



سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی





نهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی  
**ICOPMAS 2010**  
 10-8 آذر ماه (تهران)



## تأثیر ملاحظات زیست محیطی بر تدوین طرح جامع بنادر

حسین سعدایی ، سرپرست بخش تخصصی دریایی ، مهندسین مشاور هندسه پارس ، [h.Saadai@parsgc.com](mailto:h.Saadai@parsgc.com)  
 سیده معصومه صدیقی ، کارشناس سازه های دریایی ، مهندسین مشاور هندسه پارس ، [sonasadaghi@gmail.com](mailto:sonasadaghi@gmail.com)  
 سیده حمیده طاهری رودسری ، کارشناس محیط زیست ، مهندسین مشاور هندسه پارس ، [s.h.taheri@parsgc.com](mailto:s.h.taheri@parsgc.com)  
 سارا شهیدی ، کارشناس ایمنی ، مهندسین مشاور هندسه پارس ، [sara.shahidi.ir@gmail.com](mailto:sara.shahidi.ir@gmail.com)

کلید واژه‌ها: ارزیابی زیست محیطی، آلودگی مواد نفتی، آلودگی مواد معدنی، بندر خلیج فارس

### 1- مقدمه

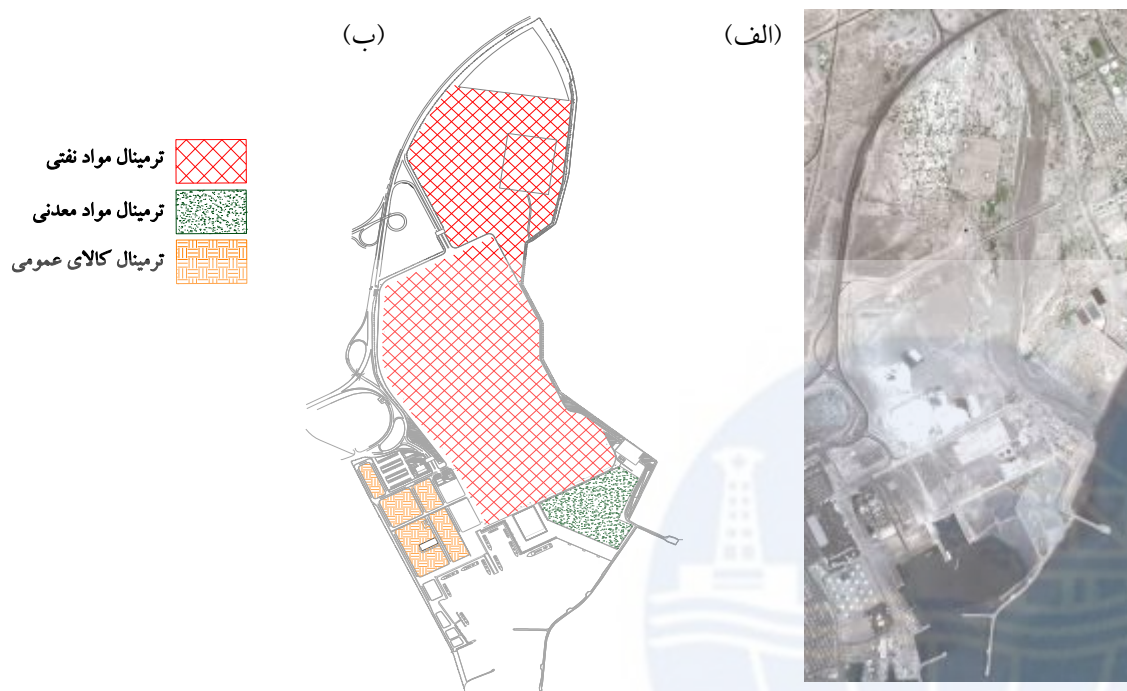
امروزه، بنادر به عنوان واسطه حمل و نقل دریایی و خشکی، تبادل انواع مختلف کالا از قبیل کالاهای کانتینری، فرآورده های نفتی، مواد معدنی، فله خشک و مایع و سایر کالاهای متفرقه را عهده دار می باشند. از سوی دیگر، توجه به مسایل زیست محیطی در کنار سایر ملاحظات فنی، نقش بسزایی را در طراحی پروژه ها و علی الخصوص طرح های توسعه بنادر ایفا می نماید. هم اکنون در اکثر پروژه ها، طراحی ها بر عهده بخش فنی بوده و ارزیابی های زیست محیطی به صورت مستقل و جدا از بخش فنی انجام می پذیرد. این موضوع سبب می شود اندرکنش مطلوبی میان مسایل فنی و زیست محیطی برقرار نشده و میزان تاثیر گذاری ملاحظات زیست محیطی در تصمیم گیری ها کاهش یابد. لذا همکاری گروه زیست محیطی با بخش فنی می تواند تا حد زیادی سبب ارتقاء کیفیت و توجه به مسایل زیست محیطی در پروژه های مختلف گردد.

بندر خلیج فارس، که در مجاورت بندر شهید رجایی قرار دارد، اولین بندر ایرانی است که در آن صادرات فرآورده های نفتی توسط بخش خصوصی انجام می پذیرد. این موضوع سبب ایجاد جایگاه ویژه ای برای این بندر در میان سایر بنادر ایران گردیده است. همچنین این بندر در کنار فعالیت اصلی خود، در امر تبادل مواد معدنی و کالای عمومی نیز فعال می باشد [1]. فعالیت های یاد شده آلودگی های زیادی را از جنبه های مختلف در محدوده بندر ایجاد می نمایند که از آن جمله می توان به پراکندگی مواد معدنی در هوا و خاک، اختلاط فرآورده های نفتی با رواناب های سطحی موجود در ترمینال مواد نفتی و پخش آن در سایر نقاط بندر، آلودگی خاک ناشی از نشت فرآورده های نفتی و شستشوی خطوط لوله انتقال اشاره نمود. علاوه بر موارد فوق، بهره برداری از این بندر، آلودگی های بالقوه ای همچون تولید فاضلاب و آلودگی های ناشی از لایروبی حوضچه بندر را به همراه دارد. مجموعه موارد فوق، مسایلی را از جنبه زیست محیطی به وجود آورده، لزوم توجه و ارایه راهکارهای مناسب جهت مواجهه با آن ها را دوجندان می سازد [2]. در این مقاله، ابتدا خلاصه ای از طرح توسعه بندر خلیج فارس عنوان گردیده و در ادامه با معرفی آلودگی های ناشی از توسعه در بندر خلیج فارس، راهکارهای مختلفی که در طرح جامع این بندر جهت کاهش تاثیر آلودگی ها در نظر گرفته شده بیان شده است.

### 2- طرح جامع بندر خلیج فارس

بندر خلیج فارس درون منطقه ویژه اقتصادی بندر شهید رجایی قرار دارد و همجوار شرقی بندر شهید رجایی است. این بندر که طراحی اولیه آن همزمان با بندر شهید رجایی انجام شده، دارای 9 پست اسکله و سه ترمینال مواد نفتی، مواد معدنی و کالای عمومی است. بر اساس استراتژی های ترسیم شده در طرح جامع بندر خلیج فارس، حجم تبادلات کالا در این بندر از حدود 0/8 میلیون تن در سال 1384 به 9/4 میلیون تن کالا در افق توسعه 15 ساله منتهی به سال 1400 خواهد رسید [1 و 2]. بر این اساس، در افق طرح (سال 1400)، این بندر دارای 13 پست اسکله با ظرفیت پذیرش شناورهای تا 20 هزار تنی خواهد بود که در امر تبادلات فرآورده های نفتی، مواد معدنی و کالای عمومی مورد استفاده

قرار خواهند گرفت. حوضچه این بندر تا عمق حدود 11 m CD - لایروبی خواهد شد. در پسرکرانه 320 هکتاری نیز بخش اعظم فضای بندر ترمینال مواد نفتی اختصاص داده شده است. ترمینال مواد معدنی در جنوب شرقی بندر جانمایی گردیده و ترمینال کالای عمومی نیز در غرب بندر قرار داده شده است [1]. در شکل 1 وضعیت کنونی و طرح توسعه بندر خلیج فارس ارایه گردیده است.



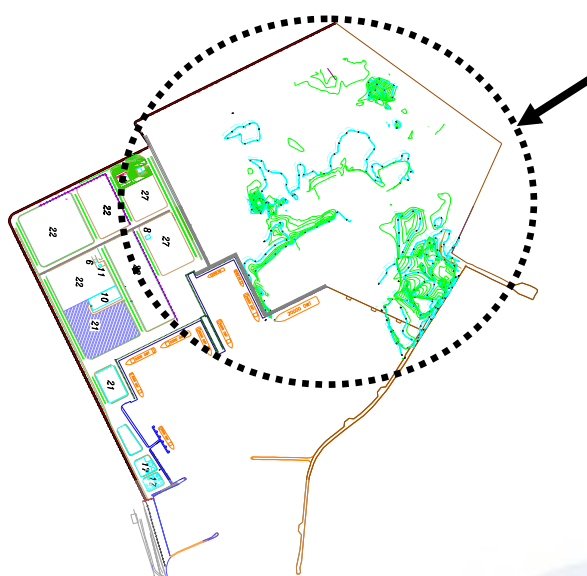
شکل 1 الف: عکس ماهواره‌ای وضعیت موجود بندر خلیج فارس ب: پلان طرح توسعه بندر خلیج فارس در سال 1400

### 3- طرح جامع بندر خلیج فارس و تاثیرپذیری از عوامل زیست محیطی

در این قسمت، بخش‌های مختلف طرح جامع بندر خلیج فارس که از عوامل زیست محیطی تاثیر پذیرفته‌اند معرفی می‌گردد.

#### 1-3- عملیات لایروبی

عملیات لایروبی از عوامل موثر بر محیط طبیعی محسوب می‌شود. یکی از مهمترین اثرات ناشی از لایروبی مربوط به تخلیه مصالح لایروبی شده می‌باشد. در طرح جامع بندر خلیج فارس، مصالح حاصل از لایروبی، حتی الامکان در بخش خشکی (پسرکرانه بندر) تخلیه می‌شوند. با توجه به اینکه زمین پسرکرانه فاقد پوشش گیاهی و جانوری است، این عملیات نمی‌تواند مشکل زیست محیطی به همراه آورد. از این رو، تخلیه مصالح لایروبی در آن منطقه، بهترین گزینه از لحاظ زیست محیطی در مقایسه با گزینه‌هایی همچون تخلیه در دریا محسوب می‌شود. از طرفی با احیا اراضی در شرق پسرکرانه بندر، به مساحت مؤثر مجموعه نیز افزوده می‌گردد [2]. شکل 2 مکان تخلیه مصالح لایروبی مرحله اول در پسرکرانه بندر خلیج فارس را نشان می‌دهد.



شکل 2- پسرکرانه بندر خلیج فارس، محل تخلیه مصالح لایروبی در مرحله اول

### 2-3- جانمایی ترمینال مواد معدنی

ترمینال‌های مواد معدنی به دلیل امکان پخش گرد و غبار و ذرات کوچک مواد در محیط، از آلاینده‌گی بالایی در محوطه‌های بندری برخوردار می‌باشند. از سوی دیگر ترمینال مواد نفتی نیز به آلودگی محیط به خصوص گرد و غبار حساس می‌باشد. وجود ذرات ریز معلق در هوا که ناشی از عملیات تخلیه و بارگیری مصالح ساختمانی و دیگر مواد معدنی می‌باشد، می‌تواند موجب تغییر در ترکیب مواد نفتی شده و تاثیر منفی در کیفیت این مواد داشته باشد و در مواردی حتی منجر به نپذیرفتن مواد صادره از سوی کشور مقصد گردد. آلودگی و گرد و غبارهای ناشی از این فعالیت بر روی فعالیت‌های بخش اداری - خدماتی نیز تاثیر منفی خواهد داشت. نمونه‌ای از آلودگی ایجاد شده به هنگام بارگیری مواد معدنی در اسکله در شکل 3 مشاهده می‌گردد.



شکل 3- نمونه‌ای از آلودگی ایجاد شده در هنگام بارگیری مواد معدنی

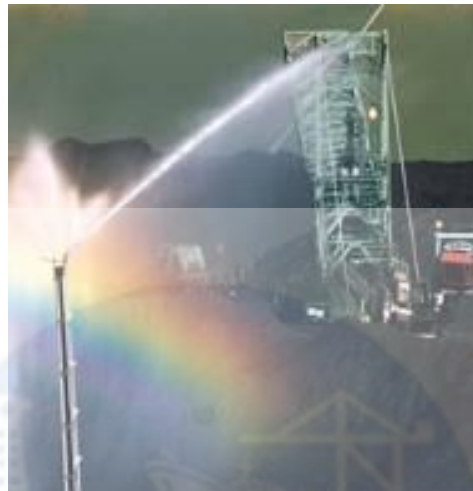
از این رو با توجه به جهت وزش باد غالب منطقه از سمت غرب و جنوب غربی بندر، ترمینال مواد معدنی در شرقی‌ترین بخش عملیاتی بندر جانمایی شده است تا گرد و غبار حاصل با کمترین تاثیر از بندر خارج گردد [1]. محل ترمینال معدنی در شکل (1) قابل مشاهده می‌باشد. با

وجود جانمایی مناسب ترمینال مواد معدنی، جهت کاهش هرچه بیشتر اثرات منفی زیست محیطی مربوط به این فعالیت، راهکارهای ذیل در بندر خلیج فارس توصیه شده است [2]:

- آبپاشی و مرطوب نگاه داشتن تمامی جاده‌هایی که روسازی نشده‌اند و همچنین محیط‌های باز و انبار مواد معدنی و مصالح حمل شونده. به عنوان مثال یک برنامه مناسب مثل آبپاشی با فواصل 1/5 ساعت می‌تواند پخش گرد و غبار را تا 75٪ کاهش دهد. (شکل 4)



(ب)



(الف)

شکل 4- آبپاشی محوطه جهت جلوگیری از انتشار گرد و غبار (الف) آبپاشی با اسپری (ب) آبپاشی با تانکر آب

- ایجاد دیوارهای موقتی در اطراف سایت با ارتفاع حداقل 2/5m. بدین منظور از حصارهای مناسب با تخلخل کمتر از 50٪ استفاده می‌شود (شکل 5). در برخی نقاط و در صورت امکان، کاشتن درخت و درختچه جهت کاهش سرعت وزش باد و جلوگیری از انتشار گرد و غبار مؤثر می‌باشد.



شکل 5- استفاده از دیوارهای موقت جهت جلوگیری از انتشار گرد و غبار

- فعالیت‌هایی که منجر به ایجاد گرد و غبار می‌شوند باید در شرایط وزش باد شدید متوقف شوند.

- Archive of SID
- لازم است ارتفاع سقوط مصالح حداکثر به 2 متر محدود شود تا پخش گرد و غبار ناشی از تخلیه مصالح کاهش یابد.
  - هنگام حمل و انتقال مصالح توسط کامیونها، ارتفاع مصالح بارگیری شده نباید بیش از ارتفاع محفظه بارگیری باشد. همچنین، لازم است مصالح بارگیری شده، مرطوب شده و یا با پوشش‌های برزنتی مناسب پوشانده شوند. پوشش‌های برزنتی باید به صورت مناسبی روی مواد معدنی بارگیری شده را پوشش داده و حداقل 30 cm از اطراف محفظه بارگیری کامیون ادامه پیدا کنند.
  - از دیو و انتشار خاک و مصالح در محیط و در مجاورت راه‌های دسترسی پرهیز شود (شکل 6).



شکل 6- جلوگیری از انتشار خاک و مصالح به راه‌های دسترسی

- سرعت کامیونها و دیگر ماشین‌آلات در مسیرهای خاکی و محوطه ترمینال معدنی باید کنترل شده باشد.
- تمامی ماشین‌آلات و وسایل نقلیه باید قبل از خروج از ترمینال مواد معدنی پاکسازی شوند به طوری که مواد معدنی مانند گچ و سنگ آهن و یا خاک و زباله از سایت خارج نشود. حوضچه شستشوی چرخ کامیونها در قسمت خروجی ترمینال از جمله راهکارهای مؤثر می‌باشد. شکل 7 نمایی از یک حوضچه شستشوی چرخ کامیونها را نشان می‌دهد.



شکل 7- حوضچه شستشوی چرخ کامیونها

### 3-3- آلودگی ناشی از شستشوی لوله‌های نفتی

در ترمینالهای نفتی اغلب نیاز به پاکسازی لوله‌های حاوی مواد نفتی و روغنی وجود خواهد داشت. برای مثال در صورتیکه لازم باشد از لوله‌ای برای انتقال ماده جدیدی استفاده شود لازم است ابتدا ماده قبلی از لوله پاکسازی گردد. برای این منظور دو روش وجود دارد. روش اول که نسبتاً قدیمی‌تر است مطابق شکل 8-الف شامل استفاده از آب یا مایعات مخصوص جهت شستشوی لوله می‌باشد که به **Flushing** موسوم است. در این روش میزان زیادی پساب نفتی تولید می‌شود که لازم است جمع‌آوری و انتقال آنها به حوضچه‌های جداکننده آب و نفت و تصفیه خانه مربوطه صورت پذیرد.

در روش دوم که به **Pigging** موسوم است، با فرستادن یک وسیله به نام **Pig** به درون لوله، مواد باقی‌مانده در لوله به جلو هدایت شده و نهایتاً از لوله تخلیه می‌شوند (شکل 8-ب). مزیت استفاده از روش **Pigging** نسبت به روش **Flushing** در این است که در آن حجم زیادی پساب آلوده به مواد نفتی تولید نمی‌شود. در طرح جامع بندر خلیج فارس توصیه شده در مواردی که امکان پاکسازی لوله‌ها از روش **Pigging** وجود دارد، از این روش استفاده شود [2 و 3].



شکل (8) - روش‌های پاکسازی لوله‌های انتقال مواد نفتی: (الف) روش **Flushing** (ب) روش **Pigging**

### 3-4- عملیات بارگیری، تخلیه و ذخیره‌سازی مواد نفتی

آلودگی در ترمینال مواد نفتی در بندر خلیج فارس به طور عمده در مکان‌های زیر مشاهده می‌شود:

- محدوده مخازن شامل مخازن ذخیره عمودی و افقی، ایستگاه پمپاژ فرآورده‌ها، ایستگاه تخلیه و بارگیری تانکرها و اتاق تجهیزات جانبی
- ایستگاه تخلیه و بارگیری ریلی
- اسکله تخلیه و بارگیری فرآورده‌های نفتی شامل محدوده قرارگیری تجهیزات مختلف تخلیه و بارگیری از قبیل شیلنگ‌های انعطاف‌پذیر<sup>1</sup> و بازوهای بارگیری<sup>2</sup> و نیز سیستم‌های **Metering** و تجهیزات کنترل و ابزار دقیق

طراحی محدوده مخازن به گونه‌ای صورت می‌پذیرد که احتمال آلوده شدن محیط خارج از آن به حداقل برسد. مخازن ذخیره به صورت گروهی و با تقسیم‌بندی فرآورده بر اساس دمای اشتعال در محدوده دایک حفاظتی قرار می‌گیرند. شیب کل محوطه ترمینال مواد نفتی به گونه‌ای تعیین می‌شود که تمامی پساب‌های نفتی نهایتاً در حوضچه‌هایی موسوم به حوضچه جداکننده مواد نفتی<sup>3</sup> جمع‌آوری شوند. در این حوضچه، آب که سنگین‌تر است به صورت ثقیلی از مواد نفتی جدا می‌شود. در صورتی که پساب حاصله کیفیت استاندارد تخلیه به شبکه آب‌های سطحی بندر را نداشته باشد سیستم **DAF** می‌تواند جداسازی کامل‌تری را با استفاده از هوای فشرده انجام دهد. مقدار مجاز آلودگی آب قابل تخلیه به دریا 15 ppm توصیه گردیده است [4].

جهت جمع‌آوری پسماند ته مخازن و مواد نفتی ریخته شده در محوطه ایستگاه پمپاژ فرآورده‌ها و اتاق تجهیزات جانبی ایجاد یک سیستم جمع‌آوری پساب نفتی پیش‌بینی شده است. همچنین با لوله‌کشی پیرامون فونداسیون ساختمان‌ها، می‌توان مواد نفتی ریخته شده را به سمت یک مخزن در کنار هر ساختمان هدایت کرد. محتویات مخازن باید به حوضچه اصلی جمع‌آوری پساب‌های نفتی منتقل شود و مطابق فرآیند بالا تصفیه گردند.

<sup>1</sup> Flexible Hose

<sup>2</sup> Loading Arm

<sup>3</sup> Oily Water Separator(OWS)

### 3-5- جمع‌آوری فاضلاب تولید شده در خشکی و کشتی‌ها

پیش از این، در بندر خلیج فارس شبکه مناسبی جهت جمع‌آوری فاضلاب در زون نفتی وجود نداشت و در برخی موارد تخلیه فاضلاب بهداشتی به دریا صورت می‌پذیرفت. در طرح جامع برای تمامی نقاط بندر حتی در بخش‌های توسعه آتی، شبکه فاضلاب در نظر گرفته شده است که امکان تخلیه فاضلاب کلیه اراضی را به شبکه به راحتی فراهم می‌آورد. طراحی این شبکه به گونه‌ایست که فاضلاب در بیشتر نقاط بندر به صورت ثقلی و در برخی نقاط با استفاده از پمپ به سمت تصفیه‌خانه موجود در بندر شهید رجایی هدایت گردد. فاضلاب کشتی‌ها نیز به صورت کنترل شده جمع‌آوری و به شبکه اصلی فاضلاب انتقال داده می‌شود. به منظور کنترل این مسأله و جلوگیری از تخلیه غیرقانونی فاضلاب کشتی‌ها به دریا حضور پلیس ویژه یا گشت دریایی در منطقه بندر پیش‌بینی گردیده است [5].

### 3-6- ایمنی و اطفاء حریق

با توجه به کاربری بندر خلیج فارس به عنوان زون نفتی و مجاورت با بندر شهید رجایی، لازم است در طرح توسعه آن تمام موارد ایمنی جهت حفظ امنیت بندر خلیج فارس و بندر شهیدرجایی لحاظ گردد. از آنجا که حریق یکی از موارد مهم آلوده کننده محیط زیست است، تاثیر به کارگیری روش‌های فعال و غیر فعال جلوگیری از وقوع و گسترش آتش در بندر ضرورت ویژه‌ای می‌یابد. در وضعیت کنونی، سطح ایمنی در برخی از مخازن نفتی موجود در بندر به حدی پایین است که هر حادثه کوچکی می‌تواند منجر به وقوع یک فاجعه بزرگ شود. لذا در طرح جامع با استناد به استانداردهای معتبر جهانی و ملی، انجام کلیه فعالیت‌های نفتی بندر از جمله احداث مخازن نفتی جدید مشروط به رعایت استانداردهای ایمنی گردیده است. مثال بارزی در این زمینه، انتقال مخازن افقی یکی از سرمایه‌گذاران نفتی از منطقه پرخطر به منطقه‌ای دور از اسکله نفتی و در مکانی با سطح ایمنی بالاتر است که امکان رعایت ضوابط ایمنی به شکل بهتری فراهم آید. تمهیدات دیگری که جهت کنترل حریق در بندر صورت پذیرفته است به شرح زیر است [6]:

- احداث شبکه آب آتش‌نشانی با فشار و دبی مورد نیاز جهت کنترل بزرگترین آتش‌سوزی ممکن در بندر (آتش‌سوزی در ترمینال نفتی)
- استقرار تجهیزات اطفاء حریق دستی و ثابت شامل کپسول، هایدرانت در محوطه بندر و مانیاتور در اسکله‌ها
- استقرار تجهیزات اطفاء حریق اتوماتیک شامل اسپرینکلر در داخل انبار سرپوشیده موجود در بندر، سیستم‌های اسپری آب و تزریق فوم در مخازن، مانیاتورهای کنترل از راه دور در محل نصب بازوهای بارگیری
- پیش‌بینی تمهیدات آشکارسازی و اعلام حریق

### 4- نتیجه‌گیری

نتایج مهم حاصل از این مقاله به شرح ذیل قابل بیان می‌باشد:

الف) توجه به مسایل زیست محیطی در طرح جامع بنادر از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. لذا شایسته است در برنامه‌ریزی فعالیت‌های بندر در ترمینال‌های مختلف، عملیات لایروبی و احداث تاسیسات زیربنایی، توجه کافی به مسایل زیست‌محیطی و ایمنی مبذول گردد.

ب) با توجه به اهمیت بندر خلیج فارس به عنوان اولین بندر ایرانی که در آن صادرات فرآورده‌های نفتی توسط بخش خصوصی انجام می‌شود و از طرفی مجاورت آن با بزرگترین مجتمع بندری ایران (بندر شهید رجایی)، لزوم توجه به مسایل زیست محیطی در طرح جامع این بندر از اهمیتی دوچندان برخوردار می‌باشد. راه‌کارهای موثری که در طرح جامع بندر خلیج فارس (به عنوان مطالعه موردی) برای کاهش اثرات منفی توسعه بر محیط زیست منطقه در نظر گرفته شده‌اند، در ذیل معرفی گردیده است:

- ب-1) تخلیه مصالح لایروبی در پسرکرانه بندر به جای تخلیه در دریا [3 و 4]
  - ب-2) جانمایی ترمینال مواد معدنی در منتهی الیه شرق بندر با توجه به جهت وزش باد غالب از غرب و جنوب غربی [1]
  - ب-3) استفاده از روش‌هایی همچون Pigging و حوضچه‌های جداسازی مواد نفتی (OWS) در ترمینال مواد نفتی [4 و 5 و 6]
  - ب-4) پیش‌بینی شبکه فاضلاب مجزا در کلیه اراضی بندر و هدایت فاضلاب به تصفیه‌خانه‌های مناسب [7]
  - ب-5) رعایت کلیه الزامات ایمنی متناسب با کاربری بندر و به کارگیری روش‌های فعال و غیر فعال موثر در اعلام و اطفاء حریق [8 و 9]
- شایان ذکر است در راستای تحقق راهکارهای فوق، ارایه برنامه کلی مدیریت زیست‌محیطی شامل برنامه پایش، اندازه‌گیری ادواری، بازرسی و نظارت برحسب انجام این اقدامات، ضروری خواهد بود.
- ج) تجربیات حاصل از طرح جامع بندر خلیج فارس می‌تواند در تهیه طرح جامع سایر بنادر مورد استفاده قرار گیرد.



1. مهندسین مشاور هندسه پارس، (1386)، " برنامه ریزی امکانات بندر و مطالعات جانمایی"، طرح جامع و جانمایی و ارایه خدمات مشاور مادر بندر خلیج فارس.

2. مهندسین مشاور هندسه پارس، (1387)، " ارزیابی زیست محیطی"، طرح جامع و جانمایی و ارایه خدمات مشاور مادر بندر خلیج فارس.

3. مهندسین مشاور هندسه پارس، (1386)، " مطالعات مرحله اول تاسیسات زیربنایی نفتی"، طرح جامع و جانمایی و ارایه خدمات مشاور مادر بندر خلیج فارس.

4. IMO, (1983), "*International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*", Annex 1, Prevention of pollution by oil

5. مهندسین مشاور هندسه پارس، (1386)، "مطالعات مرحله اول تاسیسات زیر بنایی مکانیکی"، طرح جامع و جانمایی و ارایه خدمات مشاور مادر بندر خلیج فارس.

6. مهندسین مشاور هندسه پارس، (1386)، "مطالعات مرحله اول سیستم‌های ایمنی در برابر آتش"، طرح جامع و جانمایی و ارایه خدمات مشاور مادر بندر خلیج فارس.

