلول در آب می‌گردد.
 - رشد گیاهان آبی سریع‌تر می‌شود و تعادل اکوسیستم را برهم می‌زند.
 - ممکن است باعث تخم‌گذاری ماهی‌ها قبل از موعد مقرر شود.
- پساب خارج شده از سیستم آب شیرین‌کن‌ها مانند آب شیرین‌کن کیش [۳] که شورتر از آب دریا است و همچنین حاوی مواد شیمیایی است، می‌تواند اثرات زیست‌محیطی احتمالی زیر را به همراه داشته باشد [۱۲، ۱۳، ۱۴].
- افزایش میزان کدورت آب و ممانعت از رسیدن نور به موجودات آبی.
 - استفاده از مواد شیمیایی جهت بهبود آب و وجود آلاینده‌های شیمیایی در آب خروجی و اثر آن بر موجودات زنده.
 - ورود فلزات سنگین نفتی به آب دریا که طی فرآیند تصفیه از جدار تجهیزات جدا شده و ورود آن به بدن موجودات آبی
- در ترمینال‌های نفتی از جمله بندر نفتی خلیج فارس [۲]، در نتیجه پاکسازی لوله‌های نفتی و روغنی، مقدار زیادی پساب نفتی تولید می‌شود که لازم است جمع‌آوری و انتقال آن‌ها به حوضچه‌های جداکننده آب و نفت و تصفیه‌خانه مربوطه صورت پذیرد تا از اثرات منفی احتمالی که در بخش آلودگی نفتی ذکر شد جلوگیری شود [۱۱].

۵- راهکارهایی برای کاهش آلودگی [۱، ۲، ۳، ۴، ۱۵]

به منظور کاهش اثرات سوء در مراحل ساخت و بهره‌برداری پروژه‌ها روش‌های اصلاحی به کار گرفته می‌شود. با توجه به تجربیات ارائه شده در ۴ پروژه مذکور می‌توان راه‌حل‌های ذیل را برای کنترل آلودگی‌های فوق‌الذکر برشمرد:

الف- کنترل آلودگی ناشی از لایروبی [۹]

به منظور توسعه بنادر مذکور دو اقدام ذیل جهت کنترل کدورت آب حین لایروبی در دستور کار پیمانکار لایروبی قرار گرفت:

- سنجش دائمی میزان غلظت رسوبات در آب اطراف محل لایروبی و محل تخلیه و توقف لایروبی در مواقعی که کدورت از حد استاندارد تجاوز نماید.
- استفاده از موانع قائم شناور اطراف محل برداشت مصالح لایروبی و محل تخلیه مصالح به منظور جلوگیری از انتشار آب گل‌آلود به مناطق اطراف. (شکل ۸)



شکل ۸. نمونه ای از کاربرد موانع قائم شناور به منظور جلوگیری از انتشار کدورت حین لایروبی

ب- کنترل آلودگی نفتی [۱۱،۲]

در پروژه‌های نفتی مانند بندر نفتی خلیج فارس، نشت نفت در خشکی و دریا یکی از منابع مهم آلوده‌کننده محیط‌زیست می‌باشد. به منظور جلوگیری و کاهش اثرات منفی این پدیده راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

- استفاده از شیرآلات و تجهیزات مناسب مطابق با استاندارد برای مخازن و لوله‌ها و کنترل و بازرسی ادواری آنها
- پی‌سازی مناسب محوطه زیر مخازن نفت از طریق خاکبرداری تا رسیدن به خاک سفت و زیرسازی توسط سنگ و کوبش خاک تا رسیدن به تراکم ۹۵٪ که مانع از نشست غیرمجاز و بروز نشت نفت می‌شود.
- احداث مخازن مطابق استانداردهای موجود، با کفی شیبدار و حوضچه کوچکی در انتهای آن جهت جمع‌آوری پساب‌های نفتی
- استفاده از Flexible Membrane Liner در محدوده ساخت مخازن به منظور جلوگیری از نفوذ فرآورده‌های نفتی به اعماق زمین
- ایجاد بانندوال در اطراف مخازن نفتی به منظور جمع‌آوری مواد نفتی در صورت بروز هرگونه حادثه در مخازن ذخیره. (شکل ۹)



شکل ۹. نقش بانندوال در محصور کردن نفت پس از خرابی مخزن و تخلیه

- تعبیه حوضچه در محدوده هر بانندوال به منظور جمع‌آوری آب‌های سطحی شسته شده و مواد نشسته احتمالی و انتقال محتوی حوضچه به تصفیه‌خانه پساب‌های نفتی
- جمع‌آوری خاک‌های آلوده و جایگزینی آن با خاک مناسب
- تنظیم شیب کل محوطه ترمینال مواد نفتی به گونه‌ای که تمامی پساب‌های نفتی نهایتاً در حوضچه oil-water separator جمع‌آوری شده و به سیستم بازیافت هدایت شوند

- پاکسازی رسوبات ته‌نشین شده در مخازن نفتی به کمک دستگاه‌های مخصوص به صورت دوره‌ای (حداقل هر ۴ سال یکبار) و بازیافت زائدات جامد نفتی مطابق با روش‌های مناسب و مقررات بهداشتی و زیست‌محیطی
- در بنادر خلیج فارس جهت جلوگیری از انتشار آلودگی نفتی در آب از تجهیزات زیر استفاده می‌شود:
- استفاده از بازوهای جلوگیری از انتشار نفت (Oil Containment Boom). (شکل ۱۰)



شکل ۱۰. نمونه ای از بازوهای شناور برای جلوگیری از انتشار نفت (بندر امام خمینی، بهمن ۱۳۸۶)

- بکارگیری مواد جاذب آلودگی‌های نفتی (Absorbant)
- استفاده از تجهیزات جمع‌آوری آلودگی نفتی در ساحل (Skimmer) و جداسازی نفت از آب

ج- کنترل آب خن و آب توازن کشتی‌ها [۱، ۲، ۱۰]

جهت کنترل آلودگی ناشی از آب خن و آب توازن کشتی‌هایی که وارد بنادر ایران از جمله بندر خلیج فارس و بندر کیش می‌شوند راهکارهای زیر پیشنهاد گردید:

- آب خن که در ته مخازن کشتی‌ها جمع می‌شود حاوی نفت، سوخت و روغن است. به منظور رفع این آلودگی می‌توان از مواد جاذب آلودگی‌های نفتی و یا بالشتک‌های جاذب (Absorbant Pillows) استفاده نمود. بهترین راهکار عملی در مورد آب خن در بنادر کشور، جمع‌آوری و انتقال آن به تصفیه‌خانه پساب‌های نفتی می‌باشد. ریختن آب خن به دریا ممنوع است و باید به شدت کنترل شود.
- جهت کاهش میزان گونه‌های مضر آبی، پاتوژن‌ها و رسوبات در آب توازن باید از پر و خالی کردن مخازن کشتی، در آب‌های متلاطم، نواحی که وجود گونه‌های مضر آبی اثبات شده، دهانه خروجی فاضلاب‌ها، محدوده لایروبی، نواحی نزدیک جریان‌های جزرومدی، در تاریکی و زمانیکه برخی کفزیان در آب دریا بالا می‌آیند و در آب‌های کم‌عمق در صورت امکان اجتناب شود.
- مقدار آب توازن تخلیه شونده در بندر باید کنترل شده و تا حد امکان کاهش یابد.
- استقرار آزمایشگاه برای آزمایش و کنترل آب توازن در بندر ضروری است.
- در صورتی که وجود گونه‌های مضر آبی در آب توازن اثبات شود و یا میزان رسوبات بیش از حد مجاز باشد، می‌توان آن را مستقیماً به شبکه فاضلاب منتقل نمود و از ورود آن به آب دریا جلوگیری کرد.
- روش‌های گندزدایی تا حد امکان استفاده شود.

د- کنترل پساب‌ها

مهمترین پساب‌ها در تجربیات حاضر شامل پساب‌های حرارتی، شور و نفتی هستند که جهت کنترل و کاهش اثرات منفی آن‌ها راهکارهای زیر ارائه می‌شود.

a. کنترل پساب‌های حرارتی

طبق قوانین محیط‌زیست ایران، در محلی که آب گرم وارد دریا می‌شود، حرارت اضافی باید به گونه‌ای پخش و میرا شود که در شعاع ۲۰۰ متر از نقطه خروج آب گرم، اختلاف دمای آب با آب دریا بیش از ۳ درجه نباشد. در نتیجه جهت کاهش دمای آب خروجی می‌توان از راهکارهای مختلف استفاده کرد. در پروژه مبین II، [۴] راه‌حل‌های ذیل پس از بررسی شرایط پروژه و امکانات در دسترس پیشنهاد گردید:

- تخلیه پساب با درجه حرارت بالا در فاصله زیاد از ساحل و اعماق آب
- انتقال پساب حرارتی به حوضچه‌های بزرگ جهت تبادل حرارت
- تنظیم زمان خروج پساب در زمانی که جریان‌ات جزرومدی دریا برعکس جهت جریان تخلیه باشد
- استفاده از آب سرد اعماق دریا برای سیستم خنک‌کننده
- احداث کانال خروجی آب به صورت پلکانی به منظور کاهش سرعت جریان آب و افزایش سطح تماس با هوا
- اسپری کردن آب در محل خروجی کانال به دریا با ایجاد دیواره مشبک در مقابل آن
- استفاده از چند out fall برای تخلیه پساب جهت میرا شدن حرارت

علیرغم اینکه راه‌حل‌های بالا در پروژه مبین II پیشنهاد شده است، لیکن در پروژه‌های مشابه نیز در ایران قابل استفاده هستند.

b. کنترل پساب‌های نفتی و روغنی [۱۱،۲]

نشت پساب‌های نفتی و روغنی در خشکی یکی دیگر از منابع آلوده‌کننده محیط‌زیست است و این پدیده در پروژه بندر خلیج فارس [۲] به شدت مطرح بود. لذا جهت کاهش این آلودگی راهکارهای زیر پیشنهاد گردید:

- در ترمینال‌های نفتی اغلب لوله‌های حاوی مواد نفتی و روغنی نیاز به شست‌وشو توسط آب یا مایعات مخصوص دارند. لازم است پساب‌های نفتی تولید شده جمع‌آوری و به حوضچه‌های جداکننده آب و نفت و سرانجام به تصفیه‌خانه انتقال یابند.
- به منظور کاهش پساب نفتی می‌توان در شست‌وشوی لوله‌های نفتی به جای روش Flushing (شست‌وشو توسط آب یا مایعات مخصوص) از روش pigging (پاکسازی توسط ابزار خاصی به نام smart pig) استفاده کرد. (شکل‌های ۱۱ و ۱۲)



شکل ۱۲. پاکسازی لوله‌ها با Pigging



شکل ۱۱. شست‌وشوی لوله‌ها (Flushing)

- کانال و سیستم جمع‌آوری پساب‌های نفتی باید به گونه‌ای طراحی شوند که احتمال ریزش دیواره حوضچه‌ها و نفوذ نفت و مواد روغنی به داخل خاک وجود نداشته باشد.

با توجه به اینکه تجربه احداث بنادر نفتی در ایران کمتر از بنادر تجاری است، توجه به راه‌حل‌های بالا در بنادر نفتی اهمیت بیشتری دارد.

c. کنترل پساب شور حاوی مواد شیمیایی [۱۲، ۱۳، ۱۴]

پروژه آب شیرین کن کیش، [۳] مثال بارزی از پروژه‌های دریایی است که پساب شور تولید می‌کنند. پساب شور به دلیل شوری مضاعف نسبت به آب دریا در محل تخلیه می‌تواند اثرات نامطلوب زیست‌محیطی داشته باشد. برای کاهش درصد شوری در پروژه آب شیرین کن کیش راهکارهای زیر پیشنهاد گردید:

- مخلوط کردن پساب شور با منابع آبی دیگر که به دریا می‌ریزند، مثلاً برای رقیق کردن پساب می‌توان آن را با آب خنک‌کننده نیروگاه‌ها مخلوط نمود.
- تخلیه پساب شور در محلی که جریانات آب به اندازه کافی باشد.
- استفاده از تجهیزات پخش‌کننده (diffuser) برای تسریع پخش شوری و جلوگیری از تمرکز آن در یک ناحیه در شرایط تخلیه عمقی پساب شور
- حذف مواد شیمیایی و سمی از پساب قبل از تخلیه به دریا
- استفاده از لوله‌هایی که خوردگی در آن‌ها کمتر رخ می‌دهد (تیتانیوم یا پلی‌اتیلن) به منظور کاهش ورود فلزات سنگین به آب دریا

راه‌حل‌های بالا براساس بررسی امکانات داخلی پیشنهاد شده‌اند، لذا در سایر پروژه‌های آب شیرین کن هم قابل استفاده هستند.

۶- نتیجه‌گیری

(الف) خصوصیات مشترک چند پروژه دریایی در خلیج فارس از دیدگاه زیست‌محیطی مانند خصوصیات فیزیکی- شیمیایی، نوع مناطق حساس زیستی و ارتباط پروژه‌ها با محیط دریایی در این مقاله تشریح گردید. سپس (ب) مهمترین آلودگی‌ها از جمله آلودگی ناشی از لایروبی، ناشی از کشتی‌ها، آلودگی نفتی و آلودگی ناشی از پساب پروژه‌ها تشریح شد و اثرات منفی این پروژه‌ها بر محیط‌زیست شامل کدورت آب، کمبود اکسیژن محلول در آب و تغییرات اساسی در فعالیت زیستی موجودات زنده بررسی شد. (ج) در ضمن راهکارهای پیشنهادی برای مقابله با اثرات مخرب این پروژه‌ها بیان گردید. مهمترین این راهکارها شامل استفاده از موانع قائم شناور در اطراف محل لایروبی، پی‌سازی مناسب مخازن نفت، ایجاد باندوال اطراف مخازن، تعبیه حوضچه جمع‌آوری پساب نفتی، استفاده از بازوی جلوگیری از انتشار نفت و تجهیزات جمع‌آوری مواد نفتی، سرد کردن پساب حرارتی و رقیق کردن پساب‌های شور با روش‌های مختلف می‌باشد. با توجه به اینکه این شرایط در بسیاری از پروژه‌های دریایی دیگر هم وجود دارند، می‌توان از تجربیات ذکر شده در پروژه‌های دیگر هم استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

در جریان مطالعات زیست‌محیطی پروژه‌هایی که در این مقاله ذکر شد، از نظرات کارشناسان مختلف از جمله دکتر علی فاخر (متخصص سازه‌های دریایی و محیط‌زیست)، مهندس فریدون قدوسی (متخصص ارزیابی محیط‌زیست)، مهندس علی میرجاوید (متخصص شیلات و محیط‌زیست)، مهندس مریم رضوانی (متخصص سازه‌های دریایی)، مهندس صدیقی (متخصص محیط‌زیست دریایی)، مهندس فرزاد پوراصغر (متخصص مدیریت محیط‌زیست)، مهندس محمود علمداری (متخصص تأسیسات نفتی)، مهندس علی‌اکبر هاشمی‌اصل (متخصص تأسیسات نفتی) و مهندس سارا شهیدی (متخصص تأسیسات) استفاده گردید که بدینوسیله از آنان تشکر می‌شود.

مراجع

- [۱] مهندسین مشاور هندسه پارس (۱۳۸۶)، «گزارش ارزیابی زیست‌محیطی»، مطالعات و بازنگری طرح جامع و مطالعات طرح تفصیلی بندر تجاری کیش
- [۲] مهندسی مشاور هندسه پارس (۱۳۸۶)، «گزارش ارزیابی زیست‌محیطی» طرح جامع و جانمایی و ارائه خدمات مشاور مادر بندر خلیج فارس
- [۳] مهندسین مشاور هندسه پارس (۱۳۸۶)، «گزارش ارزیابی اجمالی زیست‌محیطی» بازنگری مطالعات بخش دریایی آب شیرین کن جزیره کیش
- [۴] مهندسین مشاور هندسه پارس (۱۳۸۶)، «گزارش ارزیابی زیست‌محیطی» فاز ۲ آبگیر عسلویه
- [۵] فاطمی، محمدرضا- و عبایی، سعید (۱۳۸۲)، وضعیت محیط‌زیست خلیج فارس (محدوده دریایی رامپی)- سازمان حفاظت محیط‌زیست
- [۶] کردوانی، پرویز (۱۳۷۴)، اکوسیستم‌های آبی ایران (خلیج فارس و دریای عمان). نشر قومس
- [۷] سازمان بنادر و کشتیرانی ایران (۱۳۸۵)، «سایت اینترنتی سازمان»

<http://www.pso.ir/Portal/HomePage.aspx?TabID=4195&Site=DouranPortal&Lang=fa->

IR&SearchKeyword=مناطق حساس دریایی ایران در سواحل خلیج فارس

- [۸] کلارک، آر.بی (۱۳۸۵)، «آلودگی دریا»، جعفرزاده حقیقی، نعمت‌الله- فرهنگ، محمد (مترجم)، انتشارات آوای قلم

[۹] Environment protection Authority of Australia (2001) Best practice Environmental management, 'Guidelines for dredging.'

[۱۰] International maritime organization (IMO), (1997), "Guidelines control and management of ships' Ballast water to minimize the transfer of Harmful Aquatic organizems and pathogens".

[۱۱] علوی نسب، مهري سادات (۱۳۸۲)، «راهنمای مقابله با آلودگی های نفتی در ناحیه خلیج فارس با شرح تفصیلی بر استفاده از پخش کننده ها» انتشارات دایره سبز، سازمان حفاظت محیط زیست.

[۱۲] Hoepner, T. (1999) 'A procedure for environmental impact assessments (EIA) for seawater desalination plants', Desalination Journal, Elsevier.

[۱۳] Svensson, M. Desalination and the environment: options and considerations for brine disposal in inland and coastal locations.

[۱۴] Hoepner, T. And Letterman, S. (2002) "chemical impacts from seawater desalination plants- A case study of the northern Red sea", Elsevier.

[۱۵] SPRERI (2002) 'Environmental pollution control Engineering' sardar patel Renewable Energy.