



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



سازمان حفاظت محیط‌زیست  
Department of the Environment  
I.R.IRAN

## حوزه معاونت محیط زیست دریایی

# دستورالعمل مقابله با آلودگی نفتی در اثر حوادث در سواحل جنوب کشور

این طرح با تصویب و حمایت مالی حوزه معاونت محیط زیست انسانی سازمان حفاظت  
محیط زیست اجرا گردیده است.

۱۳۹۱

## فهرست مطالب

۱.....	مقدمه
۲.....	فصل اول: کلیات
۲-۱-ویژگی های خلیج فارس.....	۱
۲-۲-اکولوژی خلیج فارس.....	۱
۴-۳- منابع آلوده کننده خلیج فارس .....	۱
۶.....	۴-۱ سواحل
۶.....	۱-۴-۱ تعریف ساحل
۸.....	۲-۴-۱ مناطق حساس ساحلی.....
۹.....	۱-۴-۲ انواع سواحل .....
۹.....	۱-۵ فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی نفت در سواحل .....
۱۲.....	۱-۶-۱ اثر آلودگی نفتی بر روی محیط زیست دریا.....
۱۴.....	۱-۶-۲ ماهی ها.....
۱۵.....	۲-۶-۱ پرندگان .....
۱۶.....	۳-۶-۱ پستانداران.....
۱۷.....	۴-۶-۱ لاق پشت ها .....
۲۰.....	فصل دوم: مروری بر مطالعات پیشین .....
۲۰.....	۱-۲ تحقیقات و اقدامات برای حفاظت محیط زیست دریایی در مقابل آلودگی نفتی در استرالیا .....
۲۰.....	۱-۱-۱ میزان وقوع لکه های نفتی در استرالیا .....
۲۱.....	۱-۱-۲ اثرات آلودگی نفتی بر محیط زیست دریایی استرالیا .....
۲۲.....	۲-۱-۱ انتشار نفت در خلیج آلاسکا.....
۲۴.....	۲-۱-۲ انتشار نفت در ساحل انگلستان.....
۲۵.....	۴-۲ انتشار نفت Ashland .....
۲۵.....	۲-۱-۳ حادث انتشار نفت در بندر توکیو .....
۲۶.....	۲-۱-۴ حادثه انتشار نفت Keumdong کره .....
۲۷.....	۲-۱-۵ حادثه انتشار نفت اریکا .....
۲۸.....	۲-۱-۶ مطالعه موردی خط انتقال نفت دیلم .....

۳۴.....	فصل سوم : مواد و روش ها
۳۴.....	۱-۱ نفت ورودی به ساحل.....۳
۳۶.....	۲-۲ پاکسازی خطوط ساحلی.....۳
۳۶.....	۱-۲-۱ مراحل و عوامل تأثیرگذار در پاکسازی سواحل .....
۳۷.....	۲-۲-۲ فاز اول پاکسازی .....
۴۱.....	۳-۲-۳ فاز دوم پاکسازی(مرحله نهایی).....
۴۳.....	۳-۳ تصفیه شیمیایی و مکانیکی .....
۴۳.....	۱-۳-۱ مقایسه پراکنده سازها و پاک کننده ها .....
۴۴.....	۲-۳-۱ استفاده از پراکنده سازها.....
۵۱.....	۳-۳-۱ استفاده از جاذبها.....
۵۵.....	۴-۳-۱ هوادهی با چنگ زدن یا شخم زدن .....
۵۵.....	۴-۳-۲ کاربرد تکنیکهای مختلف پاکسازی در انواع خطوط ساحلی .....
۵۹.....	۵-۱ ماشین آلات سنگین در عملیات ساحلی .....
۶۰.....	۶-۱ بازسازی ساحل .....
۶۱.....	۱-۶-۱ جابجایی مصالح ساحلی .....
۶۳.....	۷-۱ دفع نفت و مازاد نفتی .....
۶۵.....	۱-۱۶-۳-۱ انبار موقت درسایت و جداسازی مایعات از جامدات .....
۶۷.....	۱-۱۶-۳-۲ حمل مایعات .....
۶۸.....	۱-۱۶-۳-۳ حمل مازاد جامد نفتی .....
۶۹.....	۱-۱۶-۳-۴ جداسازی نفت .....
۶۹.....	۱-۱۶-۳-۵ شکستن امولسیون .....
۷۰.....	۱-۱۶-۳-۶ بازیافت نفت از مصالح ساحل .....
۷۱.....	۱-۱۶-۳-۷ دفع نفت بازیافت شده .....
۷۱.....	۱-۸-۱ غربال مکانیکی .....
۷۲.....	۱-۸-۲ تثبیت مصالح ساحلی نفتی .....
۷۳.....	۱-۸-۳ دفع مستقیم .....
۷۴.....	۱-۸-۴ دفع پسماند محلی و نفتی با همدیگر .....
۷۴.....	۱-۸-۵ دفن .....

۷۵.....	۹-۳ تجزیه .....
۷۵.....	۱-۹-۳ لندفارم کردن .....
۷۷.....	۲-۹-۳ سوزاندن .....
۷۹.....	۱۰-۳ استفاده از باکتریهای نفتخوار .....
۸۰.....	۱۱-۳ بوم ها .....
۸۳.....	۱۲-۳ سازماندهی و مدیریت نیروهای کاری .....
۸۳.....	۱-۱۲-۳ پایگاه (ستاد مدیریتی) .....
۸۴.....	۲-۱۲-۳ تیم های کاری .....
۸۵.....	۱۳-۳ آموزش .....
۸۵.....	۱۴-۳ هزینه ها .....
۸۷.....	۱-۱۵-۳ قانون برنامه سوم توسعه .....
۹۰.....	۲-۱۵-۳ قانون برنامه سوم توسعه .....
۹۴.....	۱-۱۶-۳ مقدمه .....
۹۵.....	۲-۱۶-۳ خرابی های خطوط لوله .....
۹۷.....	۳-۱۶-۳ روش های تشخیص نشتی .....
۱۰۹.....	۴-۱۶-۳ مقدار نفت انتشار یافته در اثر خرابی خط لوله .....
۱۱۳.....	۵-۱۶-۳ خودگی .....
۱۱۴.....	۶-۱۶-۳ اقدامات آنی لازم الاجرا در صورت خرابی خطوط لوله حین عملیات عمرانی .....
۱۱۵.....	۷-۱۶-۳ اینمی خطوط لوله .....
۱۱۷.....	فصل چهارم: نتایج .....
۱۱۷.....	ارائه طرح اقدام در زمان بروز آلودگی نفتی .....
۱۱۸.....	۴-۱ استان خوزستان .....
۱۱۸.....	۱-۱-۴ سواحل غربی استان خوزستان .....
۱۲۱.....	۲-۱-۴ سواحل مرکزی استان خوزستان .....
۱۲۴.....	۳-۱-۴ سواحل شرقی استان خوزستان .....
۱۲۶.....	۴-۲ استان بوشهر .....
۱۲۷.....	۱-۲-۴ ناحیه بندر دیلم .....
۱۳۰.....	۲-۲-۴ سواحل ناحیه بندر گناوه و خارک .....

۳-۲-۴ سواحل ناحیه بندر بوشهر.....	۱۳۳
۴-۲-۴ سواحل ناحیه مند و بندر دیر .....	۱۳۶
۴-۲-۵ سواحل ناحیه بندر کنگان و نای بند .....	۱۴۰
۴-۳ استان هرمزگان.....	۱۴۳
۴-۳-۱ ناحیه سراج (از مرز غربی استان تا قبل از بندر لنگه) .....	۱۴۳
۴-۳-۲ ناحیه بندر لنگه (از بندر لنگه تا قبل از منطقه حفاظت شده حرا خوران) .....	۱۴۶
۴-۳-۳ سواحل ناحیه مناطق حفاظت شده حرا و بندر عباس (از منطقه حفاظت شده حرا خوران تا بعد از منطقه حفاظت شده حرا رود گر) .....	۱۴۹
۴-۳-۴ سواحل ناحیه بندر جاسک و منطقه حفاظت شده گلبریک.....	۱۵۳
۴-۴ استان سیستان و بلوچستان .....	۱۵۶
۴-۴-۱ سواحل استان سیستان و بلوچستان.....	۱۵۶
فصل پنجم: جمع بندی و نتیجه گیری .....	۱۶۰
منابع .....	۱۷۱
پیوست: نقشه ها .....	۱۷۴
۱ مقدمه .....	۱۷۴
۲ نقشه های طبقه بندی سواحل.....	۱۷۵
۲-۱ طبقه بندی ساحل خوزستان .....	۱۷۶
۲-۲ طبقه بندی ساحل استان بوشهر .....	۱۷۶
۲-۳ طبقه بندی ساحل استان هرمزگان .....	۱۸۱
۲-۴ طبقه بندی ساحل استان سیستان و بلوچستان .....	۱۸۴
۳ نوسانات تراز آب دریای عمان و خلیج فارس.....	۱۸۴
۳-۱ نوسانات تراز آب دریا در سواحل استان خوزستان .....	۱۸۵
۳-۲ نوسانات تراز آب دریا استان بوشهر .....	۱۸۶
۳-۳ نوسانات تراز آب دریای استان هرمزگان.....	۱۸۶
۳-۴ نوسانات تراز آب دریا استان سیستان و بلوچستان.....	۱۸۶
۴-۸ پراکندگی گونه های پستانداران در سواحل جنوبی کشور .....	۱۸۷
۴-۸-۱ پراکندگی گونه های پستانداران در سواحل استان خوزستان .....	۱۸۷
۴-۸-۲ پراکندگی گونه های پستانداران در سواحل استان بوشهر .....	۱۸۸

۱۸۸.....	۳-۴-۸ پراکندگی گونه های پستانداران در استان هرمزگان
۱۹۰.....	۴-۴ پراکندگی گونه های پستانداران در استان سیستان و بلوچستان
۱۹۱.....	۵ پراکندگی ماهیان با شرایط خاص در سواحل جنوبی کشور
۱۹۲.....	۶ پراکندگی پرندگان در سواحل جنوب کشور
۱۹۳.....	۷ مناطق حساس از نظر بروز حوادث
۱۹۳.....	۸ جریانات خلیج فارس و دریای عمان

## مقدمه

نفت خام در کنار مزایای اقتصادی ویژه برای کشورمان به عنوان یک حامل انرژی پر ارزش و ماده اولیه گران قیمت می‌تواند در صورت رهاسازی در آبهای آزاد و سواحل اثرات سوء زیست محیطی و اقتصادی کوتاه مدت و طولانی مدتی داشته باشد.

در کنار آیین نامه‌های طراحی و نگهداری خطوط لوله نفت و مفاد قانونی مقابله با آلودگی نفتی در آبهای آزاد به دستورالعملی جامع و به روز برای مقابله با آلودگی‌های پیش آمده در سواحل در اثر حوادث غیر مترقبه نیز نیاز داریم. در این متن تلاش شده است با گردآوری مطالب مفید و نقشه‌های مورد نیاز نسبت به تدوین دستورالعملی در حین بروز این آلودگی‌ها اقدام شود.

طرح حاضر در ۹ فصل تدوین شده و اولین اقدام برای داشتن طرح جامع و قوانین لازم الاجرا می‌باشد. امید است با تهیه دستورالعمل‌ها و قوانین ویژه سواحل کشور ما نیز در زمرة ممالک پیشرفت‌ه از لحاظ حفظ و حراست میراث زیست محیطی قرار بگیرد.

## فصل اول: کلیات

### ۱- ویژگی های خلیج فارس

خلیج فارس بین ۲۴-۳۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است که

الف) دریایی است نیمه بسته و خیلی کم عمق و کوچک که کل آن فلات قاره است. مساحت آن تنها ۹۷ هزار مایل مربع می باشد و ۸ کشور آن را محاصره کرده اند؛

ب) به وسیله تنگه باریک هرمز، به عرض ۲۰ و سه چهارم مایل، به دریاهای آزاد یا به عبارتی اقیانوس ها راه دارد؛

پ) از آنجا که عریض ترین جای آن ۱۸۰ مایل است، پس کاملاً آب های ساحلی و منطقه ها و یا به عبارتی حوزه های انحصاری اقتصادی کشورهای ساحلی آن را احاطه کرده اند [۱۳].

در حال حاضر حدود ۳۰۰۰ تا ۳۲۰۰۰ چاه نفت در خلیج فارس وجود دارد که نفت سنگین تولید شده این چاه ها از طریق سکوهای نفتی توسط تانکرها به سایر نقاط جهان منتقل می گردد [۳۱]. خلیج فارس به دلیل کمی میزان آب وارده، عمق کم، تبخیر بیش از حد و شوری زیاد و بالاخره فقدان جریان ها و کوران های دریایی خیلی قوی دارای ظرفیت و قابلیت بسیار محدود در رابطه با خود پالایی آلودگی ها است. به موجب برآورده که شده میزان آلودگی های نفتی خلیج فارس ۳/۱ درصد مجموع نشت نفت در جهان است. میزان آلودگی مورد بحث بیشتر از حد متداول و مورد قبول محیط زیست IMO در حجم برابر می باشد به همین دلیل منطقه خلیج فارس از طرف سازمان بین المللی دریایی UNEP، منطقه ویژه اعلام گردیده است [۱۳]. تمام خلیج فارس و جزایر آن تحت تأثیر عوامل موسمی اقیانوس هند قرار دارند. بادهای منظم از شمال غرب به جنوب شرق در جریان است که خود تأثیر آلودگی ها را در حاشیه جنوبی تشدید می کند. بادهای محلی نیز در تعیین خصوصیات اقلیمی مؤثر است. بادهای موسمی علاوه بر اثرات موج زدایی سبب انتقال خاک های سواحل و جزایر به بستر دریا می شود [۱۳]. ارون درود، کارون، دجله و فرات مهمترین رودخانه هایی هستند که به خلیج فارس می ریزند. به طور متوسط از ۳۵-۱۰۰ متر عمق دارد. عمق متوسط خلیج فارس در قسمت های شرقی ۵۰ تا ۸۰ متر و در قسمت های غربی حدود ۱۰ تا ۳۰ متر است. عمیق ترین نقطه آن گودالی به عمق ۹۳ متر در ۱۵ کیلومتری جنوب جزیره تنب بزرگ است. دریای عمان به علت مجاورت با اقیانوس هند سواحل بسیار عمیقی را دارا می باشد [۱۲]. فلذا نسبت به بخش غربی نواحی ساحلی جنوب کشور باید توجه بیشتری از منظر آلودگی نفتی معطوف شود.

## ۱-۲ اکولوژی خلیج فارس

از دیدگاه اکولوژیک خلیج فارس بسیار جوان است. پایین آمدن سطح آب دریا در دوران یخنده‌ان پنهانه آبی خلیج فارس را خشک کرده است. آبگیری مجدد خلیج فارس در اواخر دوران هولوسن به وقوع پیوست. این واقعه ۱۸۰۰۰ سال پیش رخ داد اما محققان بر این باورند که تراز آب کنونی ۵ تا ۷ هزار سال قبل به دست آمده و زیست آبی از آن زمان آغاز شده است. در حال حاضر خلیج فارس دارای ۱۰۰۰ کیلومتر طول با ۳۰۰-۲۰۰ کیلومتر عرض است که از شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده است. این پنهانه آبی جوان با عمق متوسط ۳۶ متر (که حداقل به ۱۰۰ متر در سواحل شرقی ایران می‌رسد)، یکی از کم عمق‌ترین نواحی آبی جهان نیز به حساب می‌آید [۳۱].

دماه متوسط خلیج فارس بین ۱۵ تا ۴۰ درجه سانتیگراد بوده و جزء پیکره‌های آبی گرم و نیمه گرم به حساب می‌آید. بنابراین با توجه به محدود بودن نزولات جوی و رودخانه‌های ورودی به آن و بالا بودن درجه حرارت (به طوری که میزان تبخیر بیش از میزان آب ورودی می‌باشد) خلیج فارس تقریباً به صورت دریای نیمه بسته عمل می‌کند. از لحاظ ساختمان و تاریخچه، پیدایش خلیج فارس شیاهتی به دریاهای اطراف خود ندارد. در حقیقت خلیج فارس فلات قاره‌ای است که در امتداد جلگه‌های بین النهرين و سواحل ایران واقع شده و زیر قشر نازک آب به عمق ۲۵ متر قرار گرفته و تا زمانی بسیار نزدیک از آب بیرون بوده است. در زمان حال نیز اگر سطح آب خلیج فارس ۳۰ متر پایین برود وسعت آن نصف می‌شود. سواحل شمال غربی آن در طول زمان تغییرات زیادی داشته و شاید هیچ دریایی به این سرعت تغییر شکل نداده باشد [۱۲].

در فصل تابستان، حرارت سطح آب ۳۲ تا ۳۴ درجه سانتیگراد و حرارت آن در عمق ۲۰ تا ۴۰ متری گاهی به ۲۱ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. در فصل زمستان (بهمن)، در حوالی تنگه هرمز حرارت آب به ۲۲ درجه سانتیگراد و در قسمت شمالی آن به ۱۵ درجه سانتیگراد می‌رسد. دماه متوسط در تیرماه به بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد حتی برخی مواقع تا ۵۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. دماه سواحل خوزستان در طول ۴ ماه گرم سال به بیش از ۴۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. [۱۲].

مقدار تبخیر ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک شادگان ۳۷۱۳/۲ و در اهواز ۳۲۳۴/۴ میلیمتر ثبت شده است. کل مساحت ۴ استان جنوبی را می‌توان ۱۷۴۰۳۰/۰۲ کیلومتر مربع دانست که ۲۸۹۷۲/۴۵ کیلومتر مربع آن در محدوده ساحلی قرار دارد. از جمله مهمترین ویژگیهای اکولوژیکی این پنهانه وجود یک اثر طبیعی ملی، دو پارک ملی، دو پناهگاه حیات وحش، ۱۰ منطقه حفاظت شده و ۶ تالاب بین‌المللی است که تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشند [۱۲].

### ۱-۳ منابع آلوده کننده خلیج فارس

منابع آلوده کننده خلیج فارس را می‌توان به طور کلی به دو دسته منابع غیر نفتی و منابع نفتی تقسیم کرد. حدود ۵۰٪ از آلودگی خلیج فارس ناشی از مواد نفتی است. خلیج فارس به واسطه این که یک دریای نیمه بسته محسوب می‌شود، شرایط هیدرولیکی خاصی دارد. از طرف دیگر کم عمقی، باریک بودن خلیج و تنگه و هم چنین تردد بیش از حد در این پیکره آبی حیات آبزیان و سلامت انسان‌ها را با خطرات جدی روبرو نموده است [۱۲].

بر اساس گزارش‌های سازمان حفاظت محیط زیست، آب‌های خلیج فارس حدود ۴۰٪ آلوده‌تر از آبهای دریاهای دنیاست. بر اساس آمارهای موجود سالانه ۱۲۰۰۰ شناور اقیانوس پیما و ۶۰۰۰ لنج در آبهای خلیج فارس تردد می‌کند که مواد زائد این شناورها شامل ضایعات محموله، آب توازن، آب ناشی از شستشوی مخازن، ضایعات موتورخانه، رسوبات، زباله و پساب شناور و فاضلاب به صورت مستقیم و غیر مستقیم به دریا تخلیه می‌گردد. آمارها حاکی از تخلیه بیش از ۶۱۰۰۰ تن فاضلاب و زباله در سال به خلیج فارس می‌باشد [۱۲].

از روش‌های گوناگونی برای مبارزه با نشت نفت استفاده می‌شود، اما درس مشترکی که همه گرفته اند آن است که بهترین راه مقابله، جلوگیری از نشت نفت در وهله اول است. در حال حاضر راه حل اصلی و عمده مبارزه با نشت نفت در محیط زیست دریایی استفاده از روش‌های مکانیکی است که شامل به کارگیری سدهای شناور و کشتی‌هایی است که با مکش نفت موجود در سطح آب سطح دریا را پاکسازی می‌نمایند. بعضی اوقات گل‌های حفاری که از آنها برای روان کردن متنه حفاری و حفظ فشار در داخل لوله استفاده می‌شود حاوی مواد سمی هستند. بر اثر تخمین‌ها هر حفاری که در سواحل انجام می‌گیرد سبب می‌شود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ تن گل‌های حفاری و براده‌ها در آبهای اطراف تخلیه گردد [۱۲].

بر اساس مطالعات انجام شده سالانه بیش از ۱۵۰۰۰ تن نفت از طریق نشت طبیعی، بهره برداری از فلات قاره، آب توازن کشتی‌ها و یا به اشکال دیگر وارد خلیج فارس می‌گردد. بر اساس محاسبات بیش از ۵۷٪ آن مربوط به توازن کشتی‌ها و شستشوی آنها بوده، بیش از ۳۲٪ مربوط به نشت طبیعی و بهره‌برداری از نفت فلات قاره و بقیه که حدود ۱۱٪ می‌باشد از سایر منابع نظیر فاضلاب و آب رودخانه‌های دائمی و موقتی که به خلیج فارس تخلیه می‌گردند می‌باشد. مقدار نمک محلول در آب خلیج فارس از ۳۶/۶ گرم بر لیتر در تنگه هرمز تا ۴۰ گرم بر لیتر نزدیک مصب رود کارون متغیر است [۱۲].

از ویژگیهای استراتژیک خلیج فارس یکی این است که به عنوان یکی از مهمترین مناطق تردد نفتکش‌ها در جهان می‌باشد و دیگری این که ذخایر فسیلی قابل توجه حدود ۶۷۹ میلیارد بشکه ذخیره اثبات شده نفت (نرديك به ۶۶٪ از کل ذخایر نفت جهان) و ۱۹۱۸ تریليون فوت مکعب ذخیره گازی (۳۵٪ کل ذخایر گازی جهان) را دارد. چنین ذخایری این منطقه را به بزرگترین مخزن انرژی جهان تبدیل کرده است. این امر سبب شده دولت‌های ذینفع در مزایای اقتصادی و اجتماعی این پهنه آبی، نسبت به سلامت محیط زیست آن حساس شده و برای پایش و نظام مند نمودن فرآیند توسعه به برنامه ریزی و هماهنگی پردازند که حاصل این امر تصویب کنوانسیون حفاظت از محیط زیست دریایی خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد که به اسم کنوانسیون کویت شناخته شده است و از برکات آن نیز تشکیل راپمی و تبادل اطلاعات زیست محیطی کشورهای عضو کنوانسیون می‌باشد [۱۳].

در خلیج فارس و دریای عمان ۳۴ میدان نفت و گاز شناسایی شده که ۵۰٪ منابع نفت توسط شناورها انتقال می‌یابد. تراپری نفتی بسیار سنگین سبب رها سازی سالانه ۳ تا ۵ میلیون تن پساب نفتی در خلیج فارس می‌شود و سالانه ۱۰۰ تا ۱۵۰ هزار تن نفت از دیگر مناطق به خلیج فارس وارد می‌شود [۱۲]. از آنجا که دریای عمان تنها مسیر دسترسی خلیج فارس به دریای عرب و اقیانوس هند است، برای مسیر کشتی‌های نفتی را حمل می‌کنند، حائز اهمیت می‌باشد. خلیج فارس، تنگه هرمز و دریای عمان به عنوان کانون همگرایی و اشتراک منافع هشت کشور ساحلی (ایران، کویت، عراق، امارات، عربستان، بحرین، عمان و قطر) به صورت یک منطقه جغرافیایی، یک واحد ژئوپلیتیکی و یک شاهراه بازرگانی و مرکز بزرگ تولید انرژی در سطح جهان مطرح هستند. از هشت کشور یاد شده، تنها کشور بحرین است که به شکل مجمع الجزایر در آبهای خلیج فارس قرار دارد و سرزمین‌های هفت کشور دیگر کرانه‌ای است. طول سواحل دریای عمان حدود ۵۰۰۰ کیلومتر و خلیج فارس بیش از ۶۰۰۰ کیلومتر است. در بین کشورهای اطراف این آبراه، جمهوری اسلامی ایران با نزدیک به ۲۰۰۰ کیلومتر مرز ساحلی، طولانی‌ترین کرانه‌های ساحلی را در خلیج فارس و دریای عمان داراست. این منطقه بیش از ۶۵٪ از ذخایر نفت و ۳۰٪ از ذخایر گاز جهان را دارا بوده و نزدیک به ۲۵٪ تولید و ۴۳٪ صادرات نفت جهان را به خود اختصاص داده است. خلیج فارس با داشتن ۲۵ پایانه بزرگ نفتی ۳۰٪ حجم ترافیک نفت کشورهای جهان را دارد تنگه هرمز هر ساله، شاهد عبور ۳۰۰۰-۲۵۰۰۰ نفتکش (حدود ۶۰٪ ترافیک نفتی جهان) می‌باشد [۱۲].

توده هوای غالب منطقه در سواحل جنوب ایران، در تمامی ایام سال از نوع تروپیکال است و در فصل بارندگی به طور متناوب، قطبی غیر مستقیم (توده هوای مدیترانه‌ای) و تروپیکال است. این

سواحل در تابستان‌ها تحت تأثیر جریان‌های مرطوب اقیانوس هند از سمت جنوب شرقی قرار می‌گیرند و اثرات بارندگی‌های تابستانه نیز ناشی از این جریان می‌باشد. در سواحل جنوب ایران غلبه عمومی با بادهای جنوبی و جنوب شرقی است. در تمامی ایام سال این بادها در نوار ساحلی طی روز و شب می‌وزند. به طور کلی در سواحل جنوبی بیشتر وقت‌ها بارندگی وجود ندارد، به علت تأثیر جریانات کم فشار در ماههای دی و اسفند گاه باران‌های شدید و رگباری رخ می‌دهد [۱۲].

سواحل جنوب کشور دارای ویژگی‌های هیدرودینامیکی ویژه‌ای می‌باشد. جزر و مد در سواحل جنوبی کشور به دو صورت روزانه (Diurnal) و نیمروزی (Semi-Diurnal) است. بر اساس اطلاعات موجود وضعیت جزر و مد در منطقه غرب خلیج فارس از  $۰/۸۲$  متر در خرمشهر تا  $۴/۷۴$  متر در ماهشهر و در منطقه شرق خلیج فارس از  $۰/۷۲$  متر در جزیره کیش تا  $۱/۸$  متر در بستانه متغیر است و بیشترین مقدار بالا آمدگی تکتونیک در کناره‌های گنبد نمکی ثبت شده است [۱۲]. عوامل مختلفی در ایجاد جریانات در محدوده دریای عمان و محدوده خلیج فارس مؤثرند. این عوامل به طور عمده شامل تغییرات تراز آب از جزر و مد، وزش باد بر سطح آب و تغییرات چگالی است. برای خلیج فارس ارزی آب می‌تواند بین این سه عامل به نسبت  $۱۰۰$ ،  $۱۰$  و  $۱$  به ترتیب تقسیم شود. که البته اثر هر یک دارای مقیاس زمانی متفاوتی است [۱۲]. به طور متوسط سرعت جریان جزر و مد در تنگه هرمز و در شمالی‌ترین محدوده خلیج فارس حدود  $۰/۹$  متر بر ثانیه و در نقاطی دیگر بین  $۰/۳$  تا  $۰/۶$  متر بر ثانیه است. جریان ناشی از جزر و مد در تمام مناطق ساحلی ایران، جریان غالب بوده و به جز در موارد طوفانی جریان تعیین کننده، جریان جزر و مدی می‌باشد. در محدوده خلیج چابهار به سمت تنگه هرمز، جهت جریانات در زمان جزر راستای جنوب شرقی تا شرق و در زمان مد، راستای شمال غربی تا غرب دارند و سرعت آنها در حدود  $۰/۲۵$  متر بر ثانیه تخمین زده می‌شود [۱۲].

## ۱-۴ سواحل

۱۱/۸٪ از کل ذخایر نفت جهان در نواحی ساحلی قرار دارد [۱۲]. خط ساحلی جمهوری اسلامی ایران یک منطقه به طول حدوداً  $۶۰۰$  کیلومتر را پوشش می‌دهد. عرض ناحیه ساحلی از  $۱۰$  تا  $۳۵۰$  متر متغیر است. عمق ساحل جنوبی ایران از  $۲$  سانتی متر تا  $۲$  متر تغییر می‌کند [۳۱].

## ۱-۴-۱ تعریف ساحل

بنابر تعریف، نواحی ساحلی [۱۲]:

۱- هم دارای جزء خشکی و هم جزء دریایی می‌باشند.

- ۲- دارای مرزهای خشکی و آبی هستند که به وسیله درجه تأثیر گذاری و تأثیرپذیری از یکدیگر تعریف می‌شوند
- ۳- دارای طول و عرض و عمق واحد نیست.

از دیدگاه Cicin-Sain & Knecht ناحیه ساحلی به ۵ زیر ناحیه تقسیم می‌شود [۱۲]:

- ۱- ناحیه خشکی (Inland area): تأثیری که این ناحیه بر روی دریا و اقیانوس‌ها و نوار ساحلی می‌گذارد صرفاً از طریق رودخانه‌ها و آلاینده‌های حمل شده توسط آنها می‌باشد.
- ۲- ناحیه خشکی ساحلی (Coastal Lands): در برگیرنده زمین‌های مرطوب، باتلاق‌ها و ... می‌باشد که فعالیت‌های انسانی مختلفی در این ناحیه انجام می‌شود و به طور مستقیم بر آب‌های مجاور تأثیر می‌گذارند.
- ۳- آب‌های ساحلی (Coastal Waters): شامل مصب رودخانه‌ها، خورها، لاغون‌ها، آب‌های کم عمق و ... است که تحت تأثیر پدیده‌های منطقه خشکی می‌باشند.
- ۴- آب‌های فراساحلی (Offshore Waters): پس از آبهای ساحلی شروع شده و اغلب تا محدوده خارج از مرزها انحصاری اقتصادی (۲۰۰ مایل دریایی) نیز پیشروی می‌کند.
- ۵- آب‌های آزاد (High Seas): ناحیه‌ای است که از انتهای مرزهای انحصاری اقتصادی آغاز می‌گردد.

زیرناوی نام بده از طریق جزر و مد حرکت امواج و اعمال انسانی با یکدیگر در ارتباط هستند. آلودگی پیش آمده در هر یک از زیرناوهای بدین وسیله به زیر نواحی دیگر سرایت پیدا می‌کند. در مطالعه پیش رو بیشتر به آلودگی نفتی ایجاد شده در ناحیه خشکی و خشکی ساحلی و آب‌های ساحلی پرداخته می‌شود. تلاش براین است تا با کمک گرفتن از تجارت قبلی بهترین روش پیشگیری، پایش و پاکسازی آلودگی نفتی در ساحل از میان روش‌های موجود انتخاب و توضیح داده شود. نوار ساحلی نوار باریکی در ناحیه انتقالی بین دریا و خشکی است که تأثیرات جزر و مد و امواج در این محدوده محسوس‌تر می‌باشد. این ناحیه پتانسیل جذب توریست و هم چنین انجام فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی را به خوبی دارد. جهت تعیین پهنانی نوار ساحلی دیدگاه‌ها و تعاریف مختلفی وجود دارد [۱۲]. منظور ما از نوار و منطقه ساحلی در تحقیق حاضر تعریف تعارف و مورد تأیید معاونت سواحل و بنادر سازمان محیط زیست و دیگر سازمان‌های ذیربطر جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. سواحل جنوب کشور شامل سواحل خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. خلیج فارس با

حدود ۱۰۰۰ کیلومتر طول و ۲۰۰ الی ۳۰۰ کیلومتر عرض، مساحتی بیش از ۲۳۹۰۰۰ کیلومتر مربع دارد [۱۲].

## ۲-۴-۱ مناطق حساس ساحلی

مناطق حساس عموماً متراծ مناطق حیاتی (بحرانی) به کار می‌رود که تلویحاً بیان کننده اهمیت بسیار زیاد آنها از یک سو و آسیب پذیری سرشی آنها از سوی دیگر است. ارزش این مناطق به تنها‌ی یا به عنوان پشتونه حمایتی برای دیگر زیستگاه‌ها و گونه‌ها تا حد یک منطقه حیاتی ارتقا می‌یابد. به نظر می‌رساند که این دریافت از مناطق حساس از دیدگاه‌های ویلیام اودوم (۱۹۸۸) گرین کلهر و ریچارد چینگتون (۱۹۹۰) نسبت به زیستگاه‌های حساس می‌باشد. این زیستگاه‌ها قادرند یک دوره زیستی یک یا اجتماعی از گونه یا گونه‌ها را تضمین و برای بقای آنها نقش تعیین کننده و حیاتی ایفا نماید (مجنونیان، ۱۳۷۹). طبق تعریف IMO/MEPC در ۲۰۰۱ یک منطقه حساس دریایی ناحیه‌ای است که به دلایل اکولوژیک، اجتماعی- اقتصادی یا علمی و آسیب پذیری نسبت به فعالیت‌های دریانوردی نیازمند حمایت ویژه از سوی سازمان بین‌المللی دریانوردی است [۱۲].

جدول زیر ضریب حساسیت زیست محیطی (ESI) انواع مختلف سواحل را طبقه بندی می‌کند.

ضریب ۱ نشانگر کمترین و ۱۰ بیشترین حساسیت نسبت به آلودگی نفتی و اقدامات پاکسازی است. [۳۲]

جدول ۱-۱ طبقه بندی سواحل بر حسب ضریب حساسیت زیست محیطی

ESI	نوع ساحل
۱	سواحل سنگی، دیواره‌ها و ستون‌های دریایی
۲	سواحل موج شکن
۳	سواحل ماسه‌ای خوب دانه بندی شده
۴	سواحل ماسه‌ای درشت دانه
۵	سواحل ماسه‌ای و شنی
۶	سواحل شنی و سنگریزهای
۷	سواحل موجگیر
۸	سواحل با پوشش سنگی
۹	سواحل پوششدار موجگیر
۱۰	نمک زارها و مانگروها

### ۳-۴ اندواع سواحل

سواحل معمولاً بر حسب قسمت عمدۀ مواد متشکله خود تقسیم بندی می شوند؛ مثلاً سواحل ماسه‌ای، شنی، گلی، سنگی و مرجانی.

سواحل گلی ۷۵ کیلومتر مربع در طول سواحل ایرانی خلیج فارس مساحت دارند. ۷۶٪ این مساحت در خوزستان، ۹٪ در بوشهر و مابقی از سواحل هرمزگان هستند. قسمت‌هایی از این سواحل که پناهگاه حیات وحش و یا شامل پوشش‌های گیاهی آسیب پذیر باشند، از نظر زیست محیطی مهم به حساب می‌آیند. این نواحی در برابر آلاینده‌ها به ویژه نفت طبیعی آسیب پذیر بوده و پروسه حذف آلاینده از آنها مشکل می‌باشد. سواحل شنی عمدتاً در نواحی با جریانات آرام که رسوب گذاری موجب به وجود آمدن شیبی ملائم بر روی ساحل می‌شود، شکل گرفته و با شکستن امواج سطح انرژی آنها را پایین می‌آورند. سواحل ماسه‌ای معمولاً از گستره‌های کم عرض (۲۰-۳۰ متر) در طول خط ساحلی خلیج فارس و دریای عمان قرار گرفته‌اند که مجموعاً ۵۷۶/۸۵ کیلومتر طول دارند. از این مقدار ۶۶٪ به هرمزگان و مابقی به استان بوشهر تعلق دارند [۳۲]. سواحل جزء آسیب پذیرترین محدوده‌های زیست محیطی به حساب می‌آیند فلذا انجام تست‌های مختلف جهت اطمینان از سلامت آنها ضروری است، مثلاً بر اساس آزمایش‌های انجام شده بر روی کل مواد نفتی، در رسوبات سطحی جزیره خارک غلظت هیدروکربن‌های نفتی در این رسوبات برابر  $95/2 \text{ ppm}$  است [۱۲].

### ۱-۵ فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی نفت در سواحل

#### ۱-۵-۱ فرآیندهای دخیل در انتشار نفت

فرآیند های انتشار نفت در دریا در سه بخش انتقال، استهلاک و تقابل با ساحل و یخ، تقسیم بندی می شوند. انتقال (Transport) نفت در آب شامل فرآیند های زیر می باشد

- حرکت افقی به جهت باد، موج و جریان آب (Advection)
- حرکت و گسترش افقی به جهت توازن نیروها (Spreading)

استهلاک (Fate) نفت نیز شامل فرآیند های زیر می باشد:

- تبخیر (Evaporation)
- امولسیون (Emulsion)
- انحلال (Dissolution)

- پخش طبیعی در ستون آب (Particulate Natural Dispersion) یا
  - تغییرات بیولوژیکی بوسیله باکتریها (Bio-Degradation)
  - اکسیداسیون در مقابل نور (Photo-Oxidation)
  - هیدرولیز شدن (Hydrolysis)
- همچنین نفت در حالات خاص، تحت اثر فرآیند های زیر قرار می گیرد.
- فعل و انفعال نفت با یخ (Ice Interaction)
  - فعل و انفعال نفت با ساحل (Shoreline Interaction) شامل رسوبگذاری (Re-Entrainment) و بازگشت به آب (Sedimentation) یا Deposition)

#### ۴-۵-۱ مشخصات نفت خام برخی نقاط ایران

اطلاع از خصوصیات نفت خام موجود در لوله های نفتی جنوب برای ارائه روش های مناسب مقابله ضروری است. جدول (۲-۳) مشخصات نفت خام برخی نقاط ایران و جدول (۳-۳) مشخصات عمومی نفت خام سنگین ایران را ارائه می کند.

جدول (۱-۲) مشخصات نفت خام برخی از نقاط ایران [۳۸]

نفت خام	درصد حجمی تقطیر شده (%)				
	خارک	اهواز	آگاجاری	گچساران	هفتکل
تا $150^{\circ}\text{C}$	۱۴/۸	۱۸/۸	۲۴	۲۴	۲۵/۵
$150 - 262^{\circ}\text{C}$	۱۵/۵	۱۹/۶	۲۰	۱۸	۲۲/۷
$262 - 352^{\circ}\text{C}$	۱۲	۱۵/۷	۱۵	۱۳	۱۶/۳
بالاتر از $352^{\circ}\text{C}$	۵۷/۷	۴۵/۹	۴۱	۴۵	۳۵/۵

جدول (۳-۱) خواص عمومی نفت ایران [۴]

وزن مخصوص در $60^{\circ}\text{F}$	۰/۸۳۶
هیدروکربورهای سبک:	نسبت درصد وزنی:
$\text{C}_1$	—
$\text{C}_2$	—
$\text{C}_3$	۰/۳۵
$\text{i.C}_4$	۰/۱۴
$\text{n.C}_4$	۱/۱
$\text{i.C}_5$	۰/۷۷

۱/۰۲	n.C <sub>5</sub>
۲/۸۶	C <sub>6</sub>
نسبت درصد حجمی:	مقدار تقطیر شده:
۷	۱۰۰°C تا
۱۷	۱۵۰°C تا
۲۶/۵	۲۰۰°C تا
۳۵	۲۵۰°C تا
۴۶	۳۰۰°C تا
۶/۷	فشار بخار (بر حسب پوند بر اینچ مربع)
۱۹/۲	ویسکوزیته سینماتیک در ۶۸°F (سانتی استوکس)
۱۰/۵	ویسکوزیته سینماتیک در ۱۰۰°F (سانتی استوکس)
۸۳	ویسکوزیته RedWood در ۶۸°F (ثانیه)
۵۳	ویسکوزیته RedWood در ۱۰۰°F (ثانیه)
۱/۵۵	سولفور (درصد وزنی)
ناچیز	آب (درصد حجمی)
۵	موم پارافینی (درصد وزنی)
۰/۰۲۴	خاکستر (نمونه مورد آزمایش ۲۵۰ گرم درصد وزنی)
درصد وزنی:	ترکیبات موجود در خاکستر
۰/۰۶۶	کروم
۰/۰۵۳	مس
۷/۷	آهن
۱۴	نیکل
۰/۱	سدیم
۳۶	وانادیم

دانسیته نفت ایران در ۶۰ درجه فارنهایت: [۴] ۰/۸۳۶.

معمولًاً نفتها با چگالی پایین (گرانش API بالا) لزجت‌های پایین دارند و نسبت اجزای فرار

آنها بالاست. در متن حاضر از فرمول زیر برای تعیین API استفاده می‌کنیم.

$$API = \frac{141.5}{\text{وزن مخصوص}} - 131.5$$

لزجت سینماتیکی نفت خام در °C ۴۰ بین ۳ تا ۱۰۰ سانتی استوکس است. این مقدار برای

نفت خام ایران ۹/۳۲ سانتی استوکس گزارش شده است [۲۵].

$$\rho = \frac{141.5}{131.5 + API}$$

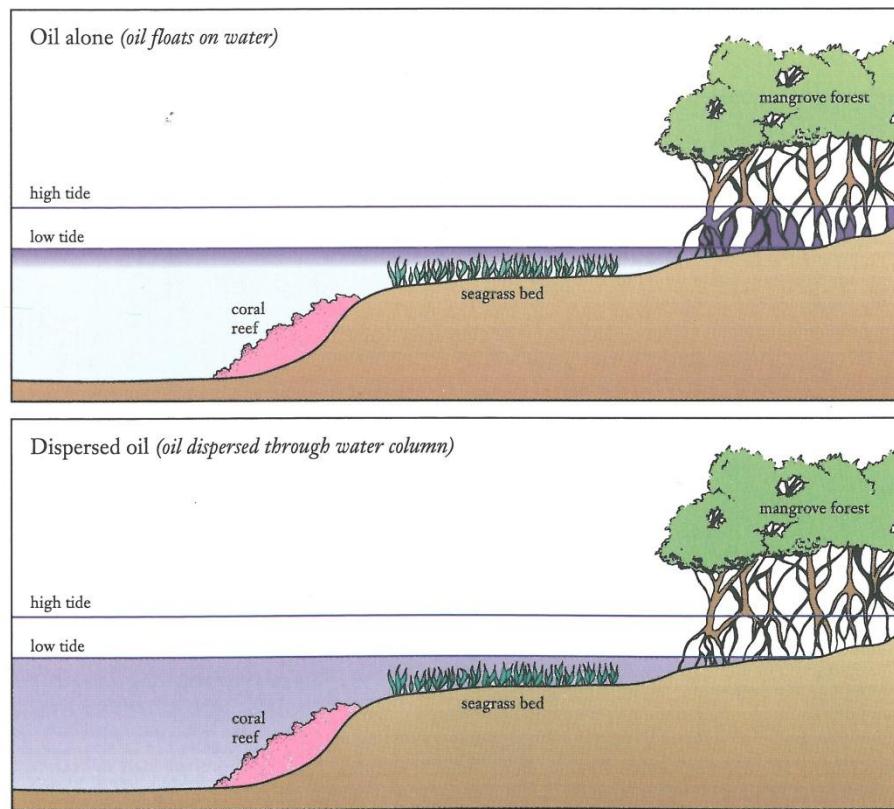
ارتباط دانسیته با API بر حسب استانداردهای ایالات متحده:

API عددی بی بعد بوده و در آن  $p$  چگالی نسبی می باشد [۲۶].

با معیار API جرم مخصوص آب قطر ۱۰ می باشد. گرانش API نسبت عکس با جرم مخصوص دارد. API محاسبه شده نفت در قیاس با عدد ۱۰ وضعیت شناوری یا غوطه وری نفت در آب را مشخص می سازد. به طوری که در صورت بیشتر بودن از ۱۰ نفت شناور می ماند [۳۵].

## ۱-۶ اثر آلودگی نفتی بر روی محیط زیست دریا

وقوع لکه های نفتی در محیط زیست دریایی می توانند اثرات گسترده و عواقب دراز مدت بر روی حیات وحش، زیستگاه های ساحلی و دریایی، سلامت و زندگی انسان و منابع تفریحی جوامع ساحلی داشته باشند. اثرات لکه های نفتی بر روی محیط زیست دریایی می تواند هم کوتاه و هم دراز مدت باشد. درجه آسیب ناشی از وقوع لکه نفتی اساسا به مقدار نفت ریخته شده، شیمی و خصوصیات (نوع) نفت و حساسیت منابع بیولوژیکی تحت تاثیر بستگی دارد [۱۲]. در شکل (۱-۴) تاثیر نفت پخش شده و نفت شناور بر مانگروها، گیاهان دریایی و آبسنگهای مرجانی مقایسه شده اند [۱۶]. آب سنگهای مرجانی از مهمترین واحدهای زیست محیطی سواحل جنوب هستند که بیش از ۹۰٪ تولید خالص اولیه خلیج فارس را تشکیل می دهند. از نظر تنوع گونه ای حدود ۵۷ گونه در خلیج فارس وجود دارد. از نظر آبزیان حدود ۴۶۵ گونه آبی در خلیج فارس وجود دارد که سالانه حدود ۱۴۵۰۰۰ تن پروتئین دریایی از آنها تأمین می شود. در مجموع ۳۳۶ گونه ماهی تجاری و تزئینی، ۲۸ گونه شاه میگو، ۱۱ گونه پستاندار، ۵ گونه لاک پشت در خلیج فارس وجود دارند. مناطق حفاظت شده در سواحل جنوب ۱۵ منطقه می باشد. ذخایر آبزیان قابل استحصال جنوب حدود ۳۵ میلیارد تومان در سال برآورد شده است [۱۲].



شکل(۱-۱) تاثیر نفت پخش شده و نفت شناور بر مانگروها، گیاهان دریایی و آبسنگهای مرجانی [۲۵]



شکل(۱-۲) ساحل مرجانی آلوده به نفت [۲۵]

پاکسازی و ترمیم نمکزارها در صورت عدم آلودگی حاد می‌تواند تا یک سال آغاز شود، البته رسوبات نفتی تا ۱۰ سال باقی می‌مانند و لی پاکسازی گیاهی می‌بایست نهایتاً تا ۱۰ روز آغاز شود. زیرا ساقه‌های زیرین باید تغذیه کنند [۲۵].



شکل(۱-۳) ساحل آلوده به نفت با پوشش گیاهی [۲۵]

## ۱-۶-۱ ماهی ها

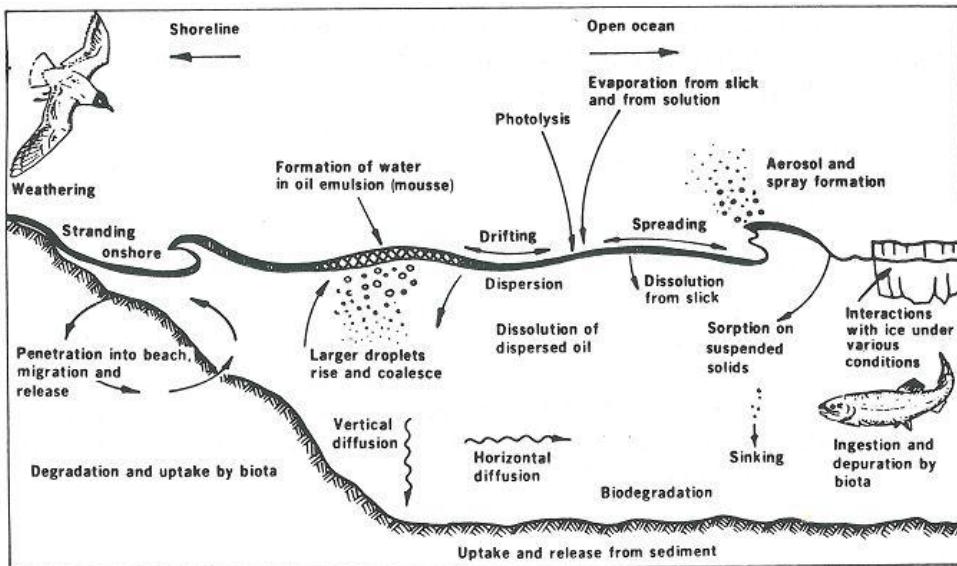
مهاجرت ماهی‌ها الگوهای بسیار متنوعی دارد که دو الگوی اصلی عبارتند از مهاجرت به نواحی عمیق تر برای تخم ریزی و آبهای ساحلی برای تغذیه. زمان تخم ریزی از اوایل بهار تا اواسط تابستان است. در پاییز و زمستان مهاجرت متناوباً به سمت نواحی ساحلی به علت سطح بالای آب در نهرهای فصلی و رودخانه‌های دائمی که تا حد زیادی مواد غذایی دارند، انجام می‌گیرد [۳۲].

ماهی‌ها ممکن است به چند روش در معرض آلودگی نفتی قرار گیرند:

- تماس مستقیم دستگاه تنفسی با آلودگی نفتی
- جذب مواد سمی موجود در آب توسط تخم ماهی و لارو
- تغذیه‌ی غذای آلوده

این موارد منجر به تغییر ضربان قلب و تنفس، رشد ناقص، اختلال در تولید مثل و سایر تغییرات بیولوژیکی در سیستم رشد آنها می‌گردد. قرار گرفتن طولانی مدت در معرض مواد شیمیایی نفتی ممکن است در برخی نمونه‌ها نیز به اختلالات ژنتیکی و یا سرطان منجر گردد. در صورت استفاده از

مواد شیمیایی مانند پراکنده سازها (Dispersants) پتانسیل آلودگی ماهی ها و صدف ها بیشتر می شود که بر روی انسان ها در مناطق تجاری تفریحی و ماهیگیری موثر است. [۲۸] و [۲۶] البته جلبک ها، حلزون ها، صدف ها و دیگر آبزیان کم تحرک بیشتر از ماهیان بالغ در معرض آسیب ناشی از لکه های نفتی هستند. در شکل (۴-۴) تاثیر نفت بر چرخه آبزیان نشان داده شده است [۲۵].



شکل (۴-۴) تاثیر نفت بر اکوسیستم دریایی [۲۵]

## ۲-۶ پرندگان

آسیب پذیرترین گونه جانداران پرندگان دریایی هستند [۲۵]. پرندگان به لکه های نفتی بسیار حساس اند . به عنوان مثال پرندگان دریایی زمان زیادی از عمر خود را بر روی سطح آبسپری می کنند که آسیب پذیری آنها را در برابر لکه نفتی نشان میدهد بعلاوه گونه هایی که در جمیعت های کوچک زندگی می کنند شدیدا در معرض آلودگی نفتی قرار دارند. پرندگان به علت داشتن خاصیت نگه داری هوا باعث عایق حرارتی و همچنین ایجاد شناوری آنها روی آب می گردد. هنگامی که پرندگان با لکه نفتی تماس پیدا می کنند این خاصیت پر آنها از بین میروند. هنگامی که آنها سعی در تمیز کردن پرهای خود دارند آلودگی نفتی وارد سیستم گوارش آنها می شود همچنین تغذیه آنها از مواد آلوده منجر به اختلال در سیستم تولید مثل آنها می گردد. [۲۶]

خلیج فارس دارای موقعیت ممتاز از نظر مسیر مهاجرت پرندگان از نیمکره شمالی به جنوبی است و تخمین زده می شود که سالانه جمعیتی بالغ بر ۲۲ میلیون قطعه پرندگان زمستان را در این منطقه به استراحت و تغذیه می پردازنند. [۱۲]

نواحی شمال و شمال غرب خلیج فارس (تالاب طبیعی شادگان، حله، جزیره خارک، مَند و نای بند) مناطق مورد توجه پرنده‌گان مهاجر به ویژه در فصل زمستان جهت تخمگذاری به حساب می‌آیند. تالاب شادگان، جنگل‌های حرا، و منطقه نای بند از اهمیت بیشتری برخوردارند. زیرا نواحی تخمگذاری با تراکم بالا به حساب می‌آیند [۳۲].

### ۱-۶-۳ پستانداران

پستانداران دریایی در اثر آلودگی‌های شیمیایی حاد ممکن است کشته شوند. معمولاً پستانداران دریایی در مقایسه با سایر موجودات دریایی کمتر تحت تأثیر آلودی نفتی قرار می‌گیرند. ولی ممکن است آلودگی نفتی با شکار و هضم موجود آلوده به این مواد وارد بدنشان شود. از آنجایی که پستانداران دریایی شکارچی بوده و در صدر زنجیره غذایی قرار دارند، آلودگی‌های موجود در بدن موجودات رده پایین زنجیره غذایی تجمع یافته و وارد بدن آنها می‌شود و باعث اختلال و کندی در عملکرد سیستم ایمنی بدن و هم چنین آسیب به سیستم تولید مثل آنها می‌شود [۱۴].

از نظر پستانداران دریایی ۳ گونه دلفین، ۵ گونه بالن، یک گونه نهنگ، یک گونه گراز دریایی و یک گونه گاو دریایی در خلیج فارس وجود دارند [۱۲]. پستاندارانی که ممکن است تحت تأثیر آلودگی نفتی قرار گیرند شامل سمور دریایی، سگ آبی، خرس قطبی، خوک آبی، شیر دریایی، وال، نهنگ و دلفین می‌باشند. پستانداران دریایی نظیر والها، خوک‌های دریایی و سمورهای دریایی علیرغم احتمال مرگ و میر بالا از لکه‌های نفتی فرار نمی‌کنند [۲۵]. حساسیت پستانداران به لکه نفتی شدیداً متغیر است. میزان آسیب رابطه مستقیمی با پوست و موی جاندار دارد. پوست بدن سمور دریایی، سگ آبی، خرس قطبی، خوک آبی، شیر دریایی باید حتماً تمیز باشد تا بدن آنها گرم بماند. تماس مستقیم پستانداران با نفت میتواند منجر به مشکلات بینایی گردد. [۲۶]

بلغیدن نفت باعث مشکلات خونریزی داخلی و اختلال در سیستم کبد و کلیه می‌گردد. این موضوع برای گونه‌هایی که بدن خود را با دهانشان تمیز می‌کنند مانند خوک دریایی و خرس قطبی نگرانی بیشتری ایجاد می‌کند تنفس بخارهای هیدروکربن میتواند منجر به بروز مشکلات عصبی و رفتار غیرعادی کلیه پستانداران می‌گردد [۲۸].

طبق تحقیقات گسترده‌ای که بین سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۵ انجام گرفته، پستانداران دریایی کشته شده توسط لکه‌های نفتی در قسمت آبهای ایران خلیج فارس بیشتر در نواحی تجمعی زیر متمرکز بوده‌اند:

ناحیه خورموسی ، دیلم (استان خوزستان)، مجمعالجزایر خارک (استان بوشهر)، منطقه امام حسن و بندر گناوه (استان بوشهر)، بندر طاهری (استان بوشهر). طبق تحقیقات صورت گرفته ۵۷ مورد مرگ دلفین و ۱۳ مورد مرگ وال در آبهای بوشهر و خوزستان گزارش شده‌اند (OWfi, ۱۹۹۵) [۳۲].

#### ۴-۶-۴ لاک پشت ها

از میان ۸ گونه شناخته شده لاک پشت دریایی در جهان (FAO, 1987) ۵ گونه در خیج فارس و دریای عمان زندگی می‌کنند (Valvi, 1374). ۲ گونه یعنی لاک پشت سبز (chelonian) و لاک پشت منقار عقابی (mydas Eretmochelysimbricate) در نواحی ساحلی جنوب ایران مانند درا، بونه، هندیجان، تهمادون، ناخیلو، ام‌الکرم، خارک، شیف، مَند، نایبند، گناوه، شیدور، لاوان، فُرور، لارک، کیش، قشم، ابوموسی، هرمز، بندر بستانه، مقام، لنگه، خُمیر، پسابندر و بُریس در تعداد کثیری زندگی می‌کنند (Valvi, 1995; Donehkar, 1998) [۳۲]. سواحل ماسه‌ای معمولاً از گستره‌های کم عرض (۲۰-۳۰ متر) در طول خط ساحلی خلیج فارس و دریای عمان قرار گرفته‌اند که مجموعاً ۵۷۶/۸۵ کیلومتر طول دارند. از این مقدار ۶۶/۸٪ به هرمزگان و مابقی به استان بوشهر تعلق دارند. این گروه از سواحل برای تخمگذاری لاک پشت‌های دریایی بسیار مساعد هستند و من جمله نواحی حساس به حساب می‌آیند (Donehkar, 1998). این سواحل میزبان گروه وسیعی از گونه‌های مختلف پرنده‌گان مهاجر دریایی به حساب می‌آیند [۳۲].

در جدول های (۲-۴) و (۳-۴) به ترتیب محل و مساحت جنگل‌های مانگرو و جزایر مرجانی در استانهای جنوبی ایران آورده شده‌اند. در غیاب نقشه‌های دقیق GIS و پنهانه بندی زیست محیطی کامل سواحل جنوبی می‌توان به این جدول‌ها رجوع کرد. جمعیت‌های مانگرو قابلیت حبس لکه‌های نفتی را دارند و از آنجا که ریشه‌هایشان به اکسیژن نیاز دارند آب نفتی مانع حیات آنهاست [۲۵]. آبنگهای مرجانی نیز برای حیات در کنار تغذیه به نور خورشید نیاز دارند لذا نفت کدر زیست این گونه را به مخاطره می‌اندازد [۱۱].

جدول (۱-۴) محل و مساحت جنگل‌های مانگرو در استانهای جنوبی ایران [۳۲]

استان	منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	مساحت	اهمیت زیست محیطی	نوع منطقه
بوشهر	حله	۵۱°۳۵'	۲۷°۵۲'	0.3	زیستگاه مرغان دریایی، گیاهان آسیب پذیر، زیست گاه حیوانات نادر، ناحیه پرورش و تخم گذاری ارگانیسم های دریایی، تنوع ارگانیسم های دریایی، اکوسیستم غیر قابل جایگذاری	منطقه حفاظت شده
	بندر دایر	۵۱°۵۹'	۲۷°۵۲'	0.01		-
	نای بند	۵۲°۴۱'-۵۲°۳۷'	۲۷°۲۷'-۲۷°۲۴'	3.57		منطقه حفاظت شده
	بندر خمیر	۵۵°۴۶'-۵۵°۴۱'	۲۶°۵۹'-۲۶°۴۵'	10.5		منطقه حفاظت شده
	بندر قشم	۵۵°۴۸'-۵۵°۳۲'	۲۶°۴۳'-۲۶°۵۶'	67.5		منطقه حفاظت شده پهنه آبی بین المللی
	منطقه تیاب	۵۶°۵۲'-۵۶°۴۸'	۲۷°۰۸'-۲۷°۰۳'	1.3		پهنه آبی بین المللی
	سیریک	۵۷°۰۹'-۵۷°۰۴'	۲۶°۲۴'-۲۶°۱۴'	4.86		پهنه آبی بین المللی
	جاسک	۵۷°۴۷'-۵۷°۴۴'	۲۵°۴۱'-۲۵°۴۰'	0.02		-
	خورهای جاسک	۵۸°۲۵'-۵۷°۰۷'	۲۵°۳۴'	2		-
سیستان و بلوچستان	گواتر	۶۱°۳۵'-۶۱°۲۸'	۲۵°۱۶'-۲۵°۱۱'	2		منطقه حفاظت شده

جدول (۴-۳) محل و مساحت جزایر مرجانی در ایران [۳۲]

نوع منطقه	اهمیت زیست محیطی	مساحت	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	جزیره	استان
—	گونه‌های آسیب پذیر، حساس نسبت به تغییرات زیست محیطی و حساس نسبت به آلودگی نفتی و کدورت آب	5.3	29°17' - 29°21'	50°18' - 50°23'	خارک	بوشهر
پناهگاه حیات وحش		6.75	29°16'	50°16' - 50°18'	خارگو	بوشهر
—		نامعلوم	26°15' - 26°16'	55°19'	تنب بزرگ	هرمزگان
—		نامعلوم	26°14' - 26°15'	55°08' - 55°09'	تنب کوچک	هرمزگان
حفظاًت شده		نامعلوم	25°55' - 25°56'	54°22' - 54°30'	فرور	هرمزگان
—		نامعلوم	26°15' - 26°20'	54°29' - 54°32'	بانی فرور	هرمزگان
—		نامعلوم	26°07' - 26°09'	54°25' - 54°26'	سیری	هرمزگان
—		نامعلوم	25°52' - 25°54'	55°02' - 55°03'	ابوموسی	هرمزگان
—		نامعلوم	26°49' - 26°52'	56°17' - 56°20'	لارک	هرمزگان
—		نامعلوم	27°02' - 27°03'	56°25' - 56°26'	هرمز	هرمزگان
—		نامعلوم	26°30' - 26°35'	53°53' - 54°04'	کیش	هرمزگان
پناهگاه حیات وحش		نامعلوم	26°48' - 26°47'	53°25' - 53°24'	شیدور	هرمزگان
—		نامعلوم	26°50' - 26°46'	53°22' - 53°08'	لاوان	هرمزگان
—		نامعلوم	27°31' - 27°	56°18' - 56°17'	قسم	هرمزگان
—		نامعلوم	26°49' - 26°52'	55°55' - 55°51'	هنگام	هرمزگان
—		نامعلوم	27°42' - 26°39'	54°4' - 53°53'	هندورابی	هرمزگان

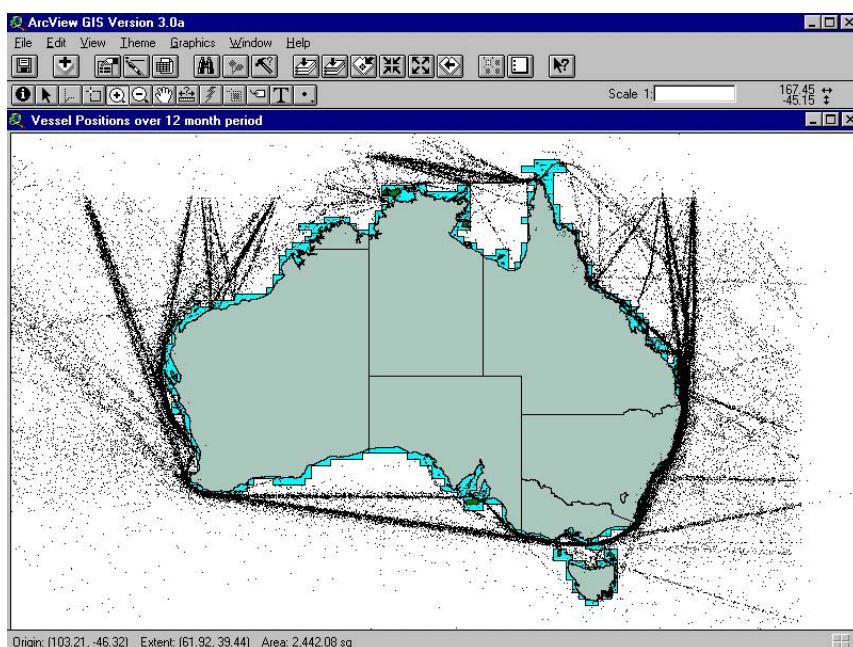
## فصل دوم: مروری بر مطالعات پیشین

در این بخش به عنوان یک کشور توسعه یافته، برنامه های کشور استرالیا در زمینه تحقیقات و همچنین مدیریت پیشرفتی این کشور در مقابل آلدگی های نفتی و حفاظت از محیط زیست دریایی در مقابل این نوع آلدگی ها ارائه می گردد.

### ۱-۲ تحقیقات و اقدامات برای حفاظت محیط زیست دریایی در مقابل آلدگی نفتی در استرالیا

#### ۱-۱-۲ میزان وقوع لکه های نفتی در استرالیا

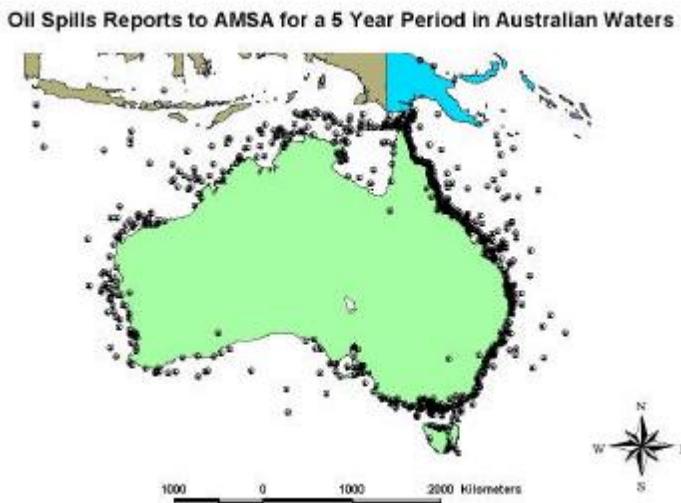
میزان حرکت کشتیرانی در اطراف استرالیا عظیم و شامل ۱۲۰۰۰ مراجعت کشتی های به بنادر استرالیا در سال می باشد. موقعیت کشتی های گزارش شده به سازمان مدیریت ایمنی دریایی استرالیا در طی یک دوره یکساله The Australian Maritime Safety Authority (AMSA) شکل (۱-۲) ارائه شده است.



شکل (۱-۲) موقعیت کشتی های گزارش شده در طی یک دوره یکساله

تا کنون تعداد کمی از لکه های نفتی بزرگ بیش از ۱۰۰۰ تن در استرالیا رخ داده است. فقط دو حادثه لکه نفتی بزرگ ( یعنی بیش از ۱۰۰۰ تن) از ۱۹۷۰ رخ داده است، OCEANIC

GRANDEUR (تقریباً ۱۱۰۰ تن) و KIRKI (۱۷۷۰۰ تن). جمماً ۱۳۳۶ مورد تایید شده از مشاهده تخلیه نفت و وقوع لکه نفتی در آبهای استرالیا در طی یک دوره ۵ ساله منتهی به ژوئن ۱۹۹۸ گزارش شده است. توزیع حوادث لکه های نفتی در سواحل اطراف استرالیا در شکل (۲-۲) نشان داده شده است. عمدۀ این حوادث ناشی از کشتی ها بوده اند.



شکل (۲-۲) توزیع حوادث لکه های نفتی در سواحل اطراف استرالیا

در سال مالی ۱۹۹۷/۱۹۹۸، اینمی دریایی استرالیا ۲۵۱ گزارش مشاهده لکه های نفتی دریایی دریافت نمود. حدود ۷۱٪ این لکه ها در محدوده بنادر رخ دادند و در این موارد هر نوع اقدام لازم برای تمیز کردن توسط مسئولین بندر و یا پایانه نفتی انجام شده است. در ۹ مورد، تمیز کردن و یا عملیات واکنش توسط واحد ملی مبارزه با آلودگی نفتی لازم شده است.

## ۲-۱-۲ اثرات آلودگی نفتی بر محیط زیست دریایی استرالیا

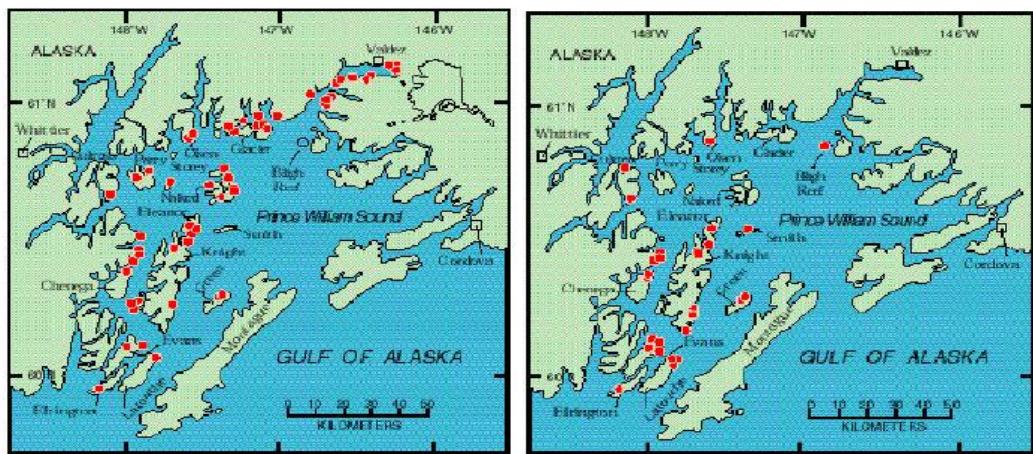
همانگونه که قبلاً اشاره شد لکه های نفتی در اندازه های مختلف در محیط زیست دریایی استرالیا رخ میدهد. بیشتر این لکه ها دارای اندازه کوچک بوده و یا تحت شرایطی رخ داده اند که منجر به آسیب های کم زیست محیطی شده اند. بعنوان مثال، دو حادثه نسبتاً بزرگ لکه نفتی مربوط به شناورها (Torres Strait) و Ocean Grandeur (WA) تحت شرایطی رخ داد که منجر به صورت طبیعی در دریای باز پخش گردید. با وجود این حوادث بزرگتر دارای توانایی برای ایجاد آسیب های شدید بخصوص به اکوسیستم های منطقه جزر و مدی و منطقه زیر جزر و مدی مانند کورال ریفها، جنگل های حرا و علفهای دریا می باشند. گزارشات متعددی از تحقیقات بروی اثرات بر روی جوامع حرا در خلیج بتانی در استرالیا ناشی از لکه های کوچکتر نفتی نشات گرفته از

امکانات هندلینگ نفتی موجود می باشد [۲۲] و [۲۰] و [۲۸]. از بین رفتن درختان جوان، از بین رفتن برگ ها در زون های پایین تر درخت و درختچه ها، از بین رفتن نرم تنان و سایر اثرات مضر در نواحی ای تا مساحت ۷۳ هکتار در این منطقه گزارش شده اند. این تحقیقات بر روی لکه های نفتی هماهنگ با آزمایشات متعدد نشان دهنده سمی بودن نفت خام برای جنگلهای حرا در استرالیا می باشد [۳۶].

با وجود آنکه لکه های نفتی در اندازه های نسبتا کوچک بصورت مکرر در آبهای منطقه "گریت بریریف" رخ می دهند، تحقیقات در مورد اثرات آنها بر روی اکوسیستم آبسنگهای مرجانی دارای کمبود اساسی می باشد. [۳۰] لکه های نفتی عموما در انواع محیط های دریایی استرالیا رخ می دهد ولی گزارشات علمی کمی در مورد اثرات دراز مدت اکولوژیکی آلودگی نفتی وجود دارد. پرندگان و سایر حیوانات استفاده کننده از آبهای سطحی، مانند فک ها، در معرض آسیب از لکه نفتی بوده و گزارشات در مورد پرندگان آلوده شده با نفت گاه به گاه در رسانه ها ظاهر می شود. [۲۷]. در بسیاری از مواقع آلودگی نفتی منجر به مزه نفت گرفتن غذای دریایی و عدم قبول آن توسط مصرف کنندگان در استرالیا شده است. بعنوان مثال می توان به آسیب تجاری به ماهیگیری در غرب کوینزلند اشاره نمود [۲۹] و [۳۷].

## ۲-۲ انتشار نفت در خلیج آلاسکا

این حادثه که در جزایر PWS(Prince William Sound) بخاطر به گل نشستن تانکر Exxon Valdez در تاریخ ۲۴ مارس ۱۹۸۹ به حجم تقریبی ۴۱۶۰۰ متر مکعب اتفاق افتاد از بزرگترین حوادث انتشار نفت در آبهای ایالات متحده امریکا به شمار می رود. این حادثه باعث گردید که محققان به تاثیر قابل توجه تقابل نفت با خطوط ساحل معطوف شوند چراکه در حدود ۱۵۰۰ مایل (۲۴۱۵ کیلومتر) از سواحل PWS به نفت آلوده شدند. این حادثه به اکوسیستمهای زیادی همچون ۴ منطقه حیات وحش ملی، ۳ پارک ملی، ۵ پارک محلی آسیبهای فراوانی وارد آورد. در مرجع ۴ تاثیرات این حادثه پس از گذشت ۱۰ سال (در سال ۱۹۹۹) بررسی شده است. در گزارشی که دادگاه ایالات متحده امریکا ارائه کرده است، فقط خسارت ادعا شده توسط مردم در حدود ۵ بیلیون دلار بوده است در حالیکه همانطور که در گزارش آورده شده به نظر می رسد خسارات وارد به محیط زیست در حدود ۱۷ برابر رقم ذکر شده باشد. شکل (۹-۲) مناطقی را نمایش می دهد که در آنها پس مانده های نفتی (شکل سمت راست) و قطرات قیر (شکل سمت چپ) مشاهده شده است.



شکل (۳-۲) مناطقی که در آنها پس مانده های نفتی (سمت راست) و قیر (سمت چپ) مشاهده شده است

در ادامه تعدادی تصاویر جهت نشان دادن وسعت و اهمیت آلودگی نفتی در دریا ارایه می شود.

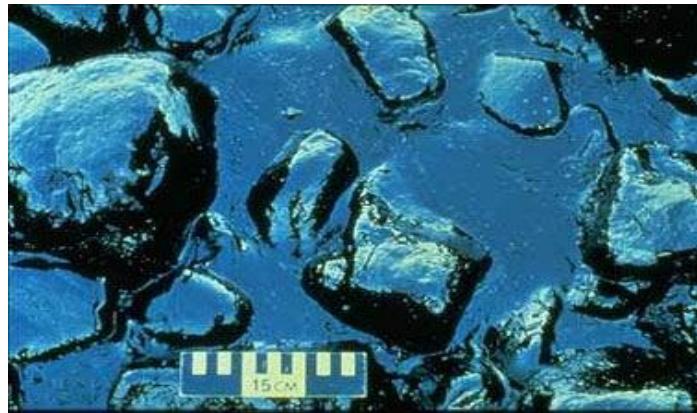
شکل های (۱۰-۲) الی (۱۳-۲) آلودگی نفتی را در مناطق مختلف نشان می دهد.



شکل (۴-۲) نمایی از کشتی، اسکیمیر و بومهای آن



شکل (۵-۲) نمایی از ارتفاع آلوده شده با نفت از روی ساحل



شکل (۶-۲) نمایی از نفت که مابین سنگها جمع شده است



شکل (۷-۲) نمایی دیگر از تجمع نفت مابین سنگها

### ۳-۲ انتشار نفت در ساحل انگلستان

این حادثه در شمال غربی فرانسه در تاریخ ۱۷ مارس ۱۹۷۸ به علت منهدم شدن تانکر بزرگ Amoco Cadiz اتفاق افتاد و در حدود ۶۲۲۸۲۰ مترمکعب (در حدود ۲۲۰۰۰ تن) نفت خام سیک در آب منتشر گردید. البته به جهت سبک بودن اکثر نفت خام به سرعت تبخیر شد و مقدار زیادی نیز به جهت موجهای بلند اطراف کشتی در ستون آب پراکنده شد. تصاویر (۱۴-۲) و (۱۵-۲) بیانگر این حادثه می‌باشد.



شکل (۸-۲) کشتی Amoco Cadiz در حال سوختن



شکل (۹-۲) نمایی دیگر از Amoco Cadiz در حال سوختن

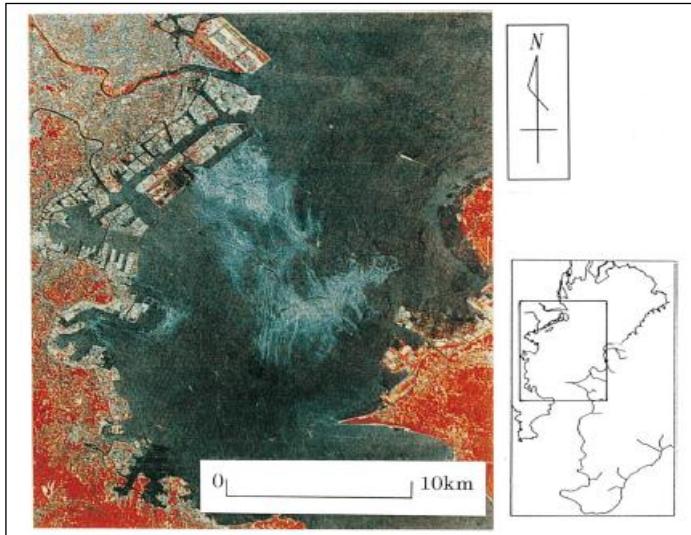
#### ۴-۲ انتشار نفت Ashland

این حادثه در ژانویه ۱۹۸۸ در رودخانه Marion (واقع در شهر Monongahela امریکا) رخ داد و حدود ۲۷۰۰ مترمکعب نفت دیزل (گازوئیل) در رودخانه منتشر گردید. نفت بعد از حدود یک روز به رود Ohio رسید و سپس وارد آبگیرهای منابع آب گردید و خسارات نسبتاً زیادی به بار آورد. این حادثه بزرگترین انتشار نفت درونی در امریکا می باشد.

#### ۵-۲ حوادث انتشار نفت در بندر توکیو

این حوادث در تاریخ ۲ ژانویه ۱۹۹۷ به حجم تقریبی ۵۰۰۰ مترمکعب و در ۲ جولای ۱۹۹۷ به حجم ۱۵۰۰ مترمکعب نفت خام سنگین نوع C روی داده است. خسارت ناشی از این حوادث در

حدود ۳۰۰ میلیون دلار تخمین زده شد که البته دلیل اصلی آن صدمات واردہ به ماهیگیران و محیط زیست بود. از طرف دیگر به دلیل شرایط آب و هوایی سختی که در زمستان حاکم بوده است، نمی توانستند به خوبی فرآیند پاسخ را پیش ببرند. عکس ماهواره ای که در ۳ جولای برداشته شده است در شکل (۱۶-۲) نشان داده شده است که در آن نفت منتشر شده بصورت بخش سفید رنگ نمایان می باشد.

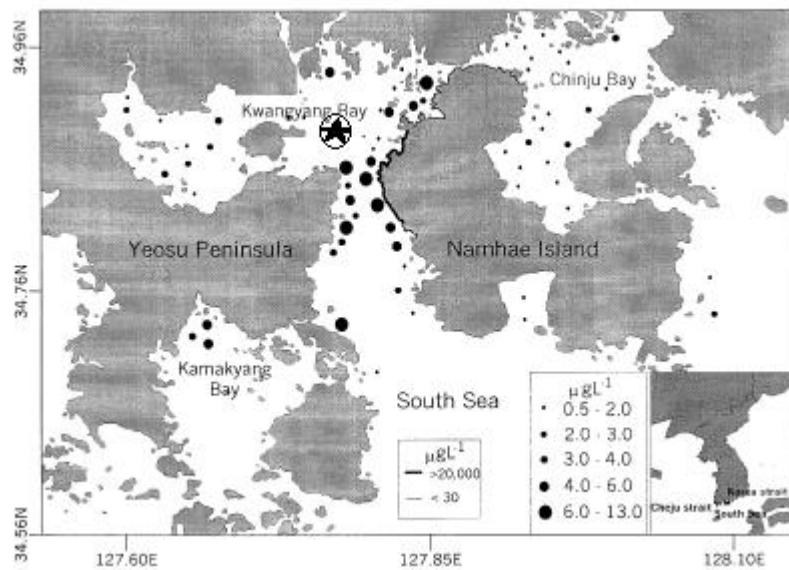


شکل (۱۰-۲) عکس ماهواره ای از بندر توکیو در سوم جولای ۱۹۹۷

## ۶-۲ حادثه انتشار نفت Keumdong گره

این حادثه در بندر Kwangyang گره در تاریخ ۲۷ سپتامبر ۱۹۹۳ به حجم تقریبی ۱۲۰۰ تن نفت خام نوع C رخ داده است. پس از این حادثه در حدود ۸۰۰ تن از نفت خام در سواحل جمع آوری شد و همچنین در حدود ۱۶۰ تن از آن در ستون آب پراکنده گردید.

محل انتشار نفت در شکل (۱۷-۲) با علامت ستاره مشخص شده است. همچنین توزیع غلظت نفت در خطوط ساحلی (بوسیله خطوطی با ضخامت مختلف) و رسوبات بستر (با دوایری با اقطار متفاوت) به تصویر کشیده شده است.



(۱۱-۲) توزیع غلظت نفت در خطوط ساحلی و رسوبات بستر بندر گره Kwangyang

## ۷-۲ حادثه انتشار نفت اریکا

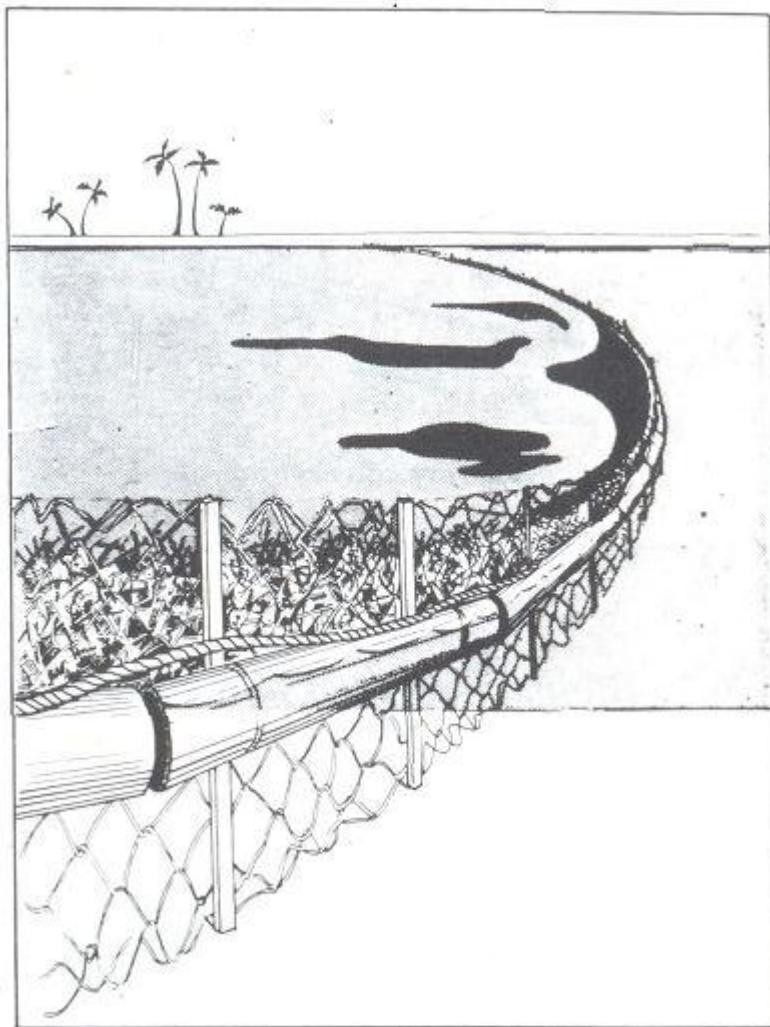
در حادثه آلودگی نفتی اریکا در دسامبر ۱۹۹۹ از سدهای مقابله کننده از جنس کاه، صدف‌های اویستر و سیمان پوزولانی برای پیشگیری از انتشار نفت استفاده شد. ارتفاع این سدها به گونه‌ای بود که تمام ارتفاع آب ورودی را شامل می‌شد و باعث جمع‌آوری و جلوگیری از آلودگی نفتی در محدوده وسیعی شد.

در حادثه آلودگی نفتی پرستیز در نوامبر سال ۲۰۰۲ حادثه به گل نشستن تانکر نفتی پرستیز باعث ایجاد دومین آلودگی بزرگ نفتی در فرانسه شد [۸]. بعد از آلودگی نفتی سواحل گالیسیا ورودی آب به داخل کanal و حوضچه‌ها مورد تهدید زیست محیطی قرار گرفت. جلوگیری از ورود آلودگی نفتی به کanal از سه لایه محافظت استفاده شد:

- ۱ لایه اول در دهانه کanal بود (با فاصله ۱۰ متر از ورودی‌ها) و از توری‌های با دریچه درشت (تقریباً ۵ سانتی متر) طراحی شده برای جمع‌آوری زائدات جامد شناور بر روی آب استفاده شد، تا از حفاظت مکانیکی لایه دوم اطمینان حاصل شود.
- ۲ پشت لایه اول از یک یا دو لایه توری‌های ریزتر برای جمع‌آوری لکه‌های نفتی و هدایت آن توسط جریان استفاده شد.

در لایه سوم آلودگی‌های نفتی بر روی صافی‌های ساخته شده از الیاف پلی پروپیلن با ضخامت حداقل ۱۰ سانتی متر نصب شده و در چارچوبی در دهانه کanal جمع‌آوری می‌شوند. در هر چارچوب

سه سطح تصفیه وجود داشت (دو سطح در کنار و یک سطح در جلو). در آنها می‌توان سه کشوی صافی را از بالای چارچوب قرار داد و یا برداشت این کشوها از سطوح فلزی مشبک ساخته شده‌اند و برای در نظر گرفتن احتمال آلودگی، الیافی در درون آنها قرار می‌گیرد [۲۸]. شکل (۱۲-۲) نمونه‌ای از محاصره نفت توسط بوم و توری و جاذب را نشان میدهد [۲۵].



شکل (۱۲-۲) محاصره نفت شناور توسط توری و جاذب [۲۵]

## ۸-۲ مطالعه موردی خط انتقال نفت دیلم

با اعلام ستاد حوادث غیرمترقبه استانداری بوشهر مبنی بر وقوع آلودگی نفتی در سواحل بندر دیلم، کارشناسان مقابله با آلودگی اداره کل بنادر و دریانوردی استان بوشهر از طریق خشکی و دریا به منطقه اعزام شدند که نتایج بازدید حاکی از نشت نفت از خط لوله انتقال در حد فاصل ۲۵ کیلومتری بندر دیلم و نشت مواد نفتی از طریق رودخانه فصلی به سمت دریا بود. در پی بارش باران در این

منطقه، مواد نفتی سرازیر شده به رودخانه سیلاب به دریا وارد گردیده و موجب آلودگی شدید دریا و ساحل منطقه شد. به دنبال این حادثه، حوضچه بندر دیلم با استفاده از تجهیزات اداره کل بنادر و دریانوردی استان بوشهر به صورت نسبی پاکسازی شد. سواحل بندر دیلم نیز با همکاری و هماهنگی کلیه ارگان‌های ذیربطری شامل استانداری بوشهر، اداره کل حفاظت محیط زیست، سازمانهای وابسته به وزارت نفت و اداره کل بنادر و دریانوردی استان بوشهر پاکسازی شد.

به منظور پایش و انجام عملیات مهار آلودگی و جمع‌آوری مواد نفتی از دریا، اقدامات زیر از سوی اداره کل بنادر و دریانوردی استان بوشهر صورت پذیرفت:

- اعزام بالگرد و واحدهای جستجو به منطقه یاد شده به منظور پایش منطقه و بررسی میزان آلودگی ایجاد شده

- تدوین طرح اجرایی نحوه انجام عملیات مهار و جمع‌آوری مواد نفتی از دریا و ساحل

- تشکیل تیم‌های مقابله با آلودگی و اعزام تیم‌های یاد شده به همراه تجهیزات مربوطه به منطقه

- اعزام یدک کش، بارج، مولتی‌کت به همراه بوم‌های اقیانوسی، ساحلی و رودخانه‌ای، اسکیمر، پاورپک و سایر تجهیزات جانبی به منطقه آلودگی

تصاویر سانحه که از سایت سازمان بنادر و دریانوردی استخراج شده با ذکر منبع در زیر ارایه شده است.



آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم

عکس: امین کل افshan

شکل (۲-۱۳) آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]



آلودگی گستردگی نفتی در سواحل بندر دیلم

عکس: امین گل افشار

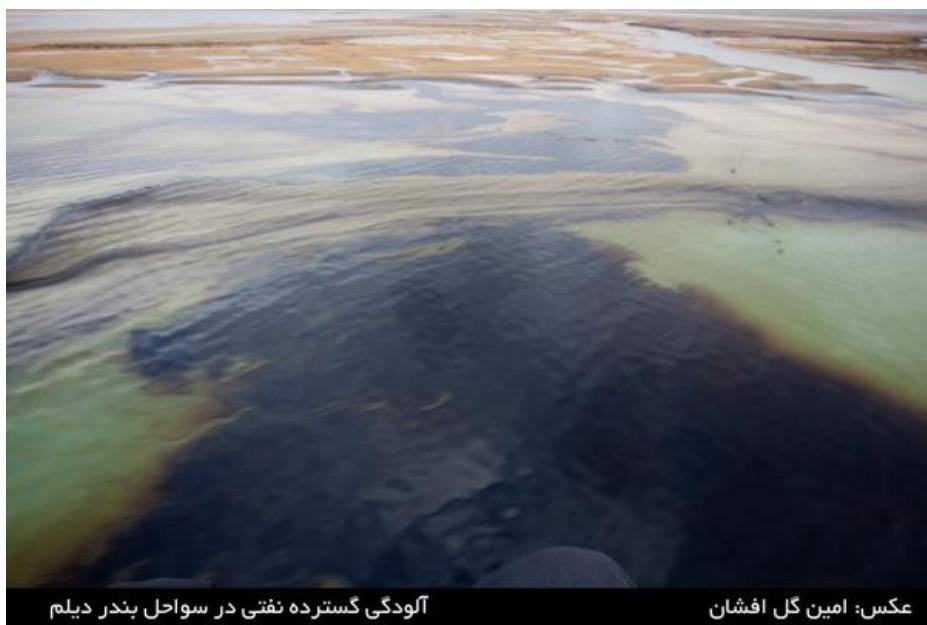
شکل (۱۴-۲) آلودگی گستردگی نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]



آلودگی گستردگی نفتی در سواحل بندر دیلم

عکس: امین گل افشار

شکل (۱۵-۲) آلودگی گستردگی نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]



آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم

عکس: امین گل افشار

شکل (۱۶-۲) آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]



آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم

عکس: امین گل افشار

شکل (۱۷-۲) آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]



آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم

عکس: امین گل افشار

شکل (۱۸-۲) آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]



آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم

عکس: امین گل افشار

شکل (۱۹-۲) آلودگی گسترده نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]



آلودگی گستردۀ نفتی در سواحل بندر دیلم

عکس: امین گل افشاران

شکل (۲۰-۲) آلودگی گستردۀ نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]



آلودگی گستردۀ نفتی در سواحل بندر دیلم

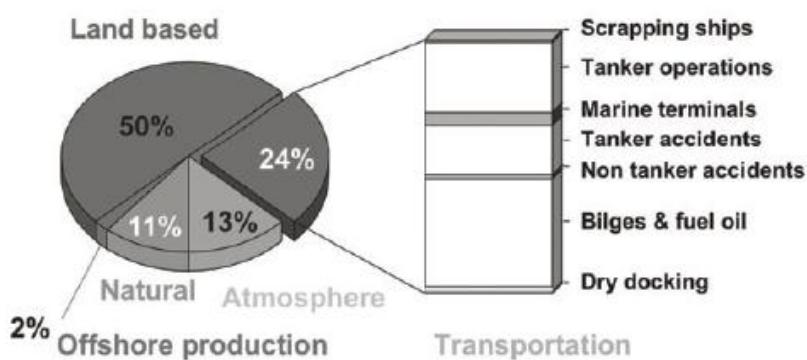
عکس: امین گل افشاران

شکل (۲۱-۲) آلودگی گستردۀ نفتی در سواحل بندر دیلم [۲۳]

## فصل سوم: مواد و روشها

### ۱-۳ نفت ورودی به ساحل

میزان کل سالیانه نفت وارد شونده به محیط های دریایی حدود ۲/۳۵ میلیون تن در سال تخمین زده شده است. لکه های نفتی ناشی از فعالیت های دریایی یک بخش اصل از آلودگی دریایی می باشند. بنابر آمارهای منتشر شده توسط کارگروهارزیابی محموله مواد خطرناک و مضر کشتی هاورد آلودگی نفتی به محیط دریایی شامل ۰.۵٪ ( ۱/۱۷۵ میلیون تن در سال) از منابع مستقر در خشکی، ۰.۱۳٪ از آلودگی هوا، ۰.۲٪ از منابع طبیعی، ۰.۲۵٪ ( ۵۶۰۰۰۰ تن) از حمل و نقل دریایی میباشد. شکل(۱-۵) را بینید [۲۱].

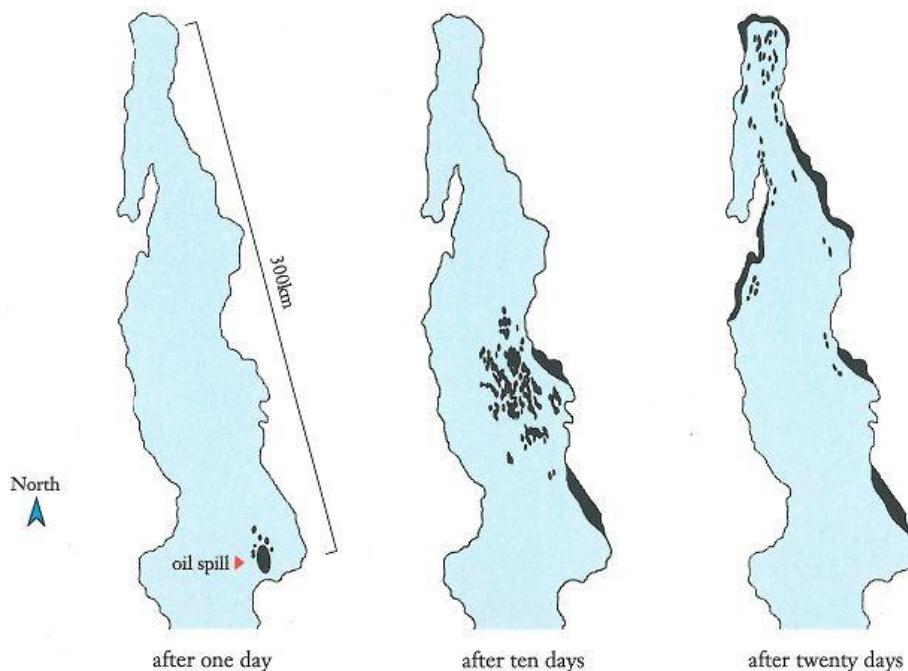


شکل (۱-۳) درصد منابع آلودگی نفتی به محیط دریایی [۲۷]

از ۰.۲۴٪ نفت ورودی به محیط زیست دریایی ناشی از کشتیرانی، سه بخش اصلی آن ناشی از آب خن، نفت سوخت، عملیات تانکرها و حوادث تانکرها می باشد. سایر علل مانند عملیات در پایانه ها، بازیافت کشتی ها، حوادث کشتی های غیر تانکر و حوضچه شناورها در خشکی نسبتاً اندک می باشند [۲۱]. لکه نفتی در ابتدا روی سطح آب پخش می شود و توقف این عمل ۱۰ روز طول می کشد. نفت های لزج آرامتر از نفت با لزجت پایین پخش می شوند. پس از مدتی نفت پخش شده به باریکه های نفتی موازی با جریان باد تبدیل می شود. عملیات جمع آوری و پاکسازی لکه نفتی باید حداقل تا ۱۲ ساعت پس از انتشار نفت آغاز گردد و گرنه نمی توان باریکه ها را به طور مؤثر پاکسازی کرد [۲۵]. ۰.۵٪ بنزین و نفت سبک که محتويات با دمای جوش پایین نفت خام هستند، ظرف چند ساعت تبخیر می شوند. تبخیر به نوع نفت پخش شده (مقدار محتويات سنگین) و مقدار نفت پخش شده بستگی دارد. هم چنین دمای محیط و شرایط آب و هوایی و سرعت باد بر سرعت تبخیر تأثیر می گذارند. تشکیل امولسیون آب و نفت برای نفت با لزجت پایین ظرف چند ساعت و برای نفت های

سنگین چند روز (بین ۳ تا ۵ روز) طول می‌کشد. امولسیون در آبهای راکد با انرژی کم شکل نمی‌گیرد. امولسیون در صورت بی حرکت ماندن سنگین تر و سفت تر و کار با آن سخت تر می‌شود. ولی آب و هوای گرم به شکستن امولسیون کمک شایانی می‌کند [۲۵].

در نواحی ساحلی جریان‌های سطحی باد نفت را به ساحل می‌آورد و بسته به مشخصات رسوب، شبی پروفیل خط ساحلی، و انرژی امواج نفت ممکن است در لایه‌های زیر رسوبات ساحل دفن شود. فرسایش و آب شستگی ساحل نفتی اجازه می‌دهد نفت وارد نواحی زیر موجی کم عمق شود [۲۵]. شکل (۲-۵) یک نمونه از نحوه حرکت و انتشار لکه نفتی را که تا سواحل بریتانیا کشیده شده نشان می‌دهد. نکته حائز اهمیت تغییر شکل لکه در طول زمان است [۳۴].



شکل (۲-۳) نحوه انتشار لکه نفتی تا رسیدن به سواحل [۳۴]

حرکت لکه نفتی توسط باد، امواج و جریانات انجام می‌گیرد. لکه معمولاً با سرعت بین ۲ تا ۵ درصد سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متر از سطح دریا حرکت می‌کند. معمولاً در آبهای آزاد از ۳٪ سرعت باد برای تخمین سرعت موج استفاده می‌شود. اینقدر با تقریب خوبی در دریای عمان و خلیج فارس قابل استفاده است [۲۵].

از فرمول زیر برای تعیین سرعت حرکت لکه نفتی ایجاد شده در دریا و در نتیجه با توجه به مسیر جریانات زمان لازم برای رسیدن آلودگی نفتی به ساحل استفاده می‌شود. با توجه به زمان به

دست آمده می‌توان مبني بر ايزوله کردن ساحل با بوم يا دیگر تکنيکهای پاکسازی سواحل تصميم گیری نمود [۲۵].

$$\vec{V}_{oil} = \vec{V}_{current} + \vec{V}_{wind} \times \mathbf{Q}$$

$\vec{V}_{oil}$ =سرعت حرکت نفت  
 $\vec{V}_{current}$ =سرعت آب دریا  
 $\vec{V}_{wind}$ =سرعت باد در ازتفاع ۱۰ متری سطح دریا

$\mathbf{Q}$ =ضریب تجربی که در آبهای جنوبی ایران مقدار  $0/03$  در نظر گرفته می‌شود.

زیست گیاهی و جانوری در صورت نزدیک شدن لکه از دریا به ساحل به دلیل محاصره شدن موجودات در میان آلودگی در معرض تهدید قرار می‌گیرد. بیشترین تهدید متوجه پستانداران و پرندگانی است که به دریا شیرجه می‌زنند [۲۵].

### ۲-۳ پاکسازی خطوط ساحلی

#### ۱-۲-۳ مراحل و عوامل تأثیرگذار در پاکسازی سواحل

علیرغم تمام تمهیدات به کار گرفته شده، همواره مقداری نفت به خطوط ساحلی می‌رسد، که همین امر منجر به آلودگی خطوط ساحلی شده و عملیات پاکسازی را الزامی می‌سازد تا بتوان ساحل را به حالت طبیعی خود بازگرداند تا ارزش اقتصادی - اجتماعی ناحیه حفظ شود [۲۵].

تصمیم مبني بر پاکسازی یا عدم پاکسازی خط ساحلی آلوده شده به عوامل زیر بستگی دارد:

۱ میزان تأثیر نفت آلوده کننده ساحل بر محیط زیست

۲ میزان تأثیر نفت آلوده کننده ساحل بر فعالیت‌های اقتصادی

۳- امکان آلودگی مجدد بخش دیگری از خطوط ساحلی

۴- امکان عملیات پاکسازی

انتخاب بهترین روش و تجهیزات مناسب از میان گزینه‌های موجود با توجه به عوامل زیرانجام

می‌گیرد:

۱- ماهیت ، مقدار و نحوه پخش نفت در ساحل

۲- نوع خط ساحلی

۳- جزر و مد

#### ۴- شرایط هواشناسی

۵- قابلیت دسترسی تجهیزات سنگین به مناطق آلوده

۶- پرسنل و تجهیزات موجود در محل

۷- میزان تأثیرگذاری تجهیزات

۸- تأثیر عملیات پاکسازی بر روی محیط زیست

۹- امکانات حمل و نقل، ذخیره سازی و تسهیلات مرتبط محلی

۱۰- هزینه‌ها

۱۱- سیاست کلی

۱۲- موقعیت زمانی در سال

فناوری به کار رفته می‌تواند از پاکسازی دستی تا استفاده از تجهیزات تخصصی پاکسازی متغیر باشد. معمولاً از روش‌های مختلفی جهت پیشرفت پاکسازی استفاده می‌شود [۲۵]. تأخیر در شروع عملیات پاکسازی می‌تواند منجر به اختلاط نفت با ماسه و چسبیدن آن به سنگ‌ها و پوشش گیاهی شود. آلاینده می‌تواند گسترش یافته و در مواد متشکله ساحل نفوذ کند و متعاقباً مشکلات و هزینه‌های پاکسازی را افزایش دهد [۲۵]. پاکسازی خطوط ساحلی در دو مرحله انجام می‌گیرد:

- ۱- فاز اول عبارتست از حذف نفت شناور روی آب یا نفت موجود بر روی خشکی به منظور اجتناب از آلودگی بیشتر.
- ۲- فاز دوم حذف آثار نهایی نفت و لکه‌های نفتی است.

#### ۲-۲-۳ فاز اول پاکسازی

جمع‌آوری نفت ساحلی شامل استفاده از پمپ، حذف مکانیکی یا دستی نفت و یا استفاده از تجهیزات تخصصی جمع‌آوری نفت است [۲۵].

##### ۱-۲-۳ استفاده از پمپ

جمع‌آوری نفت مایع با پمپ آسانترین روش جمع‌آوری نفت است. پمپ خلاء کارآمدترین وسیله جهت پمپاز نفت می‌باشد. زیرا آلاینده که عموماً شامل ماسه و مازاد نفتی نیز است نباید با مکانیزم پمپ در تماس باشد. کامیون‌های خلاء کشاورزی یا صنعتی برای پمپاز نفت از آب آزاد یا حوضچه‌های آلوده به دلیل دسترسی آسان به سواحل به کار می‌روند. کارایی این تجهیزات را می‌توان با اتصال خرطوم مکش سرپهن به شلنگ افزایش داد تا بتوان لایه‌های نازک نفت را نیز جمع‌آوری کرد. وسائل

قابل حمل دیگر نیز برای جمع‌آوری نفت با تکنولوژی خلاء هم اکنون در بازار موجودند. می‌توان برای استفاده تخصصی در صورت بروز آلودگی نفتی در سواحل آنها را تهیه و در انبارهای محلی ذخیره کرد. در صورتی که انواع دیگر پمپ قابلیت تحمل بالایی نسبت به مواد جامد داشته باشند می‌توانند به جای پمپ خلا مورد استفاده قرار بگیرند. سرعت کار با این وسایل از ۱۵ تا ۱۰۰ متر مکعب در روز تغییر می‌کند [۲۵].

عمده‌ترین مشکل استفاده از پمپاز حباب هوای داخل شلنگ‌ها است که به همراه جریان داخل شلنگ‌ها و در کنار آب وارد مخزن شده و کارایی پمپ را به شدت کاهش می‌دهند. تا جای ممکن (مگر با نفت بسیار لرج) باید از ورود هوا اجتناب شود. استفاده از کامیون‌های مجهز به پمپ تنها در سواحلی مجاز است که تحمل وزن کامیون را داشته باشند. مواد مکیده شده را می‌توان متناوباً در گودال‌های حفر شده در ساحل تخلیه کرد [۲۵].



شكل(۳-۳) پمپاز نفت شناور [۲۵]

#### ۲-۲-۲-۳ استفاده از ماشین آلات

بسته به شرایط محلی می‌توان از ماشین‌آلات راهسازی مختلفی مانند گریدر، بولدوزر، اسکریپر و لودر استفاده کرد. در سواحل بزرگ این ماشین‌آلات می‌توانند تا ۲۵۰ متر مکعب در روز نفت و ماسه را حمل کنند. تنها مشکل استفاده از ماشین‌آلات عمرانی محدودیت پاکسازی آنهاست. معمولاً ۱٪ تا ۰.۵٪ مخلوط نفت و ماسه به این روش پاکسازی می‌شوند. از سوی دیگر کاربرد ماشین‌آلات سنگین

خودمی‌تواند منجر به اختلاط بیشتر نفت در ساحل شود. در نهایت باید اهتمام ویژه‌ای برای جلوگیری از فرسایش ساحل در اثر استفاده از ماشین‌آلات انجام پذیرد [۲۵].

استفاده از این روش در مناطق حساس ساحلی مطلقاً پیشنهاد نمی‌شود. تنها مورد بهره‌گیری از ماشین‌آلات در صورت بروز آلودگی سنگین (بزرگتر از ۱۰۰۰۰ بشکه) در سواحل است. مصالح نفتی توسط گریدر به خط الرأس‌های موازی خطوط ساحلی کشیده شده و این کار از قسمت فوقانی ساحل به سمت پایین انجام می‌گیرد. مصالح جمع شده سپس توسط لودر و یا بیل مکانیکی جمع می‌شوند. ماشین‌آلات سنگین نباید از مناطق پاکسازی شده بیش از اندازه لازم عبور کند تا مانع مخلوط شدن بیشتر نفت با ماسه شود. ابزار آلات تخصصی مختلفی جهت جمع‌آوری نفت مخلوط شده یا شناور وجود دارند که اصول کلی استفاده از آنها بدین شرح است:

- ۱ چسبندگی: نفت با یک سطح گردون جمع‌آوری می‌شود.
- ۲ تیغه اندازی: لایه سطحی نفت ساحل با یک تیغه برداشته می‌شود.
- ۳ کندن: یک تسمه بالابر نفت را از ساحل یا آب جدا کرده و بالا می‌کشد.

جداسازی مصالح جمع‌آوری شده یا از طریق سرند (گوی‌های رسوب / قیر) و یا از طریق گرانش (نفت / آب) انجام می‌گیرد. این ابزار می‌تواند به طور کارآمدی با نفت لزج و تازه در سواحل ماسه‌ای مقابله کند.

انتخاب روش دقیق مورد استفاده به تجهیزات موجود بستگی دارد. اما عملیات معمولاً در کنار نفت موازی خط موج از قسمت پاک ساحل آغاز می‌شود. نفت جمع‌آوری شده یا مستقیماً توسط وسیله نقلیه به حاشیه منطقه حمل می‌شود و یا داخل یک مخزن موقت جمع‌آوری می‌گردد [۲۵].

### ۳-۲-۳ حذف دستی مصالح نفتی

جمع‌آوری دستی گستره اعمال وسیعی دارد و می‌تواند در هر نوع خط ساحلی به کار رود. ولی به طور اخص مناسب مناطق حساس و غیر قابل دسترس می‌باشد. این گزینه نسبت به فناوری‌های شامل ماشین‌آلات سنگین عملی تر است، ولی سرعت کار به این روش پایین تر می‌باشد (تا ۲ متر مکعب در هر روز به ازای هر نفر). تغییر پروفیل ساحل پاکسازی شده با روش‌های دستی بسیار کمتر خواهد بود، زیرا اختلاط فیزیکی کمتری در محیط شکل می‌گیرد [۲۵]. مصالح نفتی با این روش توسط شن کش، بیل و ریسه بسته به نوع و فرم آلودگی جمع‌آوری می‌شود. سپس این مصالح یا با استفاده از وسایل نقلیه و یا به صورت دستی با فرغون و با بسته‌های پلاستیکی حمل می‌شوند. در صورت حمل دستی بسته‌ها یا سطل‌ها وزن محموله نباید از حد مجازی بیشتر باشد [۲۵].



[۲۵] پاکسازی دستی (۳-۴)

#### ۴-۲-۲-۴ شستشو در محدوده کنار دریا

از این روش می‌توان برای تمیز کردن تخته سنگ‌ها، قلوه سنگ‌ها، سنگریزه‌ها و شن با آلدگی سیک (کمتر از ۱۰۰۰ بشکه) استفاده کرد. این روش به ویژه برای زمان‌های پیش و در حین طوفان و ناآرام بودن دریا پیشنهاد می‌شود. مصالح آلدگی به داخل آب دریا فرو برده می‌شوند تا تماس یا سایش آب امواج دریا نفت را بزداید. مصالح نهایتاً با حرکت امواج و جزر و مد دریا به ساحل بازگردانده می‌شوند. اما این روش می‌تواند منجر به تغییر در پروفیل ساحل شود [۲۵]. در پاکسازی به این روش نیز می‌توان از ماشین‌آلات سنگین استفاده کرد. یعنی گریدر مصالح آلدگی را مستقیماً به کنار دریا هدایت می‌کند، سپس بازگشته و به شکلی مسیر دوم را می‌پیماید که با مسیر اول هم‌پوشانی داشته باشد [۲۵].

#### ۴-۲-۲-۵ پاکسازی طبیعی

در شرایط خاصی تنها گزینه عملی این است که نفت آغشته به مصالح را به حال خود رها کرد تا به طور طبیعی تجزیه شود. این کار را می‌توان در مناطقی با حساسیت اکولوژیک بسیار بالا که هر گونه عملیات پاکسازی خود موجب خسارت بیشتر از نفت باشد توجیه کرد. هم چنین این روش در مناطقی با اهمیت اقتصادی و زیست محیطی پایین که پاکسازی طبیعی سریع‌تر انجام می‌گیرد عمل به نظر می‌رسد. نهایتاً نفت را می‌توان در سواحلی که دسترسی به منطقه آلوده در آنها مشکل باشد، رها کرد تا به طور طبیعی تجزیه شود [۲۵].

پیشنهاد می‌شود عملیات پایش به منظور محاسبه نرخ تجزیه طبیعی به طور مرتب انجام پذیرد.

نصب هشدارهایی برای اطلاع عموم از وجود آلودگی نفتی الزامی است [۲۵].

### ۳-۲-۳ فاز دوم پاکسازی (مرحله نهایی)

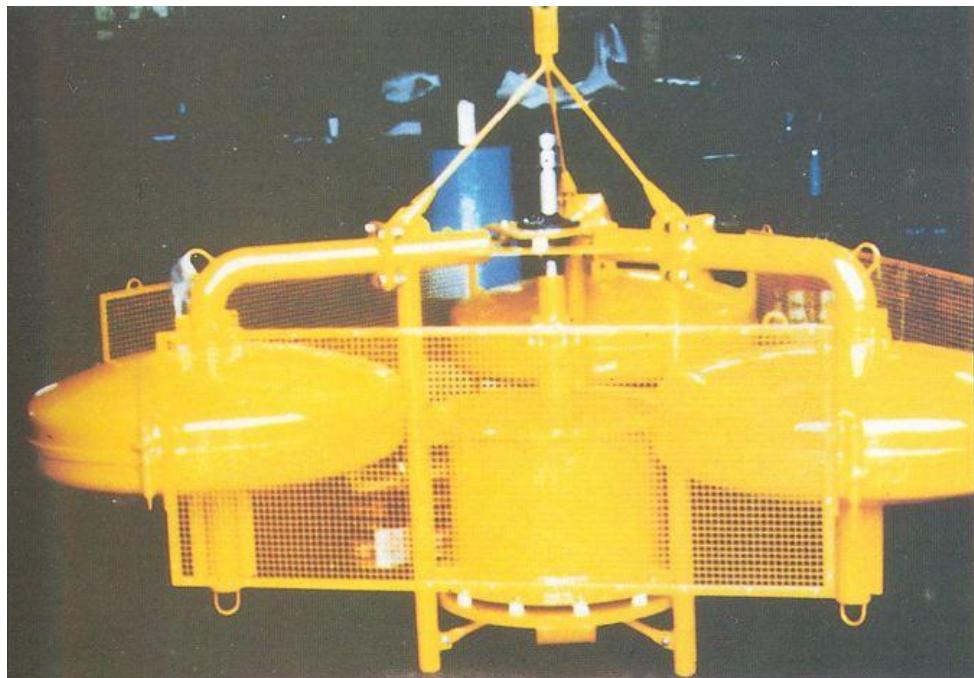
#### ۱-۳-۲-۳ ماشین‌آلات پاکسازی ساحل

ماشین‌های پاک کننده ساحلی به ویژه برای تمیز کردن سواحل تفریحی آلوده با زباله و نخاله جامد طراحی شده‌اند. این ماشین‌ها هم چنین برای جمع کردن نفت جامد به شکل گلوله‌های قیری مناسب اند. این تجهیزات می‌توانند به صورت خودکار کار کنند و یا توسط تراکتور کشیده شوند. اساسی‌ترین اصل عملکرد آنها حذف لایه فوقانی ساحل آلوده و متعاقباً جداسازی آلاینده از ماسه با غربال کردن است [۲۵]. ماشین‌آلات پاک کننده ساحل عموماً با سرعت ۳ تا ۱۰ کیلومتر در ساعت کار می‌کنند که متناظر با منطقه‌ای به مساحت ۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ متر مربع در ساعت است. نحوه عملکرد این ماشین‌آلات باید به طریقی مشابه ماشین‌آلات عمرانی و تجهیزات تخصصی گردآوری کننده باشد، یعنی عملیات از سمت بالای ساحل آلوده به سمت آب دریا انجام گیرد [۲۵].

#### ۲-۳-۲-۳ شستشو با فشار پایین

غرقاب کردن ساحل با آب دریا می‌تواند برای شستن نفت مایع در هر نوع ساحل انجام گیرد. در صورتی که اقشار زیرین به طور قابل ملاحظه‌ای آلوده نشده باشند، از این روش می‌توان در برخی نواحی حساس استفاده کرد. از آنجا که نفت جابجا شده می‌تواند قسمت دیگری از خط ساحلی را آلوده کند، باید توسط بوم‌ها جمع‌آوری و یا با کانال‌هایی به گودال‌های جمع‌آوری هدایت شود تا با اسکیمر، پمپ یا واحدهای خلاء تخلیه شود. از آنجا که پاشیدن آب با فشار بالا می‌تواند موجب نفوذ نفت به داخل مصالح ساحلی شده و به پوشش گیاهی و جانوری آسیب برساند از فشار پایین برای غرقاب کردن ساحل استفاده می‌شود. شستشو از نقطه با بالاترین آلودگی شروع شده و به سمت لبه

آب ادامه می‌یابد. کارایی این روش را می‌توان با حفر ترانشهای کم عمق (سطحی) موازی به منظور جمع‌آوری نفت و آب افزایش داد [۲۵].



شکل(۳-۵) یک نمونه اسکیمیر [۲۵]

### ۳-۳-۲-۳ شستشو با آب گرم فشار بالا

استفاده از جت آب گرم با فشار بالا به منظور حذف نفت هوا دیده از سطوح سخت مناسب است. تجهیزات مناسب آب بین ۶۰ تا ۹۵ درجه سانتیگراد را بین فشارهای ۸۰ تا ۱۵۰ bar تخلیه می‌کنند [۲۵]. استفاده از آب دریا پیشنهاد نمی‌شود و یک مخزن آب شیرین لازم خواهد بود. از برخی تجهیزات نیز برای انتقال بخار ۱۵۰ درجه سانتیگراد با فشار ۲۰ bar استفاده می‌شود. ولی تجربه نشان می‌دهد پاکسازی با بخار آب به کارآمدی آب گرم نیست. شستشو با فشار بالا باید فقط در سطوح سخت مانند سواحل سنگی و تخته سنگ‌ها و سازه‌های ساخته شده توسط انسان اعمال شود. این روش در نفت بسیار هوادیده تأثیر کمتری دارد [۲۵].

شستشو را باید از قسمت فوقانی - سطحی که باید تمیز شود- شروع و به سمت پایین ادامه داد. از خاکریزها، ترانشهایا یا بوم‌ها باید برای جمع کردن مخلوط آب و نفت استفاده کرد. این روش بیشتر زیگان دریایی روی سطح آب را از بین می‌برد [۲۵].

### ۴-۳-۲ ماسه پاشی و شن پاشی

این روش در مناطق سخت و هموار مانندسازهای مصنوعی بسیار کارآمد است، ولی نفت جابجا شده ماسه و مصالح سطحی باید جمعآوری شود. روی یک سطح سنگی گرداوری پسماند بسیار مشکل است. ریسک سیلیکوزیس در این روش بالاست و در برخی کشورها استفاده از ماسه ممنوع است. در کشور ما هنوز قانونی مبنی بر ممنوعیت استفاده از این روش تدوین نشده است [۲۵]. پاکسازی باید از قسمت بالا به پایین انجام گیرد. افراد استفاده کننده از این تجهیزات یا در آن حوالی باید محافظت شوند و اپراتورها آموزش کافی دیده باشند تا از خسارت زدن به سازه‌های مصنوعی پرهیز شود. مصالح زدوده شده می‌تواند از ساحل به صورت دستی یا با وسایل مکانیکی جمعآوری شود [۲۵].



شکل(۳-۶) ماسه پاشی سواحل [۲۵]

### ۳-۳ تصفیه شیمیایی و مکانیکی

#### ۱-۳-۳ مقایسه پراکنده سازها و پاک کننده ها

از برخی مواد شیمیایی مانند کورکسیت ۹۵۸۰ می‌توان برای آسان‌تر کردن جداسازی نفت از سواحل به ویژه در زمان شستشو استفاده کرد. دو نوع متداول مواد تصفیه کننده پراکنده سازها و مواد شستشوی سطحی هستند. این دو مکانیزم با یکدیگر تفاوت اساسی دارند. پراکنده سازی حذف نفت را

سخت تر می‌کند در صورتی که ماده شستشوگر (دترجنت) این عمل را آسان تر می‌سازد. یعنی یک ماده پراکنده ساز خوب شستشو را سخت تر می‌کند و برعکس. توضیحات بیشتر در مورد پراکنده سازها متعاقباً آورده می‌شود. مواد شستشوگر نفت را از سطح جدا می‌کنند. این مواد کشش سطحی نفت را طوری تغییر می‌دهند که نفت از مصالح زیرین کنده شود. پاک کننده‌های دیگر ساحل از حلالی برای تغییر لزجت نفت استفاده می‌کنند. نفت توسط امواج کنده شده و دور می‌شود و پس از جمع‌آوری این مواد را جدا می‌کنیم. مواد شستشوگر ساحل برای نفتهاي سنگين و متوسط کارامد بوده و مناسب نفت سبک نیستند. هر چند از آنها برای تمام انواع نفت به منظور پیش تصفیه سواحل برای اجتناب از پخش شدن نفت می‌توان استفاده کرد. دسته دیگر مواد شیمیایی نفت را به حالت جامد تبدیل می‌کنند تا علاوه بر جلوگیری از پخش آنها جمع‌آوری و انتقال نفت نیز آسان باشد. این مواد مناسب نفتهاي سبک و متوسط هستند. از این مواد نمی‌توان بر روی سواحل با ذرات متسلکه درشت نظیر قلوه سنگ و سنگ ریزه استفاده کرد، زیرا نفت به لایه‌های زیرین نفوذ کرده و تصفیه آن سخت تر می‌شود. با توجه به توضیحات ایراد شده، نوع نفت جنوب ایران و نوع سواحل، استفاده از پراکنده‌سازها مناسب تر است.<sup>[۳۴]</sup>

### ۲-۳-۳ استفاده از پراکنده سازها

در برخی کشورها من جمله ایران استفاده از پراکنده‌سازها در سواحل برای تسهیل پاکسازی نهایی بلامانع است. لزجت نفت، کارایی پراکنده سازها را محدود می‌کند. علاوه بر این ملاحظات زیست محیطی، تا حد قابل توجهی استفاده از پراکنده سازهارا در مناطق حساس مانند نمکزارها، مانگروها (شاه پسندها)، مناطق مرجانی، خورها و غیره محدود می‌کند. از این روش در نزدیکی مدخل دریاها یا محل‌هایی که نفت می‌تواند به لایه‌های زیری کشیده شود (مناطق سنگی و سنگریزهای) نمی‌توان استفاده کرد. پراکنده سازها را می‌توان به صورت رقیق نشده از مخازن فردی یا تجهیزات تخصصی روی ساحل آلوده پاشید. در برخی کشورها از هواپیما استفاده می‌شود. نفت پس از تماس با پراکنده سازها یا توسط آب دریا پراکنده می‌شود و یا تا زمان جزر و مد باقی می‌ماند. به دلیل تهدید سلامتی افراد در این روش استفاده از تجهیزات حفاظتی شخصی توسط اپراتورها در زمان به کارگیری پراکنده سازها الزامی است. از پراکنده سازها بیشتر در زمان وقوع لکه نفتی بر روی آب دریا استفاده می‌شود تا نفت جریان یافته روی خشکی.<sup>[۲۵]</sup>

پراکنده و پخش شدن نفت، روندی است که طی آن لکه نفتی به قطرات کوچکتری شکسته شده و به طور طبیعی با اغتشاشات آب و امواج یکپارچگی خود را از دست می‌دهند. پراکنده سازهای

شیمیایی این روند را تسریع می‌کنند. به بیان دیگر به آن دسته از مواد شیمیایی که رفتار فیزیکی نفت را تغییر داده، لکه را از حالت یکپارچه خارج کرده و بدین ترتیب اجازه نفوذ آب به داخل لکه نفتی را می‌دهند، پراکنده ساز گویند. طی این روند، کشش سطحی نفت کاهش می‌یابد و لذا تجزیه و اضمحل نفت تسریع پیدا می‌کند [۲۵].

پراکنده سازها به علت انتخاب ترکیب شیمیایی نامناسب و روش‌های بکارگیری غلط در ابتدا خود به عنوان تهدیدی برای محیط زیست شناخته شده‌اند ولی با انجام تحقیقات بیشتر و تجربه کافی هم اکنون از موادی با این عنوان استفاده می‌شود که سمیت قابل توجهی برای محیط به وجود نمی‌آورند. در مناطق با قدرت رقیق سازی بالا و توان شویش کافی استفاده از این مواد پیشنهاد می‌شود. بر عکس در نواحی آرامتر بهتر است از روش‌های دیگر برای مقابله با آلودگی نفتی استفاده کرد. در خلیج‌های کوچک، بنادر بسته، مرداب‌ها و به ویژه در مناطق با حساسیت زیست محیطی بالا که آب حالت محدود شده دارد، استفاده از این مواد محدودیت بالایی دارد. تصمیم گیری برای استفاده از پراکنده سازها با توجه به جهت باد، در نظر گرفتن مناطق زیست محیطی با حساسیت زیاد و خیلی زیاد (جدول ۱-۱ را ببینید) انجام می‌گیرد [۲۵].

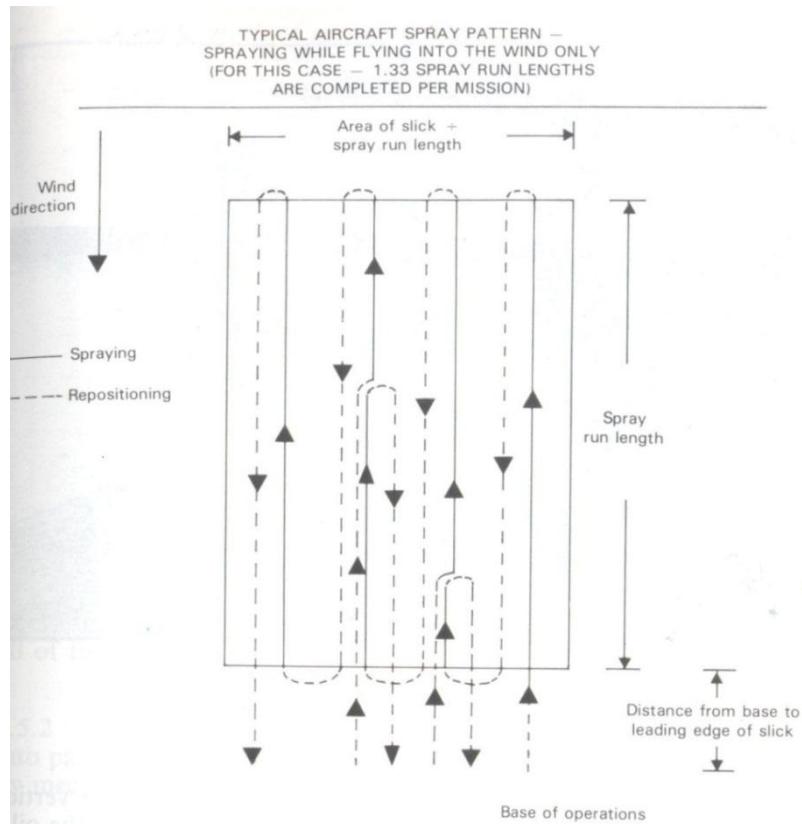
در مورد لکه نفتی پخش شده بر روی دریاهای آزاد که سواحل و آبهای کشورهای مختلف را تهدید می‌کند قوانین مدون بین‌المللی وجود دارد. کنوانسیون مارپول و مستندات اجلاس راپمی از این دست اند. در متن حاضر به جزئیات این قوانین اشاره‌ای نمی‌شود. تنها باید ذکر کرد که اگر لکه نفتی در حوزه‌ای مشترک بین چند کشور رخ دهد توافق بین طرفین برای اخذ مجوز از طرف دیگر در مورد استفاده از پراکنده‌سازها طبق قوانین بین‌الملل الزامی است. زیرا در برخی کشورها استفاده از پراکنده سازها محدودیت قانونی دارد. ترکیب شیمیایی و خصوصیات فیزیکی نفت پس از هوادیدگی و قرار گرفتن در معرض نور خورشید در دمای متعارف استان‌های جنوبی ایران تغییر می‌کند. هدف استفاده از پراکنده سازها کم کردن لزجت آلودگی نفتی است. لذا استفاده از مواد پراکنده ساز می‌باشد پیش از هوادیدگی نفت انجام گیرد. اصولاً برخی از منابع گزارش کرده‌اند، که نفت خام و نفت‌های سنگین نسبت به پراکنده سازها واکنشی ملموس نشان نمی‌دهند. در نتیجه بهتر است از ماده پراکنده ساز جهت پراکنده کردن نفتی که لزجتش از ۲۰۰۰ mpaS است، پیش از هوادیدگی نفت (حتی‌الامکان تا ۱۲ ساعت پس از انتشار لکه نفتی) و جاییکه لکه نفت به سمت محیط زیست حساس در حرکت باشد، استفاده کرد. پراکنده سازها نفت سطحی را در ستون آب پخش می‌کنند لذا زمانی می‌توان از پراکنده سازها استفاده کرد، که آلودگی نفتی در عمق، کم خطرتر از سطح آب باشد. در صورت نزدیکی نفت به آب شیرین کن یا مصب استفاده از پراکنده سازها معمولاً توصیه نمی‌شود.

وجود انرژی محیطی کافی مثل نیروی باد، امواج و جریانات، تأثیر گذاری پراکنده سازها را تا حد قابل توجهی افزایش می‌دهد دو نوع شناخته شده پراکنده سازها عبارتند از :

- ۱ پراکنده سازهای متعارف: حاوی مخلوط امولسیون سازکه به طور رقیق نشده استفاده می‌شوند.
- ۲ پراکنده سازهای غلیظ: مخلوطی شامل امولسیون سازها، حلالها و عوامل ترکننده که معمولاً از طریق هوایی پخش می‌شوند.

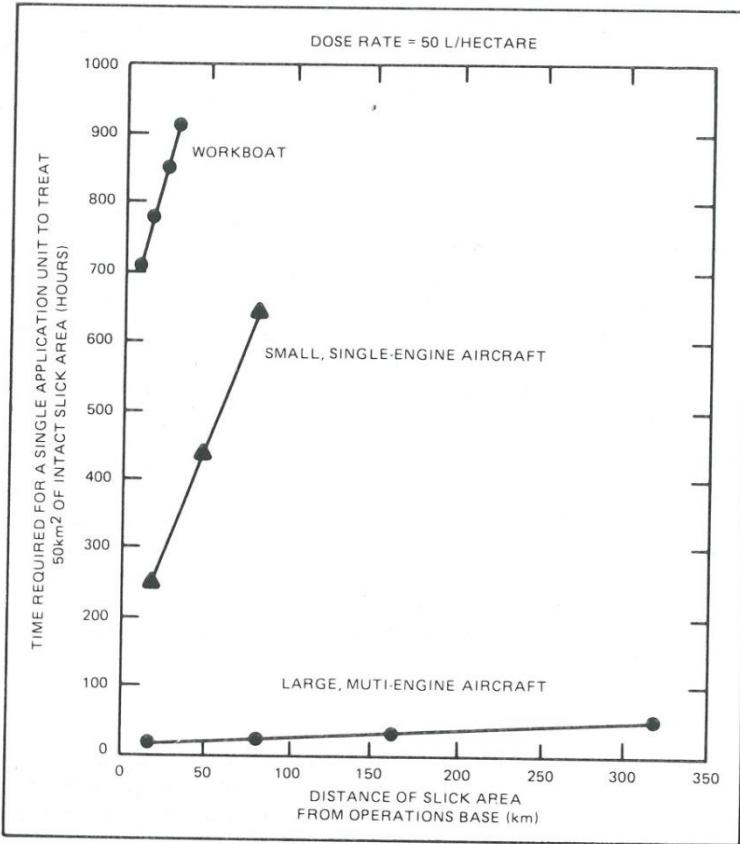


شکل(۷-۳) اسپری پراکنده ساز با هلی کوپتر [۲۵]



[۲۵] شکل (۳-۸) مسیر مناسب پرواز هواپیمای حامل ماده پراکنده ساز

در هر حال تنها از پراکنده سازهایی می‌توان بهره برد که از آزمایش‌های لازم با موفقیت گذشته باشند. پراکنده سازها را باید به دور از رطوبت تماس مستقیم با هوا نگهداری کرد. و گرنه ظرف چند سال کارایی آنها از بین می‌رود [۲۵]. مقدار ماده پراکنده ساز لازم بر حسب ضخامت لکه نفتی و حجم نفت منتشره تعیین می‌شود. در حال حاضر تجربیات کافی در زمینه کارایی پراکنده سازها در اختیار نداریم. لذا در صورت کسب تجربه میدانی کامل‌تر پس از استفاده از این مواد بهتر است گزارش مستندی تهیه شود تا در آینده مورد استفاده قرار بگیرد. سه مسئله زمان، هزینه و تأثیرات زیست محیطی کوتاه و طولانی مدت در مورد کار با پراکنده سازها حائز اهمیت هستند [۲۵]. شکل (۹-۳) زمان لازم برای استفاده از ماده پراکنده ساز را برای لکه نفتی با ابعاد مشخص شده بر حسب فاصله از پایگاه برای سه وسیله مختلف جهت مقایسه آورده است [۲۵].



شکل (۳-۹) مقایسه وسایط مختلف اسپری پراکنده ساز

در صورت استفاده از پراکنده سازها هزینه تهیه پراکنده ساز از تولید کننده، ارسال به سایت آلودگی و هزینه‌های پرسنل را بایستی به هزینه‌های موجود افزود. استفاده از راههای هوایی به جای کشتی در دریای عمان و خلیج فارس به منظور پخش پراکنده سازها توصیه می‌شود، زیرا علیرغم حجم کم ماده حمل شده از طریق هوایی بهعلت گرمای هوا ناگزیریم سرعت کار را بالا ببریم. روش‌ها و تجهیزات مختلفی برای اسپری کردن و حمل مواد پراکنده ساز وجود دارند که شرح و بسط آنها از حوصله متن حاضر خارج است. تنها به ذکر این نکته اکتفا می‌کنیم که در اختیار داشتن یک بالگرد در مناطق بحرانی برای زمان بروز آلودگی جهت انتشار پراکنده سازها می‌تواند مفید باشد [۲۵].

پراکنده سازها در حالت کلی جزو بهترین روش‌های رفع آلودگی‌های اساسی در سواحل به شمار نمی‌آیند. ولی در پاکسازی مازاد نفتی پس از حذف توده نفت مؤثر هستند. استفاده از این مواد مشروط بر این است که آبهای گیرنده توان کافی برای رقیق سازی داشته باشند [۲۵].

پراکنده سازها را می‌توان با کوله پشتی‌های اسپری کننده توسط افراد دوره دیده یا وسائل نقلیه مخزن دار و یا از کامیون‌های مجهز در صورت کافی بودن مقاومت ساحل بر روی ساحل اسپری کرد. پراکنده سازهای غلیظ بسیار مؤثرer هستند تنها اشکال کار در این است که تجهیزات اسپری کننده

محصولات هنوز در دسترس نیستند. در نتیجه معمولاً از پراکنده سازهای متعارف در سواحل استفاده می‌شود. شایان ذکر است که به علت ارگانیسم‌های متفاوت و غلظت‌های بالا در دریا استفاده از پراکنده سازها در سواحل مشکلات زیست محیطی مختلفی را ایجاد می‌کند و از همین رو است که کشورهای مختلف با توجه به بافت ساحلی ویژه خود تست‌های سمشناسی منحصر به فردی دارند.[۲۵]



شکل (۱۰-۳) پخش دستی پراکنده سازها[۲۵]

اسپری کردن پراکنده سازها می‌بایست رو به جهت موج در حال حرکت انجام گیرد در غیر این صورت پس از پخش پراکنده ساز باید خاک ساحل را به سمت خط ساحلی حمل کنیم. در هر دو صورت باید دقیق شود تا نواحی مهم از دید اکولوژیک و یا متمایل به فرسایش آسیب نبینند و هم چنین پراکنده ساز به نفوذ و نشت نفت به لایه‌های زیرین خاک کمک نکند. در مورد سازهای قائم اسپری پراکنده ساز را از قسمت‌های فوقانی شروع می‌کنیم تا نفت به سمت پایین شسته شود. از آنجا که برخی ترکیبات مواد پراکنده ساز برای بدن انسان مضر هستند، باید از عینک، ماسک و لباس ویژه در زمان کار اپراتورها استفاده شود و پرسنل غیر مسئول در زمان انتشار پراکنده سازها در محل حاضر نباشند.[۲۵]

استفاده مؤثر و کارآمد از پراکنده سازها به عوامل زیر بستگی دارد:

شناسایی مناطق حساس	-۱
طرح مقابله کارامد	-۲
توانایی واکنش سریع	-۳
گزینش پراکنده ساز مناسب نوع نفت	-۴
قابلیت پراکندگی نفت	-۵
استراتژی کاری مؤثر	-۶
سیستم اسپری کردن کارامد (اندازه قطر)	-۷
اختلاط مؤثر نفت و پراکنده ساز با تلاطم طبیعی یا وسایل مکانیکی	-۸
حجم مکفی آب برای پذیرش نفت پراکنده شده	-۹

حتماً باید توجه شود که استفاده ناموفق از پراکنده سازها منجر به جداسازی لکه نفتی به قطعاتی با کشش سطحی متفاوت شده و چنین لکه‌ای به سختی با وسایل مکانیکی از ساحل پاکسازی می‌شود [۲۵].

جدول (۱-۳) انواع و موارد مصرف پراکنده ساز برای انواع نفت

نوع پراکنده ساز			نوع نفت
غليظ	معتارف		
	حلال آبی	حلال هیدروکربنی	
X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	نفت تقطیر سبک
X	X	X	نفت خام و محصولات با سرعت انتشار بالا (لزجت پایین)
X <sup>3</sup>	X <sup>3</sup>		نفت و مازاد نفتی هوادیده و نفت خام آسفالتی با سرعت انتشار پایین
X <sup>2,3</sup>	X <sup>3</sup>		نفت خام مومی
X <sup>3</sup>	X <sup>3</sup>		امولسیون‌های آب در نفت
پراکنده سازی شیمیایی مؤثر نیست			نفت غیر قابل انتشار

<sup>۱</sup> به کارگیری پراکنده سازها در این حالت باید فقط به منظور کنترل خطر آتش سوزی باشد. پراکنده سازها عموماً برای چنین نفت‌هایی (سوخت‌هایی) استفاده نمی‌شوند. زیرا سرعت بالای تبخیر و سمیت زیاد آنها مانع این کار است.

<sup>۲</sup> کارایی در صورت رقیق سازی با حلal هیدروکربن می‌تواند افزایش یابد.

<sup>۳</sup> کارایی می‌تواند محدود شود.

از میان خطراتی که مرجانها را تهدید می‌کنند تعدادی عوامل انسانی هستند. از میان این عوامل متعدد آلودگی‌های نفتی از همه مهمترند. به ویژه اگر نفت به طور طبیعی و یا با کمک پراکنده سازها در ستونی از آب به طور عمقی پراکنده شود، خطر را افزایش می‌دهد. زیرا نفت انتشار یافته در عمق آب گیاهان دریایی و مرجان‌های واقع در محل‌های عمیق را بیشتر از جمعیت مانگرو که بیشتر در سطح آب قرار دارند، تهدید می‌کند. اما نفت سطحی (که بیشتر حجم نفت را تشکیل می‌دهد) هر سه گونه مرجانی، گیاهان دریایی و مانگروها را تهدید می‌کند. در تالاب‌ها استفاده از پراکنده سازها بهتر است به ویژه اگر مانگروها یا مناطق حساس دیگر نظیر پناهگاه پرندگان مورد تهدید قرار بگیرد پراکنده سازها بسیار مؤثر خواهند بود [۱۶].

### ۳-۳-۳ استفاده از جاذب‌ها

#### ۳-۳-۳-۱ اطلاعاتی در مورد جاذب‌ها

جادب‌ها به حذف لایه‌های شناور نازک نفت پس از عملیات پاکسازی کمک می‌کنند. هم چنین از آنها می‌توان برای محافظت سواحل از نفت در حال ورود به حریم ساحلی یا جمع‌آوری نفت رانده شده با شستشو استفاده کرد [۲۵]. جاذب‌ها را می‌توان به طور دستی یا با استفاده از تجهیزات ویژه پخش کرد. جاذب‌های نفتی می‌توانند به طور دستی و یا با واحدهای ویژه پاکسازی بسته به نوع و مقدار، جمع‌آوری شوند [۲۵].

جادب‌ها در آبهای کم عمق یا با دسترسی کم و یا در آلودگی‌های کوچکی که محدودیت استفاده از اسکیمیر را داریم، به عنوان ابزار کمکی و جایگزین استفاده می‌شوند و اصولاً راه حل اصلی حذف آلودگی نفتی به حساب نمی‌آیند.

سه مرحله استفاده از جاذب عبارتند از:

- ۱ پخش جاذب
- ۲ جمع‌آوری جاذب
- ۳ انبار و دفع جاذب استفاده شده

خصوصیت مشترک تمامی جاذب‌ها تخلخل آنها است.

جذب به دو صورت فیزیکی و شیمیایی انجام می‌گیرد. ظرفیت جذب جاذبی که از طریق مکانیزم جذب عمل می‌کند، تابعی از مقدار مساحت سطح جذب، اندازه منفذ و توزیع منفذ است. برای جذب مواد نفتی از خشکی ماده جاذب قطبی و آبدوست (هیدروفیلیک) و در محیط مرطوب به مواد غیر قطبی و آب گریز (هیدروفوبیک) نیاز داریم [۸].

$$\frac{\text{قیمت جاذب} \times \left( \frac{\text{kg}}{\text{Rial}} \right) \text{حجم آلودگی}}{\frac{\text{ظرفیت نگهداری مواد جاذب بر اساس میزان وزنی}}{\left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right)}} = \text{قیمت تقریبی پاکسازی هر لیتر آلودگی}$$

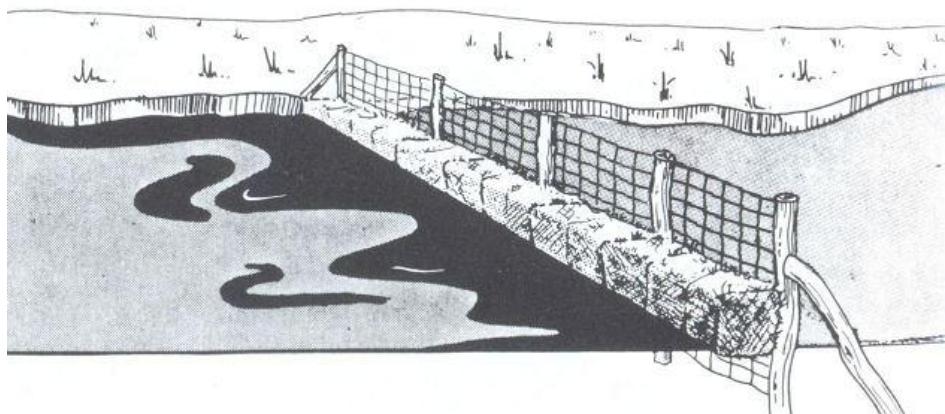
$$\frac{\text{ظرفیت نگهداری ماده جاذب} \times \left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right)}{\text{حجم مورد نیاز مواد جاذب}} = \frac{\text{حجم حجمی ماده جاذب}}{\left( \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right) \text{حجم حجمی آلودگی}}$$

قسمتی از مواد جاذب نظیر مواد با منشاء گیاهی (کاه، زغال سنگ نارس) مواد مصنوعی مانند مواد پلیمری نظیر (پلی ارتان، پلی پروپیلن و پلی استایرن) و یا مواد به صورت رشته‌های کوتاه و یا مواد معدنی (پرلیت، ورمکولیت) به صورت توده‌ای استفاده می‌شوند. میزان پایداری این مواد کم است و مناسب آلودگی‌های نفتی با ویسکوزیته بالا هستند.

روش‌های پراکندن مواد جاذب [۸]:

- ۱- روش دستی: مناسب آلودگی‌های محدود است
  - ۲- استفاده از دستگاه دمنده: مناسب مواد جاذب با دانسیته پایین و غیر معدنی است. تجهیز پرسنل کارگاه به دستکش، عینک و دیگر لباس‌های محافظتی الزامی است.
  - ۳- استفاده از تورهای شبکه‌ای: مناسب آلودگی روی آب است ولی جاذب توده‌ای و اسکیمیر همزمان کاربرد ندارند.
  - ۴- استفاده از مواد جاذب به شکل ورق و یا رول: مناسب آلودگی روی آب است ولی معمولاً با بوم مورد استفاده قرار می‌گیرد تا پراکنده نشود.
  - ۵- استفاده از مواد جاذب به صورت بوم و بالشتک‌های جاذب: در این روش می‌بایست بوم‌ها از انتهای یکدیگر متصل شوند.
  - ۶- استفاده از مواد جاذب به صورت الیاف رشته‌ای بلند: مناسب جذب مقادیر کم مواد نفتی با میزان ویسکوزیته متوسط تا بالا و جذب سریع امولسیون نفت و آب.
- برای نگهداری مواد جاذب حتماً از انباری استفاده می‌شود که خشک و دور از تماس مستقیم با آب بوده و از هجوم حیوانات موزدی در امان باشد. مواد جاذب غالباً بدون تاریخ انقضا هستند. این مواد مطلقاً نباید در مواد شیمیایی حل شده و یا با پاک کننده‌ها استفاده شوند. جهت دفع زائدات مواد

جادب از قسمت ضوابط دفن مواد خطرناک دستورالعمل سازمان بازیافت استفاده می‌شود. می‌توان از ماده جاذب به همراه نفت به عنوان سوخت در کارخانه‌های سیمان سازی استفاده کرد [۸].



شکل (۱۱-۳) ماده جاذب با توری [۲۵]

جدول (۲-۳) انواع جاذب و موارد استفاده

شناوری پس از تماس طولانی مدت با نفت بر روی آب	حداکثر ظرفیت جذب نفت جاذب (GM/GM)		جادب
	نفت با لزجت بالا (۲۵°C در ۵cSt)	نفت با لزجت بالا (۲۵°C در ۳۰۰۰cSt)	
			غیر ارگانیک
فرو می‌رود	۳	۴	ورمی کولیت
شناور می‌ماند	۶	۲۰	خاکستر آتششان
شناور می‌ماند	۳	۴	پشم شیشه
			ارگانیک طبیعی
فرو می‌رود	۵	۶	پوست ذرت
فرو می‌رود	۲	۵	پوست بادام زمینی
فرو می‌رود	۶	۱۲	فیبر درختی
فرو می‌رود	۲	۶	سیوس گندم
فرو می‌رود	۷	۴	زغال سنگ نارس
فرو می‌رود	۱۰	۱۸	فیبر سلولزی چوب
			ارگانیک مصنوعی
شناور می‌ماند	۶۰	۷۰	فوم پلی یورتان
شناور می‌ماند	۵۰	۶۰	فوم فرمالدئید اوره
شناور می‌ماند	۳۰	۳۵	فیبر پلی اتیلن
شناور می‌ماند	۷	۲۰	فیبر پلی پروپیلن
شناور می‌ماند	۲۰	۲۰	پودر پلی استر

### ۳-۳-۳ نکات اجرایی و دفع جاذب ها

به نکات زیر در به کارگیری جاذب‌ها باید دقت شود [۲۵]:

- ۱- جاذب‌های ورقه‌ای پس از گستردن روی سطح نفت در شرایط باد شدید به علت وزن کم باقی نمی‌مانند. دو یا سه لایه جاذب ورقه‌ای تحت این شرایط مؤثر خواهند بود.
- ۲- سرعت بازیافت جاذب با نازک‌تر شدن لایه نفتی کاهش می‌یابد. چهت بازیافت بهتر حتماً باید از بوم یا دیگر تکنیک‌های محصور کننده استفاده شود تا ضخامت لایه را افزایش دهند.
- ۳- توزیع جاذب روی نفت می‌تواند به طور مؤثری جلوی حرکت آمواج را گرفته و مانع ترشح نفت روی بوم‌ها شود.

سه روش برای تصفیه و دفع جاذب به کار رفته وجود دارد:

- ۱- جداسازی نفت و جاذب (برای استفاده مجدد از جاذب)
- ۲- سوزاندن جاذب و احیای انرژی با استفاده از گازی سازی و به کارگیری آن در نیروگاه متناسب
- ۳- لندفیل کردن

جدول (۳-۳) روش‌های استفاده از مواد جاذب مختلف

توضیح روش استفاده	شکل جاذب
در نوایی محدودی قرار می‌گیرند تا مقادیر کمی نفت را جذب کنند برای مدتی باید آنها را به حال خود گذاشت تا کارایی بهتری داشته باشند	پدها و جاذب‌های به شکل الیاف بلند
- به همان شیوه پدها مورد استفاده قرار می‌گیرند. کار با آنها آسان‌تر است زیرا می‌توان در ابعاد دلخواه آنها را برباد. - در محدوده‌های تردد افراد، اسکله قایق‌ها، مناطق کاری و محدوده‌هایی که پیشتر پاکسازی شده‌اند، بسیار کارامد هستند. می‌توان از آنها برای پوشاندن سایت‌های انبار سازی مصالح نفتی استفاده کرد. - دفع آنها از طریق رول کردن مجدد جاذب و قرار دادن در محفظه‌های مناسب انجام می‌شود.	رول‌ها
- کابرد دوگانه‌ای در جذب و حصر نفت دارند ولی تنها در آبهای آرام می‌توان از آنها استفاده کرد. - مواد جاذب متراکم قرار گرفته در مش از نفوذ نفت جلوگیری می‌کنند در نتیجه لازم است که بوم چرخانده شده و در نفت حرکت داده شود تا راندمان کار افزایش یابد. بهتر است نفت به داخل بوم رانده شود.	بوم‌ها

<p>- می توان از آنها به طور مؤثری برای محافظت مناطق سربسته در برابر آلودگی نفتی استفاده کرد. هم چنین در قسمت تحتانی اسکیم‌ها موجب جذب بیشتر نفت می‌شوند.</p> <p>- دفع آنها توسط رول کردن، تا کردن و جمع کردن و انتقال به کیسه‌های پلاستیکی جهت بازیافت انجام می‌گیرد.</p>	
<p>-استفاده از این نوع مصالح در لکه‌های نفتی روی آب توصیه نمی‌شود. هر چند مصالح ارگانیک توده‌ای برای تثبیت نفت پخش شده در نواحی دور از دسترس به طور موفق آزمایش شده‌اند.</p>	مصالح توده‌ای

### ۴-۳-۳ هوادهی با چنگ زدن یا شخم زدن

اگر شن یا ماسه تا حدود کمی آلوده شده باشند و ساحل ارزش توریستی و تفریحی نداشته باشد، یا در زمان وقوع آلودگی از ساحل استفاده نشود، می‌توان نفت را به حال خود گذاشت تا به طور طبیعی زدوده شود. سرعت تجزیه نفت با هوادهی افزایش می‌یابد. می‌توان از چنگ یا دستگاه شخم زنی متصل به تراکتور جهت رسیدن به یک مخلوط یکنواخت در سطح فوقانی آلوده شده شنی یا ماسه‌ای با لایه‌های زیرین تمیز ساحل استفاده کرد. از این روش تنها در سواحلی می‌توان استفاده کرد که قابلیت باربری کافی در برابر ماشین‌آلات کشاورزی داشته باشند [۲۵]. از شخم زنی در تمام طول ساحل موازی لبه آب با شروع از لبه ساحلی پشت مناطق آلوده می‌توان استفاده کرد. مسیر بعدی باید موازی مسیر اول و تا حدودی در هم پوشانی با آن باشد. عملیات باید به طور مرتب تکرار شود [۲۵].

### ۴-۳ کاربرد تکنیک‌های مختلف پاکسازی در انواع خطوط ساحلی

در سواحل ماسه‌ای نفت روی سطح می‌ماند و می‌توان به راحتی آن را جمع‌آوری و دفع کرد. در سواحل سنگی، سنگریزهای و شنی درشت دانه نفت توسط امواج داخل مصالح ساحل نفوذ کرده و وارد سفره آب زیرزمینی و لایه‌های سخت زیرین می‌شود. در ستون موج گیر، مانگرو و نمکزارها نفت از طریق کanal‌های حفر شده توسط حیوانات وارد گل شده و ریشه‌ها را می‌خشکاند. در این شرایط خطرات بیولوژیک تا مدت‌های طولانی پابرجاست. در چنین مناطقی نفت به طور فیزیکی در مراحل اولیه جذب شده و در طولانی مدت در بافت گیاهان خودنمایی می‌کند [۲۵]. جدول (۴-۳) انواع اصلی خطوط ساحلی را لیست کرده [۲۵] و رفتار نفت روی هر یک را توصیف می‌کند. از آنجا که رفتار نفت

در هر نوع خط ساحلی با نوع دیگر تفاوت دارد و خطوط ساحلی حساسیت اکولوژیک مختلفی دارند، تکنیک‌های پاکسازی را باید به طور متناسب انتخاب کرد. در صورتی که زمان زیادی (بیش از ۲۴ ساعت در هوای گرم) از انتشار لکه نفتی بر روی ساحل سپری، یعنی نفت از حالت مایع خارج شده باشد توصیه‌های جدول (۳-۵) را نیز باید در نظر داشته باشیم [۳۵-۶]. جدول (۴-۳) تکنیک‌هایی را که می‌توان در هر دو مرحله پاکسازی اولیه و نهایی در انواع مختلف خط ساحلی به کار گرفت، خلاصه می‌کند. پیشنهاداتی هم برای میزان کارامدی هر کدام از تکنیک‌ها ارائه شده‌اند [۲۵].

**جدول (۴-۳) رفتار نفت در انواع خطوط ساحلی**

نوع خط ساحلی	اندازه ذرات	توضیحات
سنگی، صخره‌ای و شامل سازه‌های مصنوعی	بزرگتر از ۲۵۰ میلیمتر	نفت معمولاً با امواج به قسمت پشتی صخره‌ها و تخته سنگ‌ها رسیده و می‌تواند به ناحیه نفوذپذیر نیز راه یابد. اینجاست که نفت می‌تواند روی سطوح زبر یا متخلخل انباسته شود در نواحی جزر و مدي نفت در گودی‌های صخره‌ای جمع می‌شود و می‌تواند سنگ‌ها را در بازه کشنیدی دریا بپوشاند. این نفت معمولاً در زمانی کوتاه توسط امواج زدوده می‌شود ولی در قسمت‌هایی که دور از تابش نور خورشید هستند ماندگاری بیشتری دارد.
قلوه سنگی و سنگریزهای	بین ۲ و ۲۵۰ میلیمتر	نفوذ نفت با افزایش اندازه سنگ‌ها افزایش می‌یابد. در نواحی با امواج سنگین سنگ‌های سطحی در اثر سایش به سرعت پاک می‌شوند در حالی که نفت مدفون مدت‌ها می‌تواند باقی بماند. نفت با لزجت پایین می‌تواند با حرکت طبیعی آب شسته شود.
ماسه‌ای	۰/۱ تا ۰/۱ میلیمتر	اندازه ذرات متشکله، عمق سفره آب و مشخصات زهکشی میزان تراوش نفت در سواحل ماسه‌ای را تعیین می‌کند. سواحل تشکیل شده از ماسه درشت معمولاً به شکل شیبدار و پلکانی در می‌آیند و با آب کم عمق که اجازه مقداری تراوش را می‌دهد نفت با لزجت پایین کاملاً خشک می‌شود نفت عموماً نزدیک تراز آب بالا متتمرکز می‌شود. سواحل با ماسه خوب دانه بندی شده معمولاً در چرخه موجی خیس می‌مانند در نتیجه نفوذ کمتری رخ می‌دهد. هر چند که مقداری نفت زمانی که در معرض شرایط امواج قرار گیرد مثلاً در حین یک طوفان ساحلی می‌تواند مدفون شود
گلی (دشت‌های گلی، باتلاقی و	۰/۱ میلیمتر	ته نشستهای گسترده گل یکی از ویژگی‌های محیط‌های انرژی پایین است. نفت به مقدار بسیار کمی به لایه‌های زیرین نفوذ می‌کند، زیرا رسوب معمولاً اشباع از آب است. ولی نفت می‌تواند بر روی سطح ساحل تا مدت‌های طولانی باقی بماند. اگر وقوع آلودگی نفتی با یک طوفان همزمان شود، نفت می‌تواند با رسوب یکی شده و به طور نامحدودی

باقی بماند. حفره‌های ایجاد شده توسط جانوران و کانال‌های ریشه گیاهان به نفوذ نفت کمک بیشتری می‌کنند.		مانگروها
غالباً مرجان‌ها در زیر سطوح موج به حالت مستغرق قرار دارند و احتمال تأثیر گرفتنشان از نفت شناور کم است. اما در برخی نقاط جهان مرجان‌ها در آب کم عمق خشک می‌شوند. در چنین حالت‌هایی رفتار نفت شباهت زیادی به رفتار سواحل سنگی دارد و خسارت زیادی به اجتماعات مرجانی می‌رساند، هر چند جریانات قوی و امواج با انرژی بالا موجب پاکسازی سریع می‌شوند.	_____	مرجانی

جدول (۵-۳) تکنیک‌های پاکسازی در صورت هوادیدگی شدید نفت سنگین در سواحل (برگرفته از (Owens, Cramer & Howes, 1992

روش پاکسازی	ساخت دست بشر	بسیار سنگی	رسوبدار	ساحل ماسه‌ای	پهنه آبی	ساحل ماسه‌ای موجودار
پاکسازی طبیعی	۲	۲	۲	۲	۲	
غرقاب کردن	۳	۳	۳	۲	۲	
شستشو با فشار کم و آب سرد	۳	۳	۲	۲	۳	
شستشو با فشار کم و آب گرم	۲	۲	۲	۲	۳	
شستشو با فشار بالا و آب سرد	۲	۳	۳	۳	۳	
شستشو با فشار زیاد و آب گرم	۲	۳	۳	۳	۳	
بخار شویی	۳	۳	۳	-	-	
ماسه پاشی	۳	۳	۳	-	-	
حذف دستی	۱	۱	۱	۱	۲	
سیستم خلاء	۱	۲	۲	۲	۲	
حذف ماشینی	-	-	۲	۱	۳	
قطع پوشش گیاهی	-	-	-	-	-	
جادب‌ها	۲	۲	۲	۲	۱	
شخم زدن	-	-	-	-	۳	
شستشو با امواج	-	-	-	-	۳	
سوزاندن	۲	۲	۲	۲	۲	
پراکنده ساز	-	-	-	-	-	
پاک کننده‌های ساحل	۳	۳	۳	۳	-	
پاکسازی بیولوژیکی	۳	۳	۲	۲	۳	

(۱)= کارامدی خوب در بسیاری از حالات که موجب آثار مخرب زیست محیطی بسیار کمی می‌شود. (۲)= قابل استفاده ولی نه به عنوان راه حل همیشگی که می‌تواند آثار زیست محیطی مخربی هم داشته باشد. (۳)= کارامدی ضعیف و یا همراه با آثار زیست محیطی مخرب. (-)= غیر عملی.

جدول (۳-۶) کاربرد تکنیک‌های مختلف پاکسازی در انواع خطوط ساحلی

توضیحات	پاکسازی نهایی							پاکسازی اولیه				پمپاژ/ استفاده از اسکیمیر
	طبیعی	شستشو کلی	استفاده از جادب‌های ارگانیک طبیعی	پراکنده سازها	شستشو فشار بالا/ ماسه پاشی	شستشو فشار پایین	توضیحات	طبیعی	دستی	مکانیکی		
از سایش بیش از حد سنگ‌ها و سازه‌های مصنوعی اجتناب شود. پاکسازی قلوه سنگ‌ها مشکل بوده و نتایج ضعیفی به دنبال دارد	V	N/A	+	+	V	N/A	دسترسی ضعیف مانع پمپاژ و استفاده از اسکیمیر می‌شود. بهتر است خطوط ساحلی با دسترسی سخت را به حال خود کرد	+	V	N/A	V	سنگی، صخره‌ای و شامل سازه‌های مصنوعی
اگر توان باربری بالا باشد هدایت نفت به ناحیه موجی جهت افزایش پاکسازی طبیعی انجام گیرد.	+	+	+	+	X	V	خطوط ساحلی با دسترسی سخت به حال خود رها می‌شوند(پاکسازی طبیعی).	+	V	X	V	قلوه سنگی و سنگریزه‌ای
نفت جامد را می‌توان با استفاده از ماشین‌های پاک کننده ساحل معمولی زدود. پاکسازی طبیعی را با چنگک زنی و شخم زدن افزایش دهید.	+	+	N/A	V	X	V	از ماشین آلات سنگین تنها در سواحل مستحکم استفاده می‌شود	+	V	+	V	ماسه‌های
بهتر است عملیات در داخل آب و از شناورهای آبهای کم عمق انجام گیرند	V	N/A	+	X	X	+	بهتر است عملیات در داخل آب و از شناورهای آبهای کم عمق انجام گیرند	V	+	X	+	گلی

V: پیشنهاد می‌شود X: پیشنهاد نمی‌شود. +: می‌تواند مفید باشد N/A: عملی نیست

### ۵-۳ ماشین آلات سنگین در عملیات ساحلی

در فاز های مختلف آلودگی های متوسط و سنگین قطعاً از ماشین آلات عمرانی برای سرعت بخشیدن به عملیات استفاده خواهد شد. در نتیجه باید در مورد محدودیتها، مزایا و معایب ماشین آلات موجود در ایران اندکی بدانیم. در هر صورت تنها زمانی می توان از این وسایل بهره برد که ساحل توان باربری کافی برای تحمل وزن وسیله را داشته و استفاده از این ماشین آلات آلودگی یا تغییر پروفیل ساحل را تشدید نکند. جدول (۷-۳) ضمن لیست کردن خصوصیات ماشین آلات، آنها را با دیگر تکنیک های رایج در فاز اول پاکسازی مقایسه می کند.



شکل (۳-۱۲) استفاده از ماشین آلات سنگین برای پاکسازی سواحل

اسکریپر موازی خط آب حرکت کرده و تنها لایه نازکی از رسوبات نفتی را حذف می کند. این وسیله محدود به سواحل ماسه ای هموار می باشد [۳۵].

گریدر به ورشی مشابه اسکریپر کار می کند و محدود به سواحل ماسه ای سخت با آلودگی سطحی است ولی از آن می توان در سطوح شیبدار با شبیب کم نیز استفاده کرد [۳۵].

لودر رسوبات نفتی را به کامیون‌ها منتقل می‌کند فقط باید توجه شود در زمان کار لودر مصالح آلوده نشده کنده نشوند [۳۵].

توسط بولدوزر می‌توان رسوبات نفتی را منتقل کرد تا توسط وسایل دیگر از سطح ساحل جدا شوند. باید دقیق کرد مصالح به مقدار بیشتر با نفت توسط بولدوزر مخلوط نشوند. این وسیله در زمان نفوذ نفت به لایه‌های پایین‌تر مفید واقع می‌شود. بیل مکانیکی شرایطی شبیه به لودر دارد با این تفاوت که از آن می‌توان در سطوح شبیدارتر بهره برد [۳۵].

**جدول (۳-۷) مقایسه سرعت و عوارض تکنیک‌های مختلف حذف نفت از ساحل (Owens, 1998)**

تکنیک	تجهیزات مورد نیاز	سرعت پاکسازی	تعداد مراحل کار	تولید پسماند
حذف دستی	نیروی کاری به تعداد زیاد	کند	چند مرحله‌ای	می‌تواند زیاد باشد
گریدر/ اسکرپر	حمایت نیروی کاری با تعداد کم	بسیار سریع	چند مرحله‌ای / یک مرحله‌ای	متوسط
لودر	حمایت نیروی کاری با تعداد کم	سریع	یک مرحله‌ای	زیاد
بولدوزر	حمایت نیروی کاری با تعداد کم	سریع	چند مرحله‌ای	بسیار زیاد
بیل مکانیکی	حمایت نیروی کاری با تعداد کم	متوسط	تک مرحله‌ای	زیاد
وسایل تخصصی پاک کننده ساحل	حمایت نیروی کاری با تعداد کم	کند	متغیر	کم
قطع پوشش گیاهی	نیروی کاری به تعداد زیاد	کند	چند مرحله‌ای	می‌تواند زیاد باشد
استفاده از جاذبهای آلودگی نفتی	نیروی کاری به تعداد زیاد در صورت سنگینی نفتی	کند	چند مرحله‌ای	می‌تواند زیاد باشد

## ۳-۶ بازسازی ساحل

فاز نهایی پاکسازی خطوط ساحلی عبارتست از جبران خسارت ایجاد شده به محیط زیست با آلودگی نفتی توسط یک سری عملیات احیا کننده ساحل. سه تکنیک اصلی بازسازی عبارتند از:

- ۱ جابجایی مصالح ساحل
- ۲ تثبیت تل ماسه
- ۳ بازکاشت پوشش گیاهی

در هر شرایطی باید نظر متخصصین برای انتخاب بهترین روش بازسازی قسمتهای آسیب دیده به کار گرفته شود [۲۵].

### ۱-۶-۳ جابجایی مصالح ساحلی

در سواحل ماسه‌ای استفاده از ماشین‌آلات سنگین می‌تواند به پروفیل ساحل آسیب رسانده و موجب فرسایش شود. برای اجتناب از این موضوع می‌توان لایه‌های زیرین حذف شده را با مصالح تمیز با اندازه ذرات مشکله مشابه جابجا کرد. این کار به بازسازی اکوسیستم‌های ساحل ماسه‌ای که در آن زیست جانوری تا حد زیادی به سایز بندی ذرات سازنده ساحل بستگی دارد، کمک خواهد کرد [۲۵].

سیلاندشت‌های سنگریزهای عموماً به محافظت در برابر فرسایش ساحل کمک زیادی می‌کنند. چنانچه این قسمتها را برای حذف نفت درمعرض امواج قرار دهیم، باید از عدم آسیب دیدن آنها در اثر حرکت رفت و برگشتی امواج اطمینان حاصل کنیم [۲۵].

### ۱-۶-۴ ترمیم تل‌های ماسه‌ای

تل‌های ماسه‌ای می‌توانند بر اثر جابجایی ماشین‌آلات سنگین، وسایل نقلیه سبک و افراد آسیب بینند. جهت محدود کردن خسارت باید تردد در مسیرهای انتخاب شده کنترل شود. پس از پایان عملیات، این تلها را باید بازسازی کرده و با ایجاد محدودیت در میزان دسترسی مورد محافظت قرار داد. انتخاب پوشش گیاهی مورد نیاز با توجه به نوع پوشش محلی توسط متخصصین انجام می‌گیرد. در برنامه‌های بازسازی تل‌ها کاشت چمن‌های تثبیت کننده ماسه پیشنهاد می‌شود [۲۵].

در گام نخست لازم است ماهیت هر گونه آسیب ارزیابی شود، تا از نیاز به ترمیم طبیعی اطمینان حاصل شود. در صورت نیاز باید یک برنامه پایش برای نظارت بر سرعت ترمیم طبیعی تدوین شود. در صورت احراز شرایط زیر اقدام به کاشت مجدد پوشش گیاهی پیشنهاد می‌شود [۲۵]:

- ۱-اگر ناحیه آسیب دیده توسط گونه‌های نادر و در معرض خطر یا پرندگان مهاجر استفاده می‌شود؛ عدم وجود پوشش گیاهی مناسب در طول یک فصل می‌تواند زیست گیاهی و جانوری را به خطر بیندازد.
- ۲-اگر تالاب در معرض فرسایش و از بین رفتن قرار بگیرد.
- ۳-اگر از تالاب برای ماهیگری، شکار و تفریح استفاده شود.
- دو تکنیک مختلف جهت ترمیم پوشش گیاهی تالاب‌ها وجود دارد که هر یک مزیت‌ها و معایب خود را دارند [۲۵]:

۱-بذرپاشی: بذرها را می‌توان به صورت دستی یا با هواپیما بر روی سطح مورد نظر پاشید. این روش معمولاً هزینه کم، ولی محدودیت‌های خاص خود را دارد. امواج و جریانات می‌توانند بذرها را قبل از رشد بشویند. پرندگان آبی مهاجر ممکن است به گیاهان جوان آسیب برسانند. باید تا رشد کامل پوشش گیاهی از آنها محافظت به عمل آید.

۲-پیوند زدن: این روش عبارتست از کاشت نهال‌های جوان در مناطق پاکسازی شده. کاشت به صورت دستی انجام می‌گیرد تا از کنترل دقیق در مورد عمق کاشت، فاصله گذاری بین نهال‌ها، زمان‌بندی فصلی و ارتفاع امواج اطمینان حاصل شود بدین منظور به توصیه متخصصین نیاز داریم. در این روش نیاز شدیدی به نیروی کاری متخصص وجود دارد. ولی نتایج معمولاً به سرعت حاصل می‌شوند. این روش برای نواحی حساس نسبت به فرسایش و یا زیستگاه‌های ویژه توصیه می‌شود.

### ۲-۱-۶-۳ ترمیم مانگروها

بازسازی مانگروها پس از خسارت واردہ از سوی لکه نفتی زمانی میسر خواهد بود که نفت روی رسوب‌ها، به خوبی هوا دیده باشد. موفقیت این عمل بستگی زیادی به کنترل متخصصین و تعدادی عوامل طبیعی مانند حرکت امواج، جزو مرد و در دسترس بودن پروپاگل‌ها و یا نهال‌های جوان دارد. از روش‌های متعددی مثل بذرپاشی دستی یا هوایی و نشا کردن نهال‌های محلی یا گلخانه‌ای استفاده شده است. عمل کاشت در محل‌های دور از دسترس یا نواحی بسیار وسیع به منظور بازسازی امکان پذیر نیست. بذرپاشی به دلیل در پی داشتن کمترین خسارت فیزیکی بالاترین پتانسیل را داشته و نیاز به حداقل حمایت تجهیزاتی و لجستیک از منابع محلی دارد [۲۵].

### ۳-۶-۱ اقدامات ضروری زیست محیطی پس از اتمام پاکسازی

در زمان وقوع لکه نفتی باید تمامی تلاش‌های ضروری برای به حداقل رساندن تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم روی ماهی‌ها، اکوسیستم‌های ساحلی، پستانداران دریایی و آسیب پذیرترین گروه یعنی پرنده‌گان شکل گیرند[۲۵]. در صورت نبود اطلاعات کافی از محل زیست، تخم‌گذاری، کوچ و ... انواع جانوران و گیاهان و یا عدم در دسترس بودن نقشه دقیق و به روز پنهانه بندی زیست محیطی مناطق آلوده باید از طریق نظارت هوایی و دریایی محل تمرکز پستانداران و پرنده‌گان تعیین شده و نحوه تأثیر گرفتن آنها از نفت مشخص شود. چنین نظارتی نباید موجب دخالت‌های غیرضروری باشد. از نواحی تغذیه، استراحت و تولید مثل پستانداران و پرنده‌گان مهم می‌توان با کشیدن بوم‌های حفاظتی مراقبت کرد[۲۵]. جهت دور کردن برخی گونه‌های پرنده‌گان مورد تهدید توسط لکه‌های نفتی از خلیج‌ها، مصب‌ها و نواحی رودخانه‌ای می‌توان از ابزارهای تولید صدا مانند توب‌های پروپان استفاده کرد[۲۵].

برخورد درست و اصولی با حیات وحش مسئله‌ای تخصصی است و باید از کارشناسان دوره دیده در ایستگاه‌های مناسب جهت بیهوش کردن و درمان حیوانات آسیب دیده از آلودگی نفتی بهره برد. در صورت لزوم می‌توان گونه‌های آسیب دیده را به باغ وحش‌ها و مراکز سازمان محیط زیست انتقال داد تا توسط دامپزشکان و دیگر پرسنل دوره دیده درمان شوند.

تجربه نشان داده است که پرنده‌گان آلوده در صورت محبوس شدن از شیوع بیماری به دور هستند این بدین معنی است که پرنده‌گان آسیب دیده باید توسط دامپزشکان آشنا به فارماکولوژی پرنده‌گان مورد درمان قرار گیرند. در صورت بروز آلودگی نفتی سنگین در نواحی حساس و مناطق کوچ پرنده‌گان در فصل مهاجرت بهتر است مراکز درمانی جهت پاکسازی و قرنطینه پرنده‌گان در نزدیکی محل آلودگی احداث شود. نیازی به در بند کشیدن پرنده‌گان برای مدت طولانی نیست. باید دقت شود تا هر گونه درمان پزشکی به کار گرفته شده در حین دوره درمان بعدها به تهدیدی برای سلامت حیواناتی که از این پرنده‌گان تغذیه می‌کنند (به ویژه برای گونه‌های در معرض خطر)، تبدیل نشود. بدین منظور لاشه حیوانات نیز باید به طور صحیح دفن شود[۲۵].

### ۷-۳ دفع نفت و مازاد نفتی

در حالی که روش‌های زیادی برای زدودن و پاکسازی نفت از سطح دریا و خط ساحلی منتشر شده است، مشکل اصلی غالباً در حین دفع نهایی نفت و مازاد آن پدید می‌آید.

نفت جمع‌آوری شده در ایده‌آل ترین شرایط باید در یک تصفیه خانه یا نیروگاه بازیافت نفت فرآوری شود. البته این اتفاق به علت هوادیدگی نفت و مخلوط شدن آن با مواد دیگر ندرتاً پیش می‌آید و از همین رو به روش دیگری جهت دفع نیاز دارد. نفت جمع‌آوری شده از آب فاقد مواد جامد است ولی محتملاً با مقدار زیادی آب همراه خواهد بود. از سوی دیگر نفت پخش شده در ساحل معمولاً با مقادیر قابل توجه جامدات مخلوط شده و جداسازی آن به شکل مناسب و به منظور بازیافت مشکل است. نفت جمع‌آوری شده از ساحل معمولاً به یکی از سه شکل زیر است:

-۱ نفت مخلوط شده با ماسه

-۲ نفت مخلوط شده با چوب، پلاستیک و جلبک دریایی

-۳ گلوله‌های قیری جامد

دفع نهایی باید به شکلی انجام پذیرد تا خسارت وارد به محیط زیست به حداقل رسیده و آلودگی از نقطه‌ای به نقطه دیگر انتقال نیابد. به علاوه روش به کار رفته برای دفع نهایی باید هرگونه تهدید زیست محیطی را به طور دائم از بین ببرد. جدول (۸-۳) گزینه‌های موجود جهت جداسازی و دفع نفت و مازاد نفتی را ارائه می‌کند [۲۵].

جدول (۸-۳) جداسازی و دفع نفت و مازاد نفتی

نوع مصالح	روش جداسازی	روش دفع
نفت مایع غیر اموله	جداسازی گرانشی آب آزاد	استفاده از نفت بازیافته به عنوان سوخت یا خوراک پالایشگاهی
نفت مایع اموله	شکست امولسیون برای آزادسازی آب بالاستفاده از: تصفیه حرارتی مواد شیمیایی شکننده امولسیون اختلاط با ماسه	استفاده از نفت بازیافته به عنوان سوخت یا خوراک پالایشگاهی سوزاندن بازگرداندن ماسه جدا شده به دپوی اولیه
مخلوط جامد نفت و ماسه	جمع‌آوری نفت مایع جدا شده از ماسه در حین انبار کردن موقت جدا کردن نفت از ماسه توسط شستو با آب یا حلal حذف نفت جامد توسط غربالگری	استفاده از نفت بازیافته به عنوان سوخت یا خوراک پالایشگاهی دفع مستقیم پایدارسازی با مواد غیر ارگانیک تجزیه توسط لندفارم کردن و یا کمپوست کردن سوزاندن

دفع مستقیم سوزاندن	جمع آوری نفت مایع جدا شده از مصالح ساحلی در حین انبار کردن موقت جدا کردن نفت از مصالح ساحلی توسط شستو با آب یا حلal	مخلوط جامد نفت با قلوه سنگ، سنگریزه یا خرده سنگ
دفع مستقیم سوزاندن تجزیه توسط لندفارم کردن و یا کمپوست کردن برای مخلوط نفت با جلبک دریابی یا جاذب‌های طبیعی	جمع آوری نفت مایع جدا شده از مازاد جامد در حین انبار کردن موقت جداسازی نفت از مازاد جامد توسط آب فشار قوی	مخلوط جامد نفت با چوب، پلاستیک، جلبک دریابی و جاذب‌ها
دفع مستقیم/ سوزاندن	جداسازی از ماسه توسط غربالگری	مخلوط جامد گلوله‌های قیری

### ۳-۱۶-۱- انبار موقت درسایت و جداسازی مایعات از جامدات

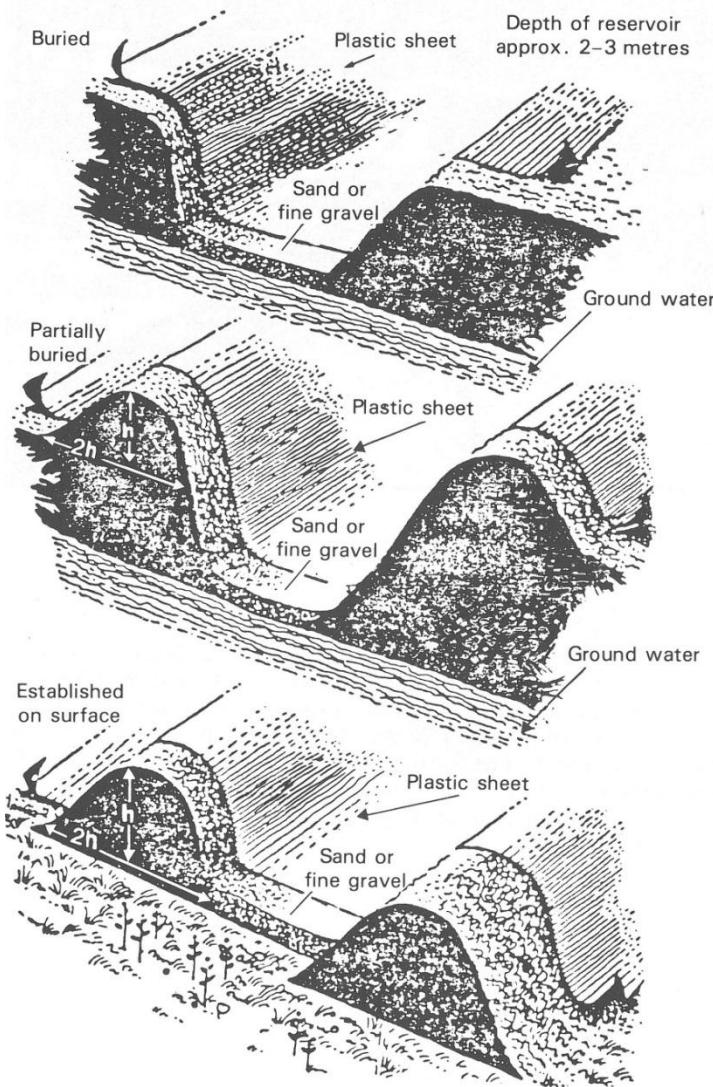
زمانی که مقدار نفت یا مازاد نفتی به اندازه‌ای باشد که انتقال آنها به سایت دفع نهایی غیر عملی شود و یا زمانی که تصمیمی قاطع مبنی بر روش دفع نهایی اتخاذ نشده باشد، مواد و مصالح را به طور موقت انبار می‌کنیم. بسته به نوع و مقدار نفت احیا شده برای انبار و ذخیره سازی موقت نفت گرفته شده از دریا از مخازن شناور، تانک‌های شناور قابل یدک کشی و یا شناورهای خودران استفاده می‌شود. این ذخیره سازی باید طی یک مرحله و با سرعت بالا در حین عملیات پاکسازی در محل انجام گیرد. اندازه ، تعداد و نوع تجهیزات مورد نیاز پس از ارزیابی اولیه بر مبنای مقدار و طبیعت مصالح بازیافتی تعیین می‌شود. حتماً باید در نظر داشت که نفت مایع، موس و مازاد نفتی به طور جداگانه انبار شود [۲۵]. تجهیزات ذخیره سازی باید نزدیک مرکز عملیات پاکسازی و در محلی با دسترسی آسان به راههای عمومی مستقر شوند. تجهیزات انبار کردن، استحمام پرسنل و وسایل نقلیه باید طوری مستقر شوند که مطمئن باشیم آسودگی از ساحل به راههای عمومی و محل سکونت پرسنل انتقال نمی‌یابد [۲۵].

انبار و ذخیره سازی نفت مایع و مازاد نفتی در یک گودال پوشیده شده با یک کاور پلاستیکی انجام می‌گیرد تا از آلوده شدن آبهای زیرزمینی اجتناب شود. به منظور تسهیل دسترسی، پهنانی گودال در قسمت پایینی نباید از ۲ الی ۳ متر تجاوز کند ولی طول می‌تواند ۱۰ الی ۲۰ متر یا حتی بیشتر اختیار شود. در صورتی که کاور پلاستیکی آسیب ببیند، نفت چکه و مناطق وسیع تری از خاک را آلوده خواهد کرد. نفت در خاک مرطوب بسیار کندتر از خاک خشک حرکت می‌کند. در نتیجه گودال را باید به مقدار کافی عمیق کند تا به سفره آب زیرزمینی (که معمولاً در سواحل در تراز بالایی قرار دارد) برسیم و گودال

در کف مرطوب باشد. در هر صورت نباید بیش از ۲ متر عمق داشته باشد و در صورتی که این عمق برای رسیدن به سفره آب کافی نباشد کناره‌ها و کف گودال را توسط آب مرطوب می‌کنیم و سپس کاور پلاستیکی را در گودال قرار می‌دهیم. پیش از جایگذاری کاور محل را با لایه‌ای از ماسه یا شن خوب دانه‌بندی شده محافظت می‌کنیم. شکل (۱۴-۳) را ببینید. از ظرفیت گودال به طور کامل استفاده نمی‌شود تا در صورت بروز بارندگی سنگین (که در بعضی ماهها در جنوب کشور رخ می‌دهد) سرریزش نداشته باشیم. در صورت لزوم یک لوله زهکشی با شیر فلکه در کف گودال نصب می‌شود تا آب باران و فاضلاب زهکشی شود [۲۵]. مقدار زیادی آب به طور طبیعی با نفت گرد هم می‌آید و سیله جداسازی مخلوط نفت و آب باید در نزدیکی مخزن موقت باشد. جداسازی را می‌توان به روش گرانشی در گودال با یک اسکیمر یا با وسیله جداسازی ویژه انجام گیرد. اسکیمرهای موجود در ایران در هر ساعت ۱۷ متر مکعب نفت جابجا می‌کند. آب دریایی جدا شده از مخلوط را می‌توان به دریا بازگرداند. در حالی که نفت برای بازیافت یا دفع نهایی باید حمل شود. شکل (۱۳-۳) را ببینید [۲۵].



شکل (۱۳-۳) آماده سازی برای حمل



شکل (۱۴-۳) نحوه ذخیره سازی موقت

### ۱۶-۳-۳ حمل مایعات

از هر مدل کامیون یا تانکری می‌توان برای حمل و نقل به سایت دفع استفاده کرد. در شرایط اضطراری باید با خلاقیت بروخورد کنیم. وسایل نقلیه‌ای مانند کامیون‌های خلاء، مکنده‌ها، وسایل نقلیه کشاورزی و تریلرهای مسطح که قابلیت حمل تانک‌های روباز را دارند (پس از پوشاندن سطح مورد نظر با کاور غیر قابل نفوذ می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند) [۲۵].

باید به نکات ایمنی زمانی که از وسایل نقلیه جهت حمل نفت مایع فرار استفاده می‌شود، توجه کرد.

### ۳-۳-۴ حمل مازاد جامد نفتی

وسایل نقلیه مناسب حمل مواد جامد این جا نیز به کار برده میشوند. هر چند باید با پوشاندن بدنه کامیون توسط کاور غیر قابل نفوذ از نشت نفت یا امولسیون از وسیله نقلیه ، جلوگیری شود. از کیسه‌های پلاستیکی سنگین با ظرفیت حدود ۲/۵ کیلوگرم ( یا بزرگتر با فرض اینکه نیمه پر باشند) می‌توان برای جمع‌آوری مصالح ساحلی نفتی و مازاد جامد استفاده کرد. مادام که از این روش برای جمع‌آوری پسماند استفاده می‌شود، باید انتظار مشکلات جدیدی در سایت دفع داشته باشیم، زیرا کیسه‌ها به طور جداگانه خالی می‌شوند[۲۵]. محفظه‌های ۲۰۰ لیتری نفتی سرباز با دو سوراخ در قسمت فوقانی برای عبور دادن تسممهای پلاستیکی و یا ظروف زباله مایع سخت پیشتر استفاده شده است. مصالح جمع‌آوری شده باید برای مدت طولانی در کیسه‌ها یا ظروف سربسته نگهداری شوند[۲۵].

تشکیل جلسه با مقامات راهنمایی و رانندگی و نیروهای تأمین محلی پیش از حمل و نقل جاده‌ای ضروری است. هم چنین تعیین محلی برای پاکسازی و کنترل وسایل نقلیه به ویژه تایرها باید در هر دو انتهای مسیر برای اجتناب از آلوده شدن مسیر توسط نفت در نظر گرفته شود. در آلودگی‌های پیش آمده در کشور فرانسه از حمل و نقل ریلی جهت انتقال تجهیزات مورد نیاز و مازاد نفتی استفاده شده است. این تصمیم بنا بر نزدیکی خطوط آهن به محل آلودگی و سایت دفع اتخاذ شده و به خوبی پاسخ داده است[۱۹].

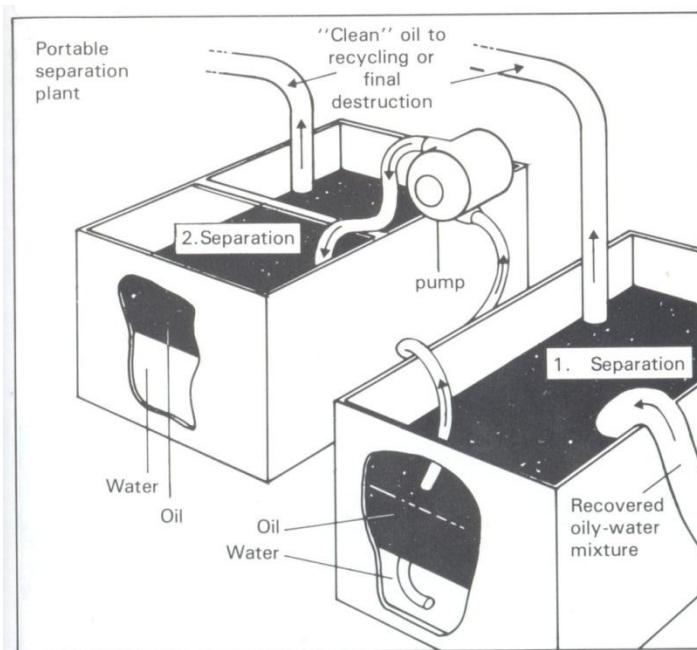
در زمان تصمیم گیری در مورد روش دفع تمامی روش‌ها در ابتدا در نظر گرفته می‌شوند. روش‌های اصلی عبارتند از:

- ۱ - احیای نفتی: بدین وسیله نفت بازیافتی برای استفاده مجدد در نظر گرفته می‌شود.
- ۲ - تثبیت: در این روش به گونه‌ای برخورد می‌شود که مازاد نفتی دیگر تهدیدی برای محیط زیست محسوب نشود.
- ۳ - دفع مستقیم: در صورتی که پسماند نفتی تصفیه نشود، در سایت‌های از پیش تعیین شده دفع می‌شود.
- ۴ - سوزاندن: در صورت دوری از سایت‌های دفع در نظر گرفته شده، عملی نبودن طرح از لحاظ اقتصادی و ... می‌توان نفت را با تمهیداتی سوزاند.

معمولًاً از یک تکنیک منفرد برای بازیافت استفاده نمی‌شود. یعنی مجموعه‌ای از روش‌های در کنار هم نتیج بهتری در بر دارند. هدف اصلی بازیافت نفت برای استفاده مجدد است. روش‌های مختلف به کار رفته برای بازیافت پیشتر در جدول (۳-۶) آورده شده‌اند.

### ۱۶-۳-۵- جداسازی نفت

در صورت امکان آب جمع‌آوری شده با نفت بایستی در مخزن موقت در سایت یا از طریق سرازیر کردن و یا با استفاده از اسکیم از نفت جدا شود. هر چند مقداری آب به طور غیر قابل اجتنابی در نفت به شکل امولسیون موجود خواهد بود. این امولسیون معمولًاً حاوی ۵۰٪ آب دریاست. در صورت امکان این امولسیون‌ها باید در سایت به منظور به حداقل رساندن حجم مایع پیش از حمل تصفیه شوند [۲۵].



شکل (۱۵-۳) وسیله جداسازی نفت [۲۵]

### ۱۶-۳-۶- شکستن امولسیون

در یک مقیاس بزرگ امولسیون‌های ناپایدار را به روش گرانشی ساده یا با تصفیه حرارتی به تبع روش گرانشی می‌شکنند. حرارت، لزجت مخلوط آب-نفت را کاهش داده و جداسازی کارامدتر و سریعتر را ممکن می‌سازد. به علت لزجت بالای امولسیون نمی‌توان به گردش طبیعی اطمینان کرد جهت اجتناب از شکستگی مخزن در زمان حرارت دادن به وسیله بخار آب یا هر روش دیگری مخلوط نفت-آب باید توسط مبدل حرارتی خارجی حرارت داده شود. باید دمایا در حدود ایمن کنترل شوند. دمای محیط باید ۸ درجه

سانتیگراد پایین تر از نقطه اشتعال باشد. معمولاً از دمای بین  $60^{\circ}\text{C}$ - $66^{\circ}\text{C}$  ( $80^{\circ}\text{C}$  حداکثر) برای حفظ امنیت استفاده می‌شود. مدت زمان تصفیه را نمی‌توان پیشاپیش مشخص کرد و این مورد به طور تجربی به دست می‌آید [۲۵].

امولسیون‌های پایدار با موفقیت با استفاده از مواد شیمیایی متعارف شکننده امولسیون شکسته شده‌اند. این مواد در شرایطی که با غلظت نسبتاً پایین افزوده شوند ( $1/5\text{-}10\%$ ) پایداری امولسیون را تا حد کاهش لزجت پایین می‌آورند. در نتیجه جداسازی نفت و آب میسر می‌شود. ماده شیمیایی مناسب تمام انواع امولسیون وجود ندارد و در صورت لزوم باید از تست‌های آزمایشگاهی در سایت برای تعیین مؤثرترین ماده و مقدار بهینه استفاده شود. بهترین زمان برای تصفیه به این روش در حین انتقال از یک ابزار جمع‌آوری کننده به یک مخزن یا از یک مخزن به دیگری است تا از اختلاط کامل (بنابراین کمترین مقدار ماده شکننده) اطمینان حاصل شود. می‌توان ماده شکننده امولسیون را به قسمت ورودی پمپ یا به داخل میکسر مستقر و یا به مدخل قسمت خلاء تزریق کرد. پس از جداسازی فاز آبی شامل قسمت بیشتری از شکننده امولسیون و حدود  $10\%$  نفت خواهد بود. در نتیجه باید در زمان دفع آب احتیاط بیشتری به عمل آید. تجربیات اخیر نشان می‌دهد که امولسیون‌ها در اثر اختلاط کامل با ماسه در یک وسیله استاندارد مانند میکسر بتون می‌توانند به طور ناقص بشکنند. در صورت اختلاط امولسیون (که به طور فعال  $70\%$  آب دارد) با ماسه به اندازه  $50\%$  حجمش محتوای آبی می‌تواند تا نصف کاهش یابد. ماسه تمیز و آب آزاد می‌تواند پس از جداسازی به ساحل بازگردانده شوند [۲۵].

### ۷-۳-۱۶-۳ بازیافت نفت از مصالح ساحل

اگر مصالح ساحل جمع‌آوری شده حاوی مقدار زیادی نفت باشند، بازیافت نفت ممکن می‌شود. بدین منظور می‌توان مصالح ساحلی حاوی نفت را با آب و یک حلal مناسب مانند گازوئیل شستشو داد. شستشو با آب را می‌توان با استفاده از شلنگ‌های فشار پایین جهت تضعیف و جداسازی فت از مازاد جامد در گودال ذخیره سازی انجام داد. سپس می‌توان مخلوط نفت و آب به جا مانده را توسط گرانش جداسازی کرد. هم چنین می‌توان جداسازی را در یک سیستم بسته آب گرم به عنوان یک عامل شستشو انجام داد [۲۵]. تعدادی تجهیزات جهت شستشوی مصالح نفتی ابداع شده‌اند که در صورت کارکرد مناسب آنها در آلودگی‌های به وجود آمده در کشورهای دیگر می‌توان آنها را خریداری و در انبارهای پیش‌بینی شده ذخیره سازی کنیم. سواحل بالاً‌آلودگی متوسط با گلوله‌های قیری معمولاً به صورت

دستی پاکسازی شده و از ماشین‌آلات سنگین جهت پاکسازی آنها استفاده نمی‌شود. به منظور کاهش مقدار مصالحی که می‌بایست به محل دفع حمل شوند، می‌توان نفت و ماسه را به صورت دستی یا مکانیکی غربال کرد. پس از جمع‌آوری توده‌های نفتی ماسه جابجا شده به ساحل بازگردانده می‌شود تا خطر فرسایش کاهش یابد [۲۵].

### ۸-۳ دفع نفت بازیافت شده

پیش از اتخاذ تصمیم برای دفع نهایی نفت بازیافتی باید از پالایشگاه‌ها و صنایعی که از نفت سنگین استفاده می‌کنند استعلام شود که آیا قادر به دریافت و فرآوری نفت بازیافتی هستند یا خیر. پالایشگاه‌ها ممکن است چنین نفتی را حتی اگر با آب و مقداری ماسه مخلوط شده باشد، بپذیرند ولی در صورت وجود نمک چنین کاری جایز نیست [۲۵].

### ۱-۸-۳ غربال مکانیکی

اگر آب و محتویات جامد در حد بسیار کمی باشند، نفت بازیافت شده می‌تواند به صورت طبیعی به صنایع سنگین فرستاده شود. صنایع سیمان، فولاد یا نیروگاه‌های حرارت مرکزی می‌توانند نفت سنگین را دریافت کنند. باید ذکر شود که نقطه اشتعال نفت بازیافتی از حدودمورد قبول کمتر خواهد بود [۲۵].



شکل (۱۶-۳) غربال مکانیکی

## ۲-۸-۳ تثبیت مصالح ساحلی نفتی

از این روش گاهی برای ماسه نفتی می‌توان استفاده کرد به شرطی که شامل مقادیر زیاد چوب و جلبک دریایی نباشد. تثبیت مصالح با مواد غیر ارگانیک مانند آهک زنده، سیمان، پسماند خاکستر، سوخت نرم شده و ... خواهد بود. این روش محصولی ایستا تولید می‌کند که مانع شسته شدن نفت می‌شود. پس از تثبیت مصالح می‌توان از آنها در راهسازی و دیگر فرآیندهای عمرانی که نیاز به مصالح با خواص باربری بالا دارند، استفاده کرد [۲۵].

با توجه به پتانسیل بالا برای ایجاد جاده‌های بیشتر در استان‌های جنوبی و دمای هوای بالای و تغییرات دمایی زیاد در طول شباهه روز در این مناطق مخلوط قیر و ماسه تثبیت شده به جا مانده از آلودگی نفتی سواحل ماده اولیه مناسبی جهت استفاده در راه‌های با تردد پایین و به عنوان آسفالت سرد به حساب می‌آید. این روش علاوه بر ساده کردن پروسه پاکسازی و دفع مصالح نفتی با کاهش هزینه‌ها و ملاحظات ذکر شده، جایگزین خوبی برای آسفالت گرم محسوب می‌شود. با این کار از هزینه‌های بعدی ایجاد شده برای ترمیم آسفالت گرم در کنار هزینه‌های نسبتاً بالای احداث روسازی جلوگیری می‌شود. اصولاً ۷۵٪ از باقیمانده حاصل از عمل تقطیر در خلاء برای پوشش جاده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مخلوط سیال (Cutback) به دست آمده فقط بر روی محل پخش می‌گردد. از همین روش معمولاً در کشورهای شرقی برای قیر انود کردن جاده‌ها استفاده می‌شود تا بعد از تبخیر مواد فرار، جاده برای عبور وسائل نقلیه آماده گردد [۴].

مقدار بهینه عامل تثبیت کننده مورد نیاز عمدهاً بستگی به مواد موجود در آب پسماند دارد که معمولاً به طور تجربی در محل تعیین می‌شود. برای آهک زنده مقدار مورد نیاز بین ۵ تا ۲۰ درصد وزن مصالح توده قابل بازیافت است. تصفیه را می‌توان با یک نیروگاه اختلاطی یا با تکنیک ورقه‌ی انجام داد. روش اول کنترل کیفیت بهتری داشته و فضای کمتری را اشغال می‌کند ولی نیاز به تجهیزات گران قیمت‌تری دارد. اگر زمین کافی در اختیار داشته باشیم روش ورقه‌ای از نظر اقتصادی به صرفه‌تر است. در این روش پسماند در عمق  $0/2$  تا  $0/3$  متر پخش و با استفاده از میکسر با آهک مخلوط می‌گردد [۲۵].

روش‌های تثبیت به طور غیر قابل اجتنابی گرد و خاک تولید می‌کنند، در صورت امکان، سایت تصفیه باید به گونه‌ای انتخاب شود که پخش آلایینده‌های معلق در هوا را به حداقل برساند. پرسنل عملیاتی می‌بایست لباس‌های محافظت پوشیده و از ماسک و عینک استفاده کنند تا از پوست، شش‌ها و چشم‌هایشان محافظت شود.



شکل(۱۷-۳) تثبیت مصالح ساحلی

### ۳-۸-۳ دفع مستقیم

دفع مستقیم شامل لندفیل کردن، دفع به هراه پسماند محلی و دفن در خاک است. دفع مستقیم تنها برای پسماندهای شامل کمتر از ۲۰٪ نفت مناسب است. مصالح تثبیت شده را نیز می‌توان با این روش دفع کرد [۲۵].

تصمیم گیری در مورد محل سایت‌های دفع مستقیم در جلسه‌ای متشكل از مسئولین شهرداری، استانداری و اداره محیط زیست منطقه مربوطه اتخاذ می‌شود. در زمان لندفیل یا دفن نفت یا مازاد نفتی باید حداکثر دقت را به کار گرفت تا نفت به سفره‌های آبی و یا آب سطحی نفوذ نکند. بدین منظور باید تعدادی چاه گمانه حول سایت احداث شوند تا از عدم نشت نفت به منابع آبی اطمینان یابیم. همواره قبل از لندفیل یا دفن باید از آخرین بخشنامه‌ها و ارتفاع تراز آب منطقه اطلاع یافته.

در صورت نبود لندفیل مناسب می‌توان از معادن متروکه، به عنوان سایت‌های دفع بهره برد. این محل‌ها معمولاً در برابر آب، نشت‌ناپذیر هستند ولی آگاهی از وجود عمق کافی برای اجتناب از سرریزش نفت به خارج از سایت در زمان بارندگی‌های شدید الزامی است [۲۵].

#### ۴-۸-۳ دفع پسماند محلی و نفتی با همدیگر

دفع همزمان نفت و پسماند محلی معمولاً روشی مناسب به حساب می‌آید، هر چند تجزیه نفت به علت کمبود اکسیژن به کندی انجام می‌پذیرد. در این صورت نفت به خوبی توسط پسماند محلی جذب شده و گرایش کمتری به نشت دارد. پسماند نفتی باید روی حداقل ۴ متر از فضولات محلی انباشته شود حتی می‌توان در نوارهای سطحی به ضخامت ۱۰/۱ متر یا شکاف‌هایی در ترانشه‌های به عمق ۰/۵ متر نفت را انباشت تا زهکشی آزاد آب ممکن باشد. صالح نفتی را بایستی با لایه‌ای از خاک بر روی ۲ متر پسماند محلی پوشاند تا تجزیه آن تسهیل شود. این کار هم چنین به عدم بالازدگی نفت در صورت عبور وسایل نقلیه از روی آن کمک می‌کند [۲۵].



شکل (۱۸-۳) دفع پسماند محلی و نفتی با همدیگر

#### ۴-۸-۴ دفن

در صورت بروز آلودگی نفتی سبک یعنی شرایطی که خطوط ساحلی کمی با مازاد نفتی و گلوله‌های قیری آلوده شده باشند، می‌توان صالح جمع‌آوری شده را در پشت ساحل دفن کرد. به شرطی که هیچ خطری متوجه پوشش گیاهی نشده، نفت توسط امواج به ساحل بازگردانده نشود و پوششی به ضخامت

حداقل ۱ متر به کار بردشود. لازم به ذکر است پیش از عمل دفن باید از عدم نشت نفت به سفره‌های آبی اطمینان یابیم [۲۵].

### ۹-۳ تجزیه

تجزیه هم شامل تجزیه فیزیکی پسماندنفتی می‌شود و هم تجزیه شیمیایی آن. بدین منظور دو روش پیشنهاد می‌شوند: لندفارم کردن و سوزاندن.

### ۹-۳-۱ لندفارم کردن

می‌دانیم که جمعیت‌های میکروبی به سرعت در خاک حوالی لکه نفتی افزایش می‌یابند. به همین علت بسیاری از تصفیه خانه‌ها در دنیا لندفارم کردن را جهت رهایی از پسماندهای تصفیه خانه‌ای خود در طی سال‌های گذشته امتحان کرده‌اند. اغلب موقع تجزیه هوازی مازاد نفتی در طول ۱ تا ۳ سال تا حد زیادی کامل می‌شود. سرعت اکسیداسیون با افزایش دما بالا می‌رود. به همین دلیل لندفارم کردن در آب و هوای استوایی و زیر استوایی شامل سواحل جنوبی ایران سرعت خوبی دارد [۲۵].

برای لندفارم کردن به زمین با وسعت کافی و فاصله منطقی از محل لکه نیاز داریم. سایت‌های لندفارم نباید در محل‌هایی که احتمال آلودگی آبهای زیرزمینی یا دیگر منابع آبی وجود دارد، قرار بگیرند. در ضمن خاک محل باید نشت پذیری کمی داشته باشد تا از نفوذ شیرابه‌ها به داخل آبهای زیرزمینی اجتناب شود. سایت را می‌توان به بخش‌هایی با دسترسی جاده‌ای تقسیم کرد. تا بتوان از کامیون‌های سنگین برای رسیدن به آنها استفاده کرد. سایت باید عاری از هرگونه خار، چوب و سنگ بزرگتر از ۳۰ سانتیمتر باشد. لایه خاک فوقانی را می‌بایست قبل از پخش مازاد نفتی توسط بولدوزر یا غلطک دندانه‌دار سست کرد. و کانال‌هایی برای پرهیز از زهکشی سطحی در منطقه تعبیه نمود. یک بند و یا حایل گرانشی برای جلوگیری از جریان نفت با آب باران لازم هستند [۲۵].

مازاد نفتی فارغ از مواد جامد بزرگ باید به طور یکنواخت در لایه‌ای به ضخامت ۲ تا ۱۰ سانتیمتر پخش شود. و اجازه هوا دیدگی داشته باشد تا رطوبت چسبندگی آن از بین برود. حداقل مقدار نفت پخش شده روی خاک  $10 \text{ kg/m}^2$  (۱۰۰ ton/hectar) است. پس از دوره هوادهی مازاد نفتی توسط شخم زدن با وسایل مکانیکی به طور کامل با خاک مخلوط می‌شود. اگر سایت، مورد توجه پرندگان ساحلی

باشد، می‌بایست عمل شخم زدن را به سرعت انجام داد. عمل مخلوط کردن را در فواصل زمانی رو به افزایش تکرار می‌کنیم تا سرعت تجزیه افزایش یابد [۲۵].

مقدار pH خاک باید در حدود بیش از ۶/۵ تنظیم شود تا محیطی مناسب برای رشد میکروبی به وجود آید. در صورت لزوم می‌توان از آهک استفاده کرد. می‌توان با افزودن کودهایی مانند اوره، فسفات آمونیوم و ... سرعت تجزیه نفت را افزایش داد. به طور مثال از ۱۰ قسمت نیتروژن در برابر ۱ قسمت فسفات برای ۱۰۰ قسمت نفت استفاده می‌شود [۲۵]. در صورت استفاده از تکنیک‌های لندهارم کردن به کارگیری جاذب‌های طبیعی مانند پوشال و حصیر در حین پاکسازی به مصالح مصنوعی ترجیح داده می‌شوند، زیرا سریع تر شکسته می‌شوند. در صورت تجزیه قسمت بیشتر نفت خاک باید قابلیت پرورش تنوع وسیعی از گیاهان (شامل درخت‌ها و چمن‌ها) را داشته باشد. دقت شود که گیاهان خوراکی در معرض آلودگی با فلزات سنگین موجود در نفت هستند [۲۵].

وسیله مؤثر دیگر تقویت تجزیه به کارگیری روش‌های کوددهی است به ویژه اگر از جاذب‌های طبیعی مانند حصیر، زغال سنگ و پوشال استفاده شده باشد. اگر مخلوط موجود مقدار کمی نفت داشت باشد، می‌توان آن را در پشت‌هایی برای تسهیل کود دهی انباست. استفاده از روش پشت‌ها در شرایط آب و هوایی سرددتر پیشنهاد می‌شود، زیرا پشت‌ها حرارت را نگه می‌دارند. این روش قابل اعمال کردن در مقیاس‌های کوچک است [۲۵].



شکل(۳-۱۹) لندهارم کردن

## ۲-۹-۳ سوزاندن

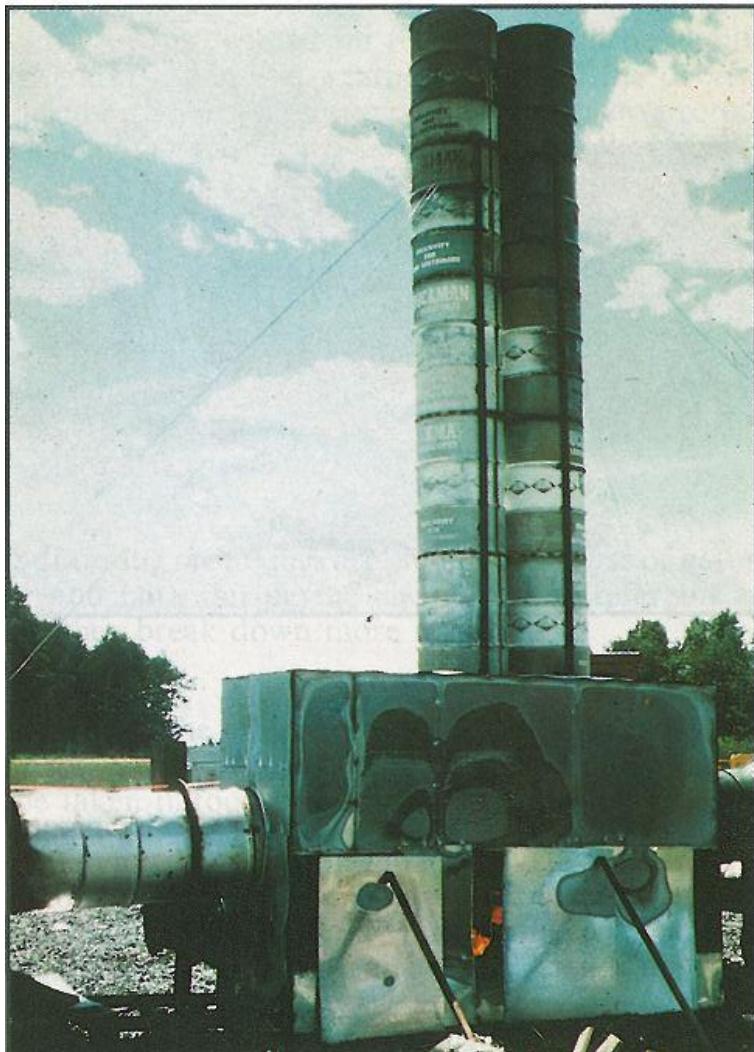
هدف اصلی، ایزوله کردن آلودگی در فاز انتشار آن است. یعنی حتی الامکان از انتقال آلودگی از دریا به خشکی و برعکس جلوگیری می‌شود. در صورت انتشار حجم وسیعی از نفت (آلودگی سنگین)، دیرکرد در ارزیابی شرایط و نبود امکان برای استفاده از روش‌های دیگر پاکسازی، می‌توان با تمهداتی نفت شناور را سوزاند که این عمل با تصمیم تیم مدیریت بحران، آلودگی هوا را افزایش داده و آلاینده را به فاز گاز تبدیل می‌کند. سوزاندن نفت از آخرین گزینه‌های موجود است و در واقع در تنافض با اصل اولیه ذکر شده (حفظ آلودگی در فاز انتشار) است [۲۵].

سوزاندن مازاد نفتی در هوای آزاد پیشنهاد خوبی به نظر نمی‌رسد، مگر در صورت بروز آلودگی در محل‌های دور از دسترس و یا در صورت غافلگیر شدن با حجم وسیعی از نفت که مناطق حساس و محافظت شده را تهدید می‌کند. دلیل عدم پیشنهاد سوزاندن در هوای آزاد افزایش آلودگی هوا است. در صورت سوزاندن نفت در هوای آزاد نفت مجدداً جذب زمین شده و باقی‌مانده قیری مشکلی دیگر خواهد بود. زیرا نفت ندرتاً به طور کامل احتراق می‌یابد.

برای حل این مشکلات می‌توان از کوره استفاده کرد. می‌توان از کوره‌های متحرک ویژه پسماند نفتی برای تأمین دماهای بالای مورد نیاز برای احتراق کامل استفاده کرد. انواع کوره گردان و روباز مناسب‌ترین کوره‌ها برای نفت با مواد جامد زیاد هستند. کوره‌های استفاده شده برای پسماند محلی معمولاً مناسب نیستند، زیرا کلرید آب دریا خوردگی را افزایش می‌دهد. کوره‌های صنعتی با دمای بالا می‌توانند نمک‌ها را تحمل کند ولی ظرفیت کافی برای سوزاندن مقدار زیاد پسماند نفتی ندارند. تنها در صورتی می‌توان از این کوره‌ها استفاده کرد که امکان انبار کردن طولانی مدت مازاد نفتی وجود داشته باشد [۲۵].

به علت عدم وجود کوره‌های با شرایط مطلوب و تعداد کافی در نواحی ساحلی جنوب ایران در این قسمت به معززی ابزاری ابداعی برای سوزاندن مازاد نفتی می‌پردازیم. کوره مورد نظر می‌تواند در محل مونتاژ شود مصالح مورد نیاز تنها ۴۵ گالن نفتی است. مصالح ساحلی آلوده به نفت با نرخ ۷ تن بر ساعت از یک طرف وارد کوره می‌شود و ماسه تمیز و سنگریزه‌ها از سوی دیگر خارج می‌شوند. در صورتی که مصالح وارد شونده شامل حداقل ۲۵٪ نفت باشند، و بیش از ۵۰٪ آب نداشته باشند احتراق به طور خودسوز ادامه می‌یابد. عمر کوره‌های ساخته شده در محل معمولاً کوتاه می‌باشد. اما باید بتوان حداقل ۱۰۰ تا ۶۰۰ تن ماسه آلوده را با هر کوره سوزاند. هم چنین هوای مورد نیاز برای احتراق را می‌توان ایک

کمپرسور مناسب و یا فن دمنده برای اطمینان از احتراق کامل تأمین کرد. شکل کوره مورد نظر در شکل (۲۰-۳) نشان داده شده است [۲۵].



شکل (۲۰-۳) کوره ساخته شده در محل

شرایط لازم برای احتراق آزاد لکه نفتی عبارتند از :

- ۱ ضخامت لکه نفتی بیش از ۳ الی ۵ میلیمتر باشد
- ۲ لکه نفتی حداقل ۵۰۰ بشکه حجم داشته باشد.
- ۳ حدال فاصله لکه نفتی از ساحل و تأسیسات نفتی بین ۱ الی ۵ کیلومتر باشد.
- ۴ جهت باد به سمت مکان‌های حساس زیستی نظیر مناطق مسکونی نباشد.

قطر لکه نفتی باید به اندازه‌ای باشد که ارزش سوزاندن را داشته باشد. زیرا در زمان سوراندن لکه نفتی اگر ضخامت لکه به ۱ میلیمتر برسد، خاموش می‌شود. لذا سوزاندن لکه با ضخامت ۲ میلی متر، ۵٪ اثر بخش است، در حالی که احتراق لکه به ضخامت ۱۵ میلیمتر ۷۵٪ اثر بخشی خواهد داشت [۱۱]. از مواد مناسب برای مشتعل کردن لکه نفتی می‌توان به ژل نفتی، الکل‌های ژلی و مواد اشتعال‌زای مناسب شیمیایی می‌توان نام برد. رعایت نکات ایمنی برای تیم مقابله و در اختیار داشتن تجهیزات ایمنی مناسب (PPE) شامل ماسک تمام صورت، یا نیم صورت، فیلترهای مناسب برای VOC، PM10، لباس مناسب ضد آتش و غیره الزامی است [۱۱].

### ۱۰-۳ استفاده از باکتریهای نفتخوار

یکی از روش‌های جدید برای رفع آلودگی‌های نفتی استفاده از باکتریهای نفت‌خوار است که در کشور ما نیز این باکتریها توسط دکتر غلامحسین ابراهیمی پور جداسازی شده‌اند. طبق گفته ایشان این باکتریها قادرند مواد ترکیبات نفتی را تا ۱۰۰٪ به بیومس میکروبی و گاز کربنیک تبدیل کنند. در صورتیکه بهترین نمونه‌های جدادشده در آلمان تنها ۸۰٪ قادرند این کار را انجام دهند [۲۴].

یکی از عمدۀ ترین آلاینده‌های آب دریا کشتی‌های نفت کش هستند. این کشتی‌ها معمولاً پس از تخلیه محموله نفتی خود در بنادر مقصد، مخزن خود را تا حدی با آب دریا پر می‌کنند. بارگیری این آب که معمولاً آب توازن نامیده می‌شود برای حفظ تعادل کشتی در مسیر بازگشت به بنادر در مبدأ قبل از بارگیری دوباره نفت، آب توازن خود را در دریا تخلیه می‌کنند که همین امر موجب می‌شود تا مقادیر بسیار زیادی نفت خام نیز وارد آب دریا می‌شود. در صورتیکه اگر باکتری‌های نفت‌خوار به آب توازن نفت کش‌ها اضافه شوند، قبل از تخلیه آب توازن نفت موجود در آن به بیومس میکروبی تبدیل شده و به این ترتیب نه تنها دریا را آلوده نمی‌کند بلکه بیومس میکروبی آن مورد تغذیه آبزیان نیز قرار می‌گیرد. بنابراین اگر باکتری‌های نفت‌خوار را در سطح وسیعی تولید کنیم علاوه بر پاکسازی آبهای ساحلی خود می‌توانیم با فروش به سایر کشورها درآمد ارزی بالایی بدست آوریم [۲۴].

### ۱۱-۳ بوم ها

در صورت بروز آلودگی های سنگین و تأخیر در تشخیص لکه نفتی احتمال انتقال نفت از دریا به خشکی و از خشکی به دریا بالا می رود. در این شرایط بهترین، میسرترین و ارزان قیمت‌ترین تکنولوژی موجود در کشور استفاده از بوم است. برای پیشگیری از گسترش لکه نفتی بر روی آب و یا حذف فیزیکی نفت شناور بر روی سطح نفوذ ناپذیر خشکی از بومها استفاده می شود. خصوصیات کارکرد و خواص فیزیکی انواع بومها در جدول (۳-۷) آورده شده است [۲۵].

جدول (۳-۹) خصوصیات عملکرد و خواص فیزیکی انواع بوم ها

خصوصیات فیزیکی			خصوصیات عملکرد		شرایط زیست محیطی			انواع بوم
قابلیت تراکم	سهولت پاکسازی	سهولت حمل	مقاومت	واکنش موج	سواحل محافظت شده $H_s < 1ftV < 0.5kt$	بنادر و خلیج ها $H_s < 3ftV < 1kt$	دریاهای آزاد $H_s > 3ftV < 1kt$	
۳	۱	۲	۲	۲	۱	۱	۲	بوم سخت شناور
۲	۳	۳	۱	۱	۲	۲	۱	بوم کششی
۱	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۱	بوم متورم با فشار
۱	۲	۱	۳	۱	۱	۱	۲	بوم متورم
۳	۳	۲	۲	۳	۱	۲	۳	فنس

$H_s$ =ارتفاع موج

$V$ =سرعت جریان سطحی

۱: خوب

۲: معمولی

۳: ضعیف

تنها وجود چند شناور جهت گستردن بوم بر روی سطح دریا و نیروی کاری عادی برای استفاده از بوم کافی است. فقط باید به ضد آب و ضد نفت بودن مواد متشکله بوم توجه کرد و این که بوم تحمل فشار ناشی از مواد محصور شده را داشته باشد. از میان تکنیک های مختلف استفاده از بوم، هندسه نعل اسپی بر روی دریا و دایره کامل در خشکی بهترین هستند. پیشنهاد می شود در مانورهای سالانه تکنیک های استفاده از بوم (به ویژه بر روی دریا) تمرین شوند. پخش فیلم های ضبط شده از نحوه گستردن بومها در کوتاه ترین زمان ممکن و بدون آسیب زدن به بوم، چاپ و انتشار جزو ات و متون

تخصصی حاوی تصاویر و توضیحات لازم برای افراد ذیربطر الزامی است. پس از حصر نفت توسط بومها می‌توان از هر یک از خانواده ابزار زیر برای حذف کامل نفت استفاده کرد [۲۵].

۱-ابزار مکش

۲-ابزار استفاده کننده از مواد اولئوفیلیک

۳-ابزار القایی

۴-ابزار دیگری که قابلیت حذف نفت محصور شده ار داشته باشد.

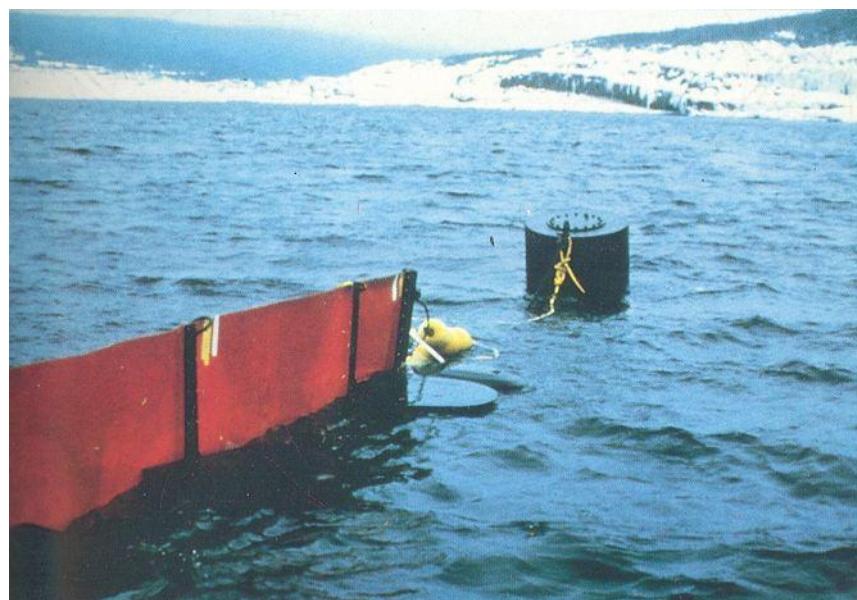


شكل(۲۱-۳) بوم ساخته شده در محل [۲۵]

درایران معمولاً از اسکیمر یا پمپ جهت حذف نفت محصور شده استفاده می‌شود. روش حذف نفت به طور کلی مناسب آلدگی‌های سنگین و یا آلدگی‌های متوسط با ضخامت بالاست. استفاده از تانکرهای خلاء روی کامیون‌ها برای حمل آلدگی ناشی از نفت بسیار لزج مناسب تر است. ولی برای سواحل سنگی بیل مکانیکی بهتر است. به طور کلی در صورتی که ضخامت لایه نفت قابل توجه باشد، از روش حذف فیزیکی استفاده می‌کنیم [۲۵].



شکل(۲۴-۳) نحوه گستردن بوم روی دریا [۲۵]



شکل(۲۴-۴) فنس دریایی [۲۵]

### ۳-۱۲-۳ سازماندهی و مدیریت نیروهای کاری

برای موفقیت عملیات سازماندهی مناسب نیروی کاری درگیر پاکسازی خط ساحلی امری حیاتی است. برای مدیریت عملیات پاکسازی حتماً باید از تیم آشنا به تکنیک‌های مدیریت بحران در کنار نیروی کاری تخصص دیده بهره برد. در زمان وقوع آلودگی‌های سنگین و متوسط می‌توان از نیروهای کاری نیمه متخصص و حتی بسیج عمومی محلی کمک گرفت.

معمولًاً از یک ساختار سازمانی دو قسمتی استفاده می‌شود [۲۵]:

- پایگاه یا ستاد که داده‌های مرتبط با ارزیابی آلودگی را گرفته و کارآمدی عملیات پاکسازی را کنترل و منابع لازم برای عملیات پاکسازی را سازماندهی می‌کند.
- تیم‌های کاری نواحی مشخص شده که عهده‌دار عملیات پاکسازی هستند و شرایط کارگاه را ارزیابی کرده، داده‌های لازم را به پایگاه می‌رسانند.

### ۳-۱۲-۴ پایگاه (ستاد مدیریتی)

سازماندهی: تمام عملیات پاکسازی باید توسط تیم مدیریت حاضر در سایت هدایت شوند. باید به پایگاه به راحتی دسترسی داشت. در صورت نیاز تابلوهای راهنمای نصب شده و سیستم بیسیم برقرار می‌شود. در صورت امکان محل سکونت و غذاخوری اعضای تیم پاکسازی باید نزدیک پایگاه باشد [۲۵].

ارتباطات: ارتباط دائم با تمام تیم‌های کاری درگیر عملیات پاک سازی ساحل الزامی است. سیستم بیسیم و تلفن سیار بهترین وسایل ارتباطی بین سایت‌های کاری و مقر ستاد مدیریتی هستند. مسئولین تیم‌ها باید یک یا دو بار در روز به پایگاه گزارش دهند. در مسافت‌های دورتر از تلفن و تلکس استفاده می‌شود [۲۵].

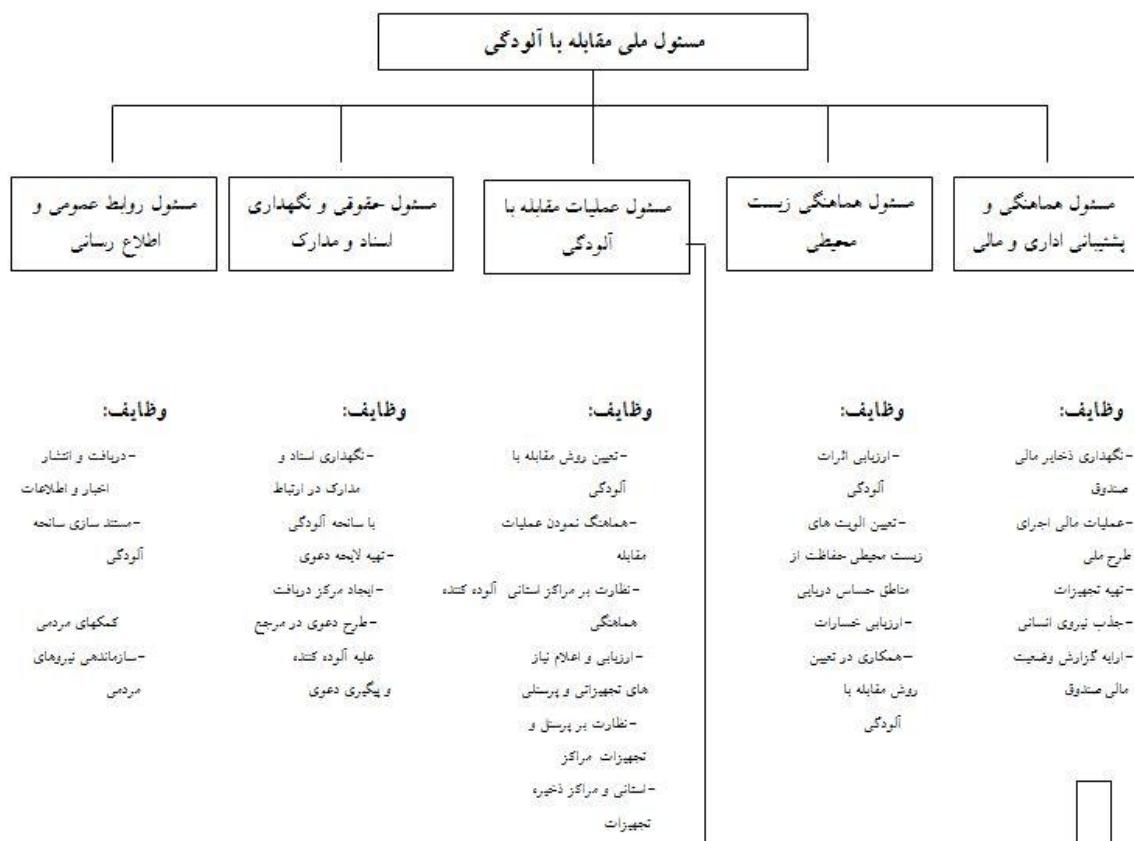
نظرات: آگاهی کافی از وضعیت واقعی برای کنترل مؤثر عملیات الزامی است. یک مکانیزم گزارش‌دهی منظم از پیشرفت کار از طرف تیم‌های کاری الزامی است. در آلودگی‌های سنگین وجود یک فروند هلیکوپتر یا هواپیمای سبک مزیتی است برای ترسیم تصویری کلی از وضعیت موجود به ویژه در زمان‌هایی که انتظار داریم آلودگی گسترش یابد [۲۵].

## ۲-۱۲-۳ تیم‌های کاری

سازماندهی: هر منطقه عملیاتی مثلاً قسمتی از خط ساحلی باید توسط فردی که فعالیت‌ها را به پایگاه گزارش داده و کار ارزیابی منابع روزانه سایت و ذخیره موقع و دفع را انجام می‌دهد باید مورد سرپرستی قرار گیرد.

آموزش: آموزش تکنیک‌های مناسب و روش‌های استفاده از تجهیزات در محل سایت ضروری است. نقش این مورد به خصص در حین عملیات بلند مدت که تیم‌های کاری شیفتی تغییر می‌کنند، پر رنگ‌تر است.

نگهداری و تعمیر: تعمیر و نگهداری تجهیزات محیط زیست دریابی برای جلوگیری از مشکلات فنی الزامی است. حضور تیم فنی برای کمک به اپراتورها در نگهداری و تعمیر تجهیزات الزامی است [۲۵]. در شکل (۲۴-۳) یک نمونه چارت مدیریتی عملیات مقابله با آلودگی نفتی آورده شده است. معمولاً موسسات و تیمهای تخصصی از چنین ساختارهایی استفاده می‌کنند.



شکل (۲۴-۳) نمونه ساختار مدیریتی عملیات مقابله

### ۱۳-۳ آموزش

پس از آموزش اولیه کارکنان ستاد بحران، انجام مانورهایی بالا هدف مشخص و استراتژی های گوناگون برای مدیران نیز الزامی است. پس از برگزاری کلاس های آموزشی مناسب با تجهیزات، کارگاه های عملی نیز می بایست برگزار شوند. باید از فیلم های آموزشی، عکس ها در کنار تمرین ها بهره برد و جلسات سؤال و جواب برای به روز کردن اطلاعات برگزار کرد. برگزاری سمینار های سالانه و کنفرانس هایی دو یا سه سالانه برای مدیران و مهندسین مرتبط بسیار مفید خواهد بود. با این که در اغلب کشورهای پیشرفته تمرین ها و مانورها ۴ بار در سال انجام می پذیرد، در کشور ما می توان بر حسب احساس نیاز چنین تمریناتی را زمان بندی کرد. نکته مهم عدم تکرار مانور در یک محل و در فصل خاصی از سال است. تجهیزات لازم برای مقابله با آلودگی را می توان انبار کرده و آمار دقیقی از آنها تهیه نمود. بدین شکل می توان ماشین آلات و ادوات موجود را لیست کرده و اقلام مورد نیاز را تأمین کرد. برای طولانی تر کردن عمر وسایل و تجهیزات دوری از رطوبت، دمای مناسب و اجتناب از اشعه مأواه بینش بسیار مهم است. مثلاً بوم های رول شده را گاهی باید باز کرد. پیشنهاد می شود با کشورهای حاشیه خلیج فارس و دریای عمان اتحادیه پاکسازی سواحل تأسیس شده، قوانین و ضوابط مشترکی تدوین نموده و سمینار های آموزشی و مانورهای مشترک برگزار شوند.

### ۱۴-۳ هزینه ها

هزینه های آلودگی نفتی به دو دسته تقسیم می شوند:

-۱ پاکسازی

-۲ خسارت

هزینه های مربوط به تعیین خسارات به طور مفصل توضیح داده خواهند شد. هزینه های صرف شده برای کنترل و پاکسازی آلودگی نفتی در پایان هر شیفت کاری به مسئول پایگاه مربوطه ارسال و در پایان به خسارت پیش آمده افروده می شوند. معمولاً پاکسازی نفت خام سنگین و مازاد نفت خام مشکل تر و پر هزینه تر از نفت سبک و مشتقات نفتی است.

فدراسیون آلودگی صاحبان نفتکش ها با بررسی هزینه ۲۶ لکه نفتی از نفتکش ها هزینه پاکسازی را ۳۸۳۰ دلار امریکا به ازای هر تن برآورد کردند. این مبلغ از ۷۱ دلار تا ۲۱۰۰۰ دلار در تن در نوسان است. در صورت استفاده از تکنیک های هوایی باید در نظر داشت که هزینه هر ساعت کار یک فروند هواپیمای

C-130 برای حمل وسایل مورد نیاز حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ دلار امریکا است. علاوه بر هزینه هواپیما یا کشتی حامل مواد پراکنده ساز این مواد ۱۶۰۰ دلار به ازای هر تن هزینه دارند. در صورت استفاده از هواپیما این رقم به حدود ۴۰۰۰ دلار امریکا یعنی ۲۰۰ دلار به ازای هر تن نفت با فرض نسبت ۱ قسمت پراکنده ساز به ۲۰ قسمت نفتی می‌رسد. هزینه پاکسازی سواحل بر حسب نوع سال، نفت انتشار یافته و از همه مهمتر روش پاکسازی از صفر تا ۷۰۰۰ دلار امریکا در هر متر مربع در نوسان است. هزینه لندفیل کردن از ۱۰ تا ۱۰۰ دلار متغیر است [۲۵].

از هر یک از سه فرمول زیر برای تخمین هزینه‌ها می‌توان استفاده کرد [۳۱]:

- ۱- در صورتی که از روش‌های دستی برای پاکسازی استفاده شود، مقدار هزینه را از فرمول زیر می‌توان تخمین زد (Shikida, 1999).

$$e = 83.33(S - 34.612)$$

e تعداد کارگران و S مقدار نفت جمع‌آوری شده در هر روز بر حسب تن است.

- ۲- برای تخمین اولیه هزینه بر حسب طول ساحل آلوده شده از فرمول زیر استفاده می‌شود (ROSS, 1991):

$$y = 7959X^{0.673}$$

هزینه پاکسازی به ازای هر کیلومتر ساحل آلوده شده و X طول خط ساحلی آلوده شده بر حسب کیلومتر است.

- ۳- هزینه تخمین بر حسب مقدار نفت انتشار یافته و طول ساحل از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$y = 87.59X + 9469$$

X طول ساحل آلوده شده بر حسب کیلومتر و y هزینه پاکسازی کل به ازای هر تن است.

## ۱۵-۳ تعیین میزان خسارات زیست محیطی واردہ از ناحیه آلودگی نفتی

اصل پنجم‌هم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران:

«در جمهوری اسلامی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی می‌گردد. از این رو فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیر قابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است.»

در صورت پیش آمدن آلودگی نفتی بر حسب نوع آلودگی می‌توان از نیروهای محلی، ملی و بین‌المللی کمک خواست. کاملاً واضح و آشکار است که تمامی هزینه‌های مصروفه به اضافه خسارات زیست

محیطی برآورد شده می‌باشد به عنوان جریمه از طرف مقصـر حقیقـی یا حقوقـی آلودـگـی پـرداخت شـود. در کـشورـهـای پـیـشـرـفـتـه دـادـگـاهـهـای صـلاـحـیـت دـار در مـورـد تعـیـین عـامـل و مـجاـزـات درـخـور جـرم تـصـمـیـم گـیرـی مـیـکـنـد. مـثـلـاً در کـشـور اـیـالـات مـتـحـدـه قـوـانـین فـدـرـال و اـیـالـتـی پـیـچـیدـهـای در مـورـد آـلـودـگـهـای زـیـسـت مـحـیـطـی و بـه وـیـژـه نـفـت وـجـود دـارـد. مـتـأـسـفـانـه در حـال حـاضـر در کـشـور ما چـنـین مـراـجـعـی اـحـراـز صـلاـحـیـت نـشـدـه و قـوـانـین آـشـکـارـی وـضـع نـشـدـهـانـد. پـیـشـنـهـاد مـیـشـود در صـورـت بـروـز آـلـودـگـی در خـشـکـی هـیـأـتـی مـتـشـکـل اـز کـارـشـنـاس حـاضـر در مـحـل سـازـمـان مـحـیـط زـیـسـت یـا اـدـارـه مـتـبـوع اـسـتـانـی، نـمـایـنـدـه دـولـت اـز اـسـتـانـدارـیـهـاـی مـرـتـبـط، کـارـشـنـاس مـقـیـم وزـارت نـفـت وـدر صـورـت اـرـتـبـاط آـلـودـگـی با کـشـورـهـای هـمـسـایـه هـمـرـاـh با نـمـایـنـدـه وزـارت نـیـرـو تـشـکـیـل شـدـه وـنـسـبـت بـه تـأـیـید وـارـائـه گـزـارـشـی جـامـع وـمـدـون اـز اـبعـاد آـلـودـگـی وـهـزـینـهـهـای تـحـمـیـل شـدـه مـتـن شـکـوـائـیـهـای آـمـادـه وـبـه شـعـب مـطـلـع بـه اـمـور زـیـسـت مـحـیـطـی قـوـه قـضـائـیـه تـقـدـیـم کـنـنـد. پـیـش اـز رسـیدـگـی کـامـل بـه پـرـونـدـه، پـرـداـخت جـرـیـمـه مـتـنـاسـب، رـفع آـلـودـگـهـای پـیـش آـمـدـه وـاـخـذ تعـهـد یـا سـلـب مـجـوز اـز عـامـل حـادـثـه اـدـامـه فـعـالـیـت مـبـنـی بـر اـكـتـشـاف، استـخـرـاج، اـنـتـقـال وـپـالـیـش نـفـت بلاـمانـع مـیـباـشـد.

همـان طـور کـه ذـکـر شـد در حـال حـاضـر قـوـانـين اـجـرـايـي وـیـژـه تعـیـین خـسـارـات، جـرـایـم وـمـجاـزـاتـهـای مـتـنـاسـب با آـلـودـگـی نـفـتـی وـجـود نـدـارـد. در نـتـیـجـه در صـورـت بـروـز آـلـودـگـی نـفـتـی در سـواـحل اـز موـاد مـرـتـبـط آـیـيـن نـامـهـهـای ۱۰۴ و ۱۳۴ قـانـون برنـامـه سـوم توـسـعـه کـه در اـيـن قـسـمـت آـورـدـه مـیـشـونـد استـفادـه خـواـهـد شـد. با تـوـجـه بـه مـفـاد مـذـکـور، جـداـول مـوجـود، نقـشـهـهـای فـصـل ۸ وـضـرـاءـب اـعـلام شـدـه اـز سـوـی بـانـک مرـكـزـی با استـنـاد بـه گـزـارـش پـایـگـاهـهـای درـگـیر پـروـژـه مقـابـلـه با آـلـودـگـی شـورـای مـسـئـول (وـدر صـورـت نـيـاز) نـهـاد تـصـمـیـم گـيرـي قـوـه قـضـائـيـه در مـورـد مـيـزان رـيـالـي خـسـارـت وـارـدـه تـصـمـیـم گـيرـي خـواـهـد كـرد.

### ۱-۱۵-۳ ۱۰۴ مـادـه قـانـون برنـامـه سـوم توـسـعـه

مـادـه ۱- درـايـن آـيـيـن نـامـه تعـارـيف زـيرـبـه کـارـرـفـتـه است:

**آلـودـگـی** : عـبارـت است اـز تعـرـيـف مـذـکـور درـمـادـه (۹) قـانـون حـفـاظـت وـبـهـسـازـي مـحـيـط زـيـسـت.

**تخـرـيـب** : منـظـورـهـرـگـونـه تـغـيـيرـدـرـمنـابـع طـبـيـعـيـ است کـه تعـادـل طـبـيـعـت وـتـنـوـع زـيـسـتـي رـابـه طـورـجـدي درـمعـرـض خـطـرـقـرار دـهد.

**خرـوجـى** : منـظـورـفـاـضـلـاب ، هـوـاـيـ آـلـودـه ، موـادـزاـيد وـيا اـصـواتـيـ است کـه اـز واـحـدـبـه مـحـيـط تـخلـيـه مـیـشـود.

واحد : منظور واحدهای تولیدی اعم از صنعتی ، معدنی و صنایع کشاورزی است که نتیجه کار آنها مواد اولیه ، محصول یا حامل انرژی است.

سازمان : منظور سازمان حفاظت محیط زیست است.

میزان آلودگی : عبارت است از مقدار افزایش آلودگی از حد مجاز (که در جداول زیر آورده شده‌اند) تقسیم بر حد مجاز به شرح زیر

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

تبصره ماده ۴ - در صورت اعتراض واحدی نسبت به مهلت تعیین شده موضوع جهت تصمیمگیری در کمیته سه نفره متشکل از مدیر کل حفاظت محیط زیست استان ، نماینده استانداری و بالاترین مسؤول دستگاه ذیربسط در استان مطرح خواهد شد ، تصمیم کمیته لازم الاجرا است [۲].

ماده ۳ - میزان جریمه ماهانه آلودگی آب از حاصل ضرب عوامل زیر برای آلاینده ترین عامل تعیین می‌گردد [۲] :

الف- حجم کل خروجی در ماه (بر حسب مترمکعب)

ب- میزان آلودگی (براساس تعریف و مطابق جدول ۱۰-۳)

ج- ضریب ریالی (مطابق جدول ۱۰-۳)

د- حساسیت منطقه (مطابق جدول ۱۱-۳)

ه- حساسیت محیط (مطابق جدول ۱۲-۳)

و- ضریب ۲ برای تخلیه های ناگهانی

ماده ۶ - میزان جریمه ماهانه آلودگی هوا از حاصل ضرب عوامل زیر برای آلاینده ترین عامل تعیین می‌گردد [۲] :

الف- حجم کل خروجی در ماه (بر حسب مترمکعب)

ب- میزان آلودگی (مطابق جدول ۱۰-۳)

ج- ضریب ریالی (مطابق جدول ۱۰-۳)

د- ضریب حساسیت منطقه (مطابق جدول ۱۱-۳)

ماده ۱۶-۳ - میزان جریمه آلودگی ناشی از دفع غیر صحیح مواد زاید جامد یا مایع از حاصل ضرب عوامل زیر تعیین می‌گردد [۲] :

الف- وزن مواد زاید آلاینده (بر حسب کیلوگرم)

ب- ضریب ریالی (مطابق جدول شماره ۱۰-۳)

ج- ضریب حساسیت منطقه (مطابق جدول ۱۱-۳)

ماده ۹- میزان جریمه تخریب از حاصلضرب هریک از عوامل زیر در ضریب ریالی ( مطابق جدول

۱۰-۳) تعیین می گردد مازاد بر سطح ، حجم ، یا تعداد مجازی که دستگاه صادرکننده در مجوز اعلام

میکند [۲]:

الف - درمورد تخریب خاک ، حجم خاک جابجا شده (به مترمکعب)

ب- درمورد تخریب اراضی ، مساحت اراضی تخریب شده (به هکتار)

ج- در مورد قطع اشجار و بوته کنی ، تعداد و نوع گونه.

د- درمورد مرگ و میر جانوران وحشی ، تعداد و نوع گونه

ه- در مورد رودخانه ها و سایر جریانهای آبی ، طول مسیر (به کیلومتر)

و- درسه تالاب وسایر آبهای ساکن (هکتار)

ماده ۱۰- ضریب ریالی هر سال براساس نرخ رسمی تورم سال قبل که توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی اعلام میشود افزایش مییابد [۲].

ماده ۱۱- جریمه واحدهایی که ضمن پرداخت جریمه جهت کاهش آلودگی های خود اقدام نکنند پس از گذشت هر سال با ضریب دونسبت به سال قبل محاسبه می شود [۲].

ماده ۱۲- درصورتی که به تشخیص سازمان تغییر قابل ملاحظه ای در میزان آلودگی به وجود آید سازمان میتواند جریمه ماههای بعد را مجدداً محاسبه و اعمال نماید [۲].

ماده ۱۳- درصورتی که آلودگی واحدی خطر فوری برای سلامت انسان و محیط داشته باشد مطابق تبصره ماده (۱۱) قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست اقدام خواهد شد [۲].

ماده ۱۴- جریمه طبق جداول این آیین نامه توسط سازمان ، محاسبه و به واحد اعلام می گردد.

درصورتی که واحدی ظرف مدت یک ماه پس از ابلاغ جریمه ، از پرداخت جریمه خودداری کند مطابق قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست اقدام خواهد شد [۲].

### ۳-۱۵-۲ ماده ۱۳۴ قانون برنامه سوم توسعه

تبصره ماده ۳-۱۶-۳ واحدهایی که به تشخیص سازمان اقدامات مطلوبی راجهت رفع آلودگی انجام داده اند مشمول تا ۹۰٪ درصد تخفیف از جریمه متعلقه خواهند شد [۳]. آبهای سطحی زیرزمینی حساس ترین نقاط در برابر آلاینده‌های نفتی به شمار می‌آیند. برای تعیین آلودگی ایجاد شده در آب از جدول (۱۰-۳) استفاده می‌کنیم.

جدول (۱۰-۳)

ملاحظات	ضریب ریالی	حد مجاز تخلیه mg/lit			عوامل آلاینده	ردیف
		صرف کشاورزی	به آبهای زیرزمینی	به آبهای سطحی		
	۱۰	۱۰۰	۵۰	۵۰	BOD <sub>5</sub>	۱
	۷	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	COD	۲
	۰/۱	-	۱	۱	فسفات	۳
	۵	-	۱۰	۵۰	نیترات	۴
	۱۲	۰/۰۵	۰/۲	۰/۲	کادمیوم (Cd)	۵
	۳۰	۱	۱	۰/۵	کروم (Cr)	۶
	۶۰	آثار	آثار	آثار	جیوه (hg)	۷
	۶۰	۰/۰۵	۱	۱	کبالت (Co)	۸
	۰/۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	مولیبدن (Mo)	۹
	۱۲۰	۲	۲	۲	نیکل (Ni)	۱۰
	۶۰	۱	۱	۱	سرب (Pb)	۱۱
	۶۰	۰/۱	۰/۱	۱	سلنیوم (Se)	۱۲
	۶۰	۰/۱	۰/۱	۱	نقره (Ag)	۱۳
	۶	۰/۱	۰/۱	۰/۱	وانادیوم (V)	۱۴
	۶	۰/۱	۰/۱	۰/۱	آرسنیک (As)	۱۵
	۱	۱۰	۱۰	۱۰	مواد چربی و نفتی	۱۶
هر درجه کاهش یا افزایش نسبت به حد مجاز در متر مکعب	۱۰۰۰	۶-۸/۵	۵-۹	۶/۵-۸/۵	Ph	۱۷
هر واحد اختلاف NTU	۲/۵	۵۰	-	۵۰	کدورت (NTU)	۱۸

برای تعیین حساسیت منطقه- آب و خاک از جدول (۱۱-۳) استفاده خواهد شد. ضریب منطقه استخراج شده از این جدول در ضرایب دیگر ضرب خواهد شد. ضریب محیط بر حسب درجه حساسیت محیط - آب از جدول (۱۲-۳) استخراج می‌شود. در صورت سوزاندن قسمتی از نفت یا تمام آن از جدول (۱۳-۳) برای تعیین آلودگی هوا استفاده می‌کنیم.

جدول (۱۱-۳)

منطقه	خوزستان، بوشهر، هرمزگان	سیستان و بلوچستان
ضریب منطقه	۱/۸	۱

جدول (۱۲-۳)

محیط	استان	ضریب محیط
حله، مند	بوشهر	۲
کارون	خوزستان	۲
خلیج فارس و دریای عمان		۱/۸
دشت خوستان		۱/۸
سایر رودخانه‌های جنوب کشور		۱/۶
سایر چاههای آب		۱/۴
زمین‌های کشاورزی		۱/۲
اراضی بایر		۱

جدول (۱۳-۳)

عامل آلاینده	واحد	حد مجاز تخلیه	ضریب ریالی
CO	ppm	۱۳۰	۱۰
SO <sub>2</sub>	ppm	۸۰۰	۲
NO <sub>x</sub>	ppm	۳۵۰	۸
H <sub>2</sub> S	ppm	۳۰	۱۶
NH <sub>3</sub>	ppm	۱۰۰	۱۳
S <sub>2</sub> C	ppm	۱۱۰	۱۰
ذرات ناشی از هیدروکربورهای گروه اول	mg/m <sup>3</sup>	۲۰	۱۹
ذرات ناشی از هیدروکربورهای گروه دوم	mg/m <sup>3</sup>	۱۵۰	۱۰
ذرات ناشی از هیدروکربورهای گروه سوم	mg/m <sup>3</sup>	۳۰۰	۸

در صورت انتشار آلودگی به محیط‌های انسانی ضریب حساسیت منطقه- هوا و صدا از جدول (۱۴-۳) استخراج می‌شود.

جدول (۱۴-۳)

ضریب	شرح	نوع منطقه
۱	مناطق خارج شهر و اماکن غیر مسکونی	غیر حساس
۲	مناطق مسکونی و مناطق زیستی حساس	نیمه حساس
۳	شهرهای آلوده از نظر آلودگی هوا	حساس

میزان جریمه ناشی از تخریب محیط زیست از جدول (۱۵-۳) استخراج می‌گردد. میزان ضریب‌های در محدوده معین شده توسط سازمان و با همکاری وزارت جهاد کشاورزی (سازمان جنگل‌ها) معین خواهد شد.

جدول (۱۵-۳)

ضریب ریالی $\times 1000$	واحد	نوع تخریب
۱۰۰۰-۱۰	مترمکعب	خاکبرداری و خاکریزی
۱۰۰۰-۱۰	اصله	قطع اشجار (درختان و درختچه‌ها)، بوته کنی
۱۰۰۰-۱۰	تعداد	مرگ و میر جانوران وحشی
۲۰۰۰-۱۰۰	هکتار	تخرب اراضی اعم از جنگلی، مرتعی، کشاورزی وغیره
۲۰۰۰-۱۰۰	کیلومتر	رودخانه‌ها و سایر جریان‌های آبی
۱۰۰۰-۱۰۰۰	هکتار	تالاب‌ها و سایر آبهای ساکن

در صورت عدم دفع صحیح مواد زائد نفتی ضریب ریالی از جدول شماره (۷-۶) استخراج می‌گردد.

جدول (۱۶-۳)

گروه	کد بین الملل	نوع مواد زائد	شاخص آلایندگی	واحد	ضریب ریالی $\times 1000$
۱	Y <sub>41</sub>	حلال‌های آلی هالوژن دار	وزن ماده	Kg	۱۰۰۰۰
۱	Y <sub>29</sub>	جیوه، ترکیبات جیوه	وزن جیوه	Kg	۱۰۰۰۰
۱	Y <sub>45</sub>	ترکیبات آلی هالوژن دار	وزن ماده	Kg	۱۰۰۰۰
۲	Y <sub>26</sub>	کادمیوم، ترکیبات کادمیوم	وزن کادمیوم	kg	۵۰۰۰
۲	Y <sub>24</sub>	آرسنیک و ترکیبات آرسنیک	وزن آرسنیک	Kg	۵۰۰۰
۲	Y <sub>21</sub>	ترکیبات کروم ۶ ظرفیتی	وزن کروم	Kg	۵۰۰۰
۲	Y <sub>25</sub>	سلنیوم و ترکیبات سلنیوم	وزن سلنیوم	Kg	۵۰۰۰
۳	Y <sub>34</sub>	اسیدها به اشکال محلول یا جامد	وزن اسید آزاد	Kg	۱۰۰
۳	Y <sub>35</sub>	بازها به اشکال محلول یا جامد	وزن باز آزاد	Kg	۱۰۰
۴	Y <sub>37</sub>	ترکیبات آلی فسفره	وزن فسفر	Kg	۵۰۰۰
۴	Y <sub>38</sub>	سیانیدهای آلی	وزن سیانید	Kg	۱۰۰۰
۵	Y <sub>42</sub>	حلال‌های آلی بدون هالوژن	وزن ماده	Kg	۵۰
۵	Y <sub>6</sub>	مواد زائد حاصل از تولید، فرمولاسیون و کاربرد حلال‌های آلی	وزن ماده	Kg	۵۰
۵	Y <sub>9</sub>	مخلوطهای زائد روغن با آب، هیدروکربن‌ها با آب و امولسیون‌ها	وزن ماده	Kg	۵۰
۵	Y <sub>11</sub>	مواد قیری زائد حاصل از پالایش، تقطیر و تصفیه حرارتی	وزن ماده	Kg	۵۰
۶	Y <sub>36</sub>	آزبست (پودر یا الیاف)	وزن آزبست	Kg	۲۰۰۰
۹	Y <sub>31</sub>	سرب، ترکیبات سرب	وزن سرب	Kg	۲۰۰۰
۹	Y <sub>22</sub>	ترکیبات مس	وزن مس	Kg	۱۰۰۰
۹	Y <sub>23</sub>	ترکیبات روی	وزن روی	Kg	۱۰۰۰
۱۰	Y <sub>46</sub>	سایر پسماندها	وزن ماده	Kg	۱

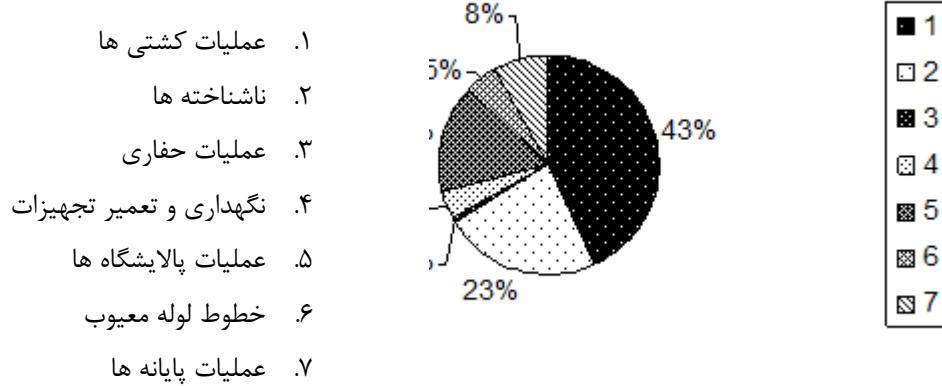
تذکر مهم: تمام محاسبات مربوط به جرایم برای آلاینده ترین پارامتر انجام می‌گیرد.

## ۱۶-۳ خطوط لوله انتقال نفت

### ۱-۱۶-۳ مقدمه

در کنار حجم وسیع ورود آلاینده های نفتی از طریق کشتی ها، نفت کش ها، عوامل جوی و ... خطوط لوله نفت نیز یکی از منابع آلوده کننده نفت به شمار می آید. لوله های نفتی در هر سه حالت عبور از روی سطح زمین، قرار داشتن داخل زمین و قرار گرفتن زیر آب به صورت پتانسیل بالقوه آلودگی به ویژه در صورت فرسودگی و طراحی غیر استاندارد عمل کرده و می توانند تهدیدی برای امنیت زیست محیطی سواحل به حساب آیند. از آنجایی که نظارت دقیقی بر چگونگی اجرای خطوط لوله در دهه های گذشته انجام نگرفته لازم است بازنگری و نظارت مجددی بر آنها اعمال شود. از سوی دیگر همگام با پیشرفت تکنولوژی اجرای خطوط لوله آبین نامه های به روزتر نیز تدوین گردیده اند که لازم است موارد زیست محیطی مرتبط در آنها گنجانده شود. هر اندازه زمان تشخیص آلودگی نفتی کمتر باشد، آسیب های واردہ به محیط زیست و اقتصاد کشور نیز کمتر خواهد بود. در این فصل به روش های مختلف تشخیص خرائی های خطوط لوله پرداخته و معایب و مزایای هر یک را ذکر میکنیم. شکل (۱۵-۳) سهم آلودگی نفتی ایجاد شده توسط منابع مختلف را نشان می دهد [۱].

هرچه خطوط لوله منطقه ای پیچیده تر و طویل تر بوده و عمر بیشتری داشته بتشنند خطرناکترند و ضریب بیشتری را در تعیین ریسک منطقه به خود اختصاص می دهند (بخش ۱-۱۲-۳ را ببینید) مثلا طول خطوط انتقال نفت خام در استان بوشهر ۲۶ کیلومتر و طول خطوط لوله نفت و گاز در خوزستان ۴۵۳ کیلومتر است [۱۲]. در نتیجه سواحل خوزستان از این منظر به پایش دقیق تر و تجهیزات مقابله بیشتری نیاز خواهند داشت.



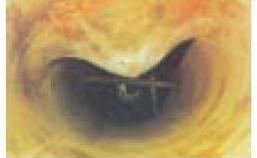
شکل(۱۵-۳) منابع آلودگی های نفتی محیط زیست

### ۲-۱۶-۳ خرابی های خطوط لوله

تعریف نشته: سوراخ شدن لوله نفت به صورت سوزنی یا مقداری بیشتر تا حدی که نتواند اثر منفی محسوسی به روند جریان انتقال مواد نفتی (توسط پمپ های ارسال و رسید) داشته باشد. یعنی اینکه خروج مواد نفتی در حدی نیست که تغییر محسوسی بر روند فشار یا فلو داشته باشد. علل نشته در خطوط لوله به طور کلی می تواند شامل دو عامل اصلی باشد که عبارتند از [۷]:

- الف) نشته در خطوط لوله بر اثر خوردگی لوله
  - ب) نشته در خطوط لوله بر اثر وارد شدن ضربه به وسیله جسم نوک تیز و سخت
- در شکل (۱۶-۳) انواع مختلف خرابی های لوله ها همراه با شکل آورده شده اند تا تصویر دقیق تری از آنچه پیش رو داریم ارایه شود [۵].

	خوردگی خارجی		خم شدگی
	از بین رفت جوشکاری		از دست دادن سختی
	سوراخ		تا خوردگی
	ترکهای تنشی		ورقه ورقه شدن
	خوردگی پیش رفته		تاول به همراه ترک
	نشتی		HIC
	خوردگی ناشی از فرسایش		کندگی

	فرورفتگی ناشی از سقوط یک درخت		تورفتگی ^
	انفجار		سوراخ و فرورفتگی
	ترک کج		ترک عمقی
	پیچ خوردگی		سوراخ
	پیچ خوردگی شدید		خوردگی پیچشی

شکل(۳-۱۶) انواع مختلف خرابی لوله ها [۵]

### ۳-۱۶-۳ روش های تشخیص نشتی

-۱ تحلیل فشار یا جریان در یک خط لوله: عملیات بازرگانی داخل یک خط لوله توسط جریانی که از داخل خط لوله عبور می‌کند، با تغییرات فشار در قسمت‌های مختلف خط لوله مشخص می‌شود. اندازه فشار و یا جریان در طول خط لوله با مقاومتی که یک خط لوله در برابر عبور جریان از خود نشان می‌دهد رابطه دارد. نشتی روی فشار نرمال لوله و هم‌چنین جریان در خط لوله تأثیر می‌گذارد. اگر یک نشتی بزرگ مخصوصاً در نقاط پرفشار اتفاق بیفتد، فشار درونی کاهش می‌یابد. بنابراین فشار پایین تر از حد، علامت وجود نشتی است. سیستم شناسایی فشار معمولاً به یک سیستم خاموش کننده اتوماتیک متصل است. برای این که آلارم‌های اشتباه به وجود نماید معمولاً سیستم را به گونه‌ای تنظیم می‌کنند که تنها نشتی‌های بزرگ را بتواند شناسایی کند. کاهش در جریان نشتی که نتیجه این تغییرات است از فشار درون لوله محاسبه

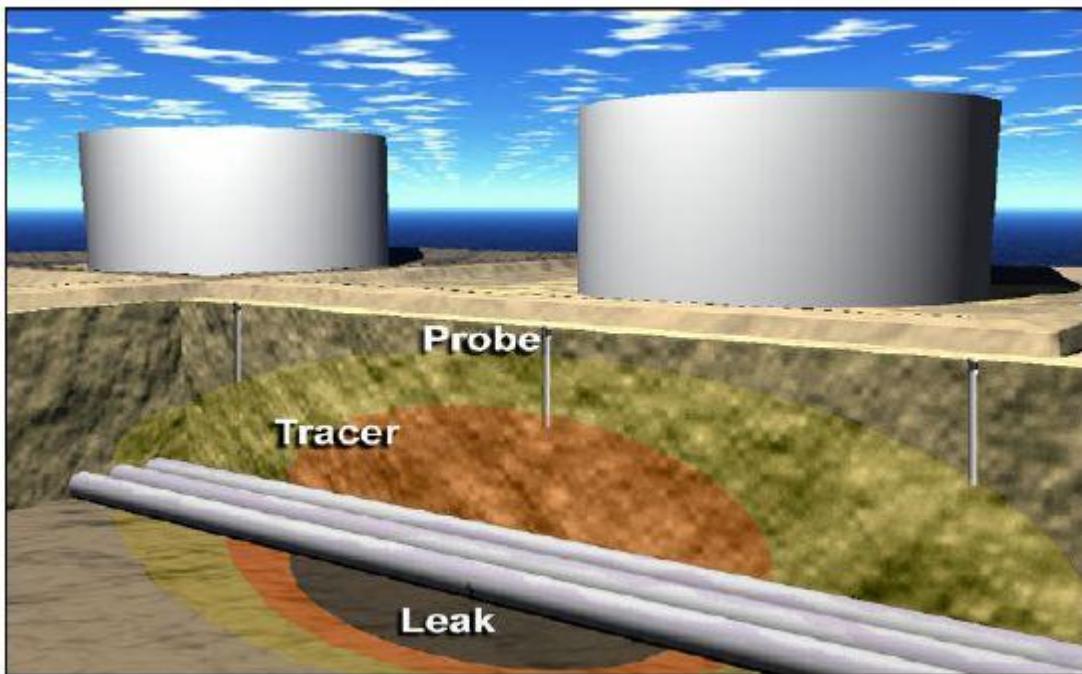
می‌شود و نشان دهنده احتمال وقوع یک نشتی بزرگ است. سرعت تغییر فشار و یا جریان که خود نشانه‌ای از وجود نشتی است، مانیتور شده و تغییرات ناکهانی آن مشاهده می‌شود [۵].

-۲ روش شناسایی فشار موج: زمانی که نشتی اتفاق می‌افتد یک فشار ناگهانی در محلی که نشتی وجود دارد به همراه یک سری فشارهای سریع تولید شده که در میلی ثانیه‌های بعدی اتفاق می‌افتد، ایجاد می‌شود. این فشارهای ناگهانی موجب به وجود آمدن یک موج فشار سوار بر امواج صوتی می‌شود که دراثر سرچشمه و انتهای نشتی است. دیوارهای لوله به عنوان هدایت کننده موج عمل می‌کنند بنابراین موج می‌تواند در فواصل دور نیز منتقل شود و میرایی که در دامنه این موج ایجاد می‌شود زیاد نخواهد بود. موج فشار منفی توسط حسگرهای پیزوالکتریک زمانی شناسایی می‌شوند که به خروجی آنها نیرو وارد می‌شود. حسگرهای در فواصلی از طول خط لوله قرار دارند و زمانی که موج از آنها عبور کند، تحریک می‌شوندو موقعیت نشتی با توجه به اختلاف زمانی بین شناسایی نزدیکترین حسگر و حسگر دیگر حساب می‌شود. این سیستم‌ها حساسیت چندان بالایی ندارند زیرا معمولاً برای اینکه از آلام‌های اشتباہی که گاهی در نتیجه نویزهای محیطی مانند پمپ‌هاو کمپرسورها ایجاد می‌شود، جلوگیری کنند آستانه اعلام آلام آنها بالاست [۵].

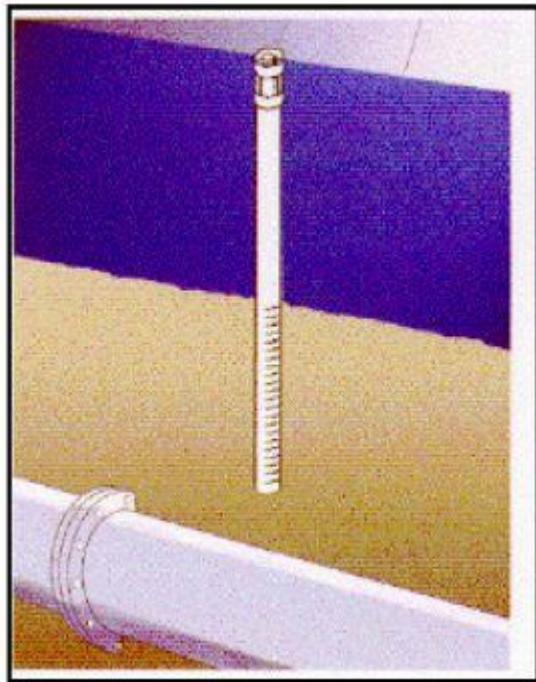
-۳ آزمایش حجمی با جبران سازی حرارتی: یک آزمایش حجمی، تغییرات حجم سوخت را در طول خط لوله اندازه گیری می‌کند. آزمایش حجمی حجم سیالی که باید به خط لوله وارد یا خارج شود، تا سطح فشار ثابت بماند را به طور پیوسته اندازه گیری می‌کند. برای این کار از دو روش استفاده می‌شود: اولین روش از یک پمپ برای اضافه کردن یا کم کردن سیال استفاده می‌کند. در روش دوم سیال بین لوله و یک سیلندر اندازه گیری – که در آن فشار ثابت با یک نمایشگر گازی نشان داده می‌شود- آزادانه حرکت می‌کند. این ابزار در هر نقطه خط لوله به آن وصل می‌شودو از آن می‌توان هم به صورت دائمی و هم به صورت موقت استفاده کرد. تست حجمی نرخ جریان نشت را به صورت دبی حجمی مشخص و اندازه گیری می‌کند. این روشهای در خطوطی که طولانی هستند و قطر آنها زیاد است روش‌های خوبی نیستند. هر چه سیستم متراکم‌تر باشد، حجم سیالی که لازم است اضافه یا کم شودتا فشار تغییر یابد بیشتر می‌شود. در خطوط تحت فشار زمانی که سطح فشار به یک آستانه از پیش تعريف شده برسد، نشتی تشخیص داده می‌شود [۵].

-۴ ردیاب‌ها: استفاده از ردیاب در نشت یابی یعنی وارد کردن یک ماده ترکیبی ردیاب

داخل سیستم و بررسی این که اگر ماده خارج از سیستم یافته شود، پس نشتی در سیستم هست. نشت یابهای ردیاب در هر شکلی از خطوط قابل استفاده هستند. این روش به مسائلی مانند جنس لوله، ابعاد، فشار یا روکش کردن خطوط بستگی ندارد. ردیابها برای تست‌های سالانه، ماهانه یا مونیتورینگ پیوسته خودکار استفاده می‌شوند. وقتی که نشتی اتفاق می‌افتد، بخارهای ردیاب به سمت خاکی که لوله سیستم جمع‌آوری بخار در آن قرار دارد، می‌رود. سیستم حضور ردیاب را تشخیص می‌دهد و آلام می‌دهد. ردیابها برای مکان یابی نشتی‌ها نیز مفید هستند. مکان یابی سریع نشتی با روش ردیابی در خطوطی که احتمال نشتی آن می‌رود اجرا می‌شود [۵].

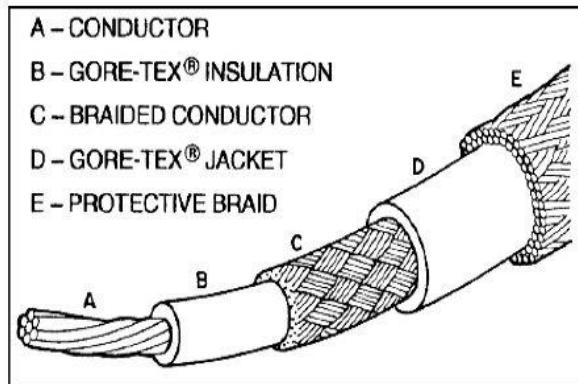


شکل(۱۷-۳) پراکنده شدن ردیاب در اطراف محل نشت [۲۵]

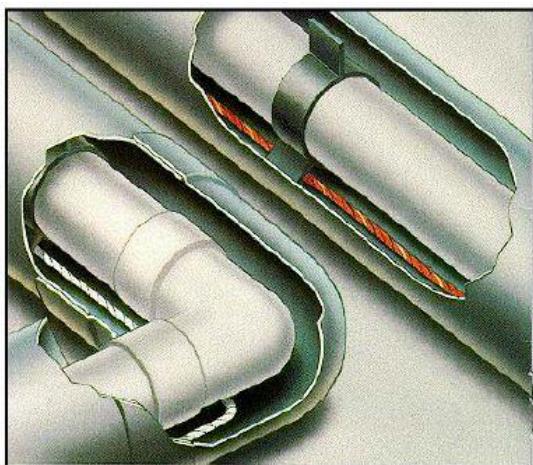


شکل (۱۸-۳) قرار دادن پروب ردیاب [۲۵]

-۵ کابل دو لایه حساس: کابل‌های دو لایه حساس از موادی ساخته شده‌اند که وقتی با یک سری سیالات خاصی برخود داشتنند، خاصیت الکتریکی آنها تغییر می‌کند. عموماً کابل‌ها از سیستم هادی سیگنال، یک سیم هادی مانیتورینگ پیوسته و حسگرهای نیمه هادی پوشش دار که با نوار فلئورو پلیمر پوشیده شده است، تشکیل شده‌اند. لایه هادی پلیمری وقتی در برابر حلال‌های هیدروکربنی و سوخت‌ها قرار می‌گیرد؛ برآمده می‌شود. نوار بیرونی از برآمدگی جلوگیری می‌کند. وقتی حلال یا سوخت با کابل برخورد می‌کنند پلیمر هادی به سمت داخل برآمده می‌شود و با دو سیم حسگر ارتباط الکتریکی برقرار می‌کند. کابل باید در قسمتی جایگزین شود که در تماس با سوخت حلال باشد. کابل‌ها هم چنین باید سختو قابل انعطاف باشند تا به راحتی به داخل لوله‌ها وارد شوند. شکل (۱۹-۳) را ببینید [۵].

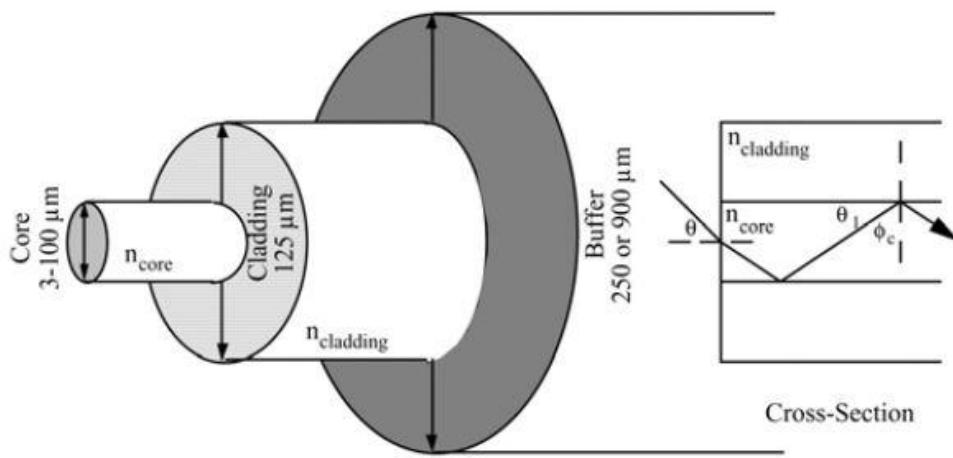


شکل (۱۹-۳) جزئیات کابل دولایه حساس

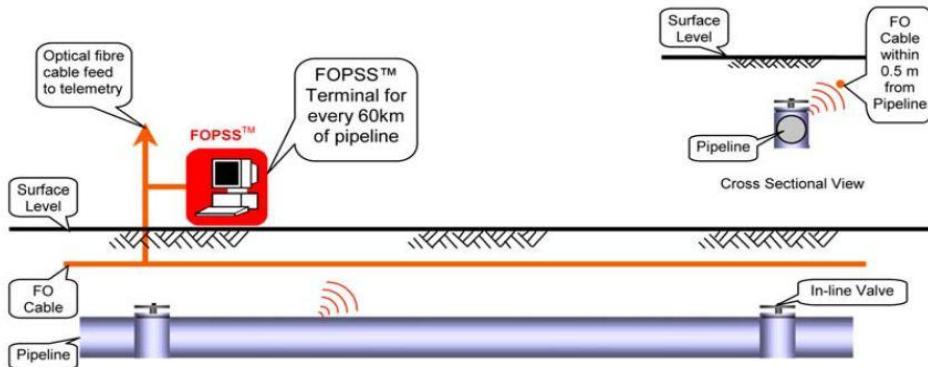


شکل (۲۰-۳) کابل دولایه حساس

۶- فیبرهای نوری: واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی که در برابر انتقال نور از فیبر نوری اغتشاش ایجاد می‌کنند، می‌توانند به عنوان مکانیسم‌هایی در برابر نشت‌یابی مورد استفاده قرار گیرند. تکنولوژی‌هایی که بر پایه امکانات حسگرهای شیمیایی فیبر نوری هستند با مونیتورینگ گسترش یافته‌اند. دو نوع حسگر فیبرنوری وجود دارد: داخلی و خارجی. فیبر داخلی خودش مانند حسگر عمل می‌کند. فیبر نوری خارجی برای انتقال نور بین ابزار اندازه‌گیری و مبدل‌های خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. متأسفانه سیستم‌های فیبر نوری که امروزه در بازار وجود دارد، هزینه سنگینی برای اجرا دارند. تنها قیمت یک سری سیستم‌هایی که بر پایه فیبرهای رآکتیوهای شیمیایی ساخته شده‌اند با قیمت قابل قبول در دسترس است. تنها مشکل این سیستم‌ها عدم تشخیص برخی نشتی‌هاست [۵].



شکل (۲۱-۳) برش عرضی از یک فیبر نوری معمولی



شکل (۲۲-۳) سیستم حفاظت از خط لوله به وسیله فیبر نوری - نشت یابی

-۷ روش شناسایی نشتی با اشعه مادون قرمز: موارد مصرف تصویربردارهای گرما سنجی

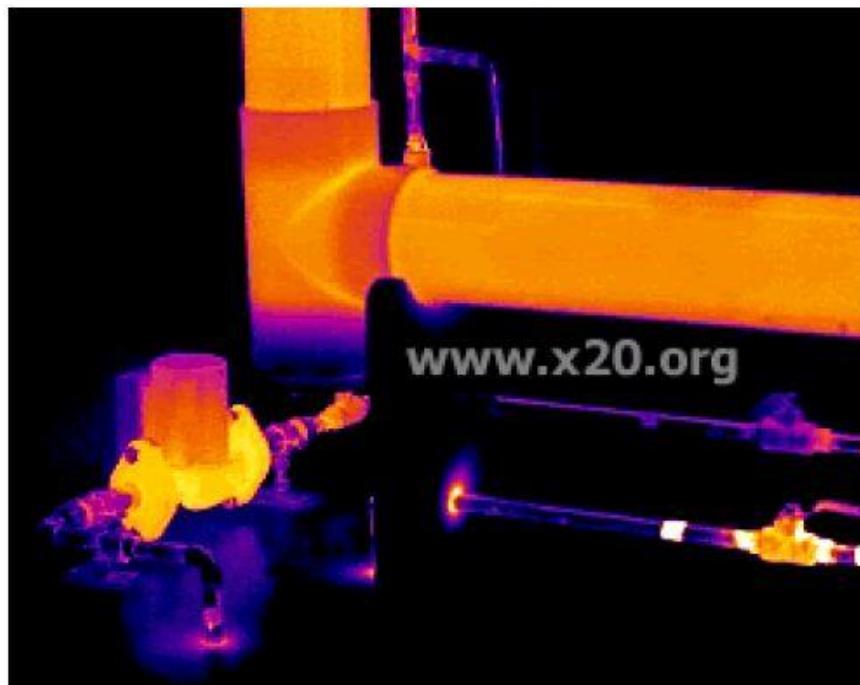
مادون قرمز [۵]:

الف) خطوط لوله زیرزمینی

ب) خطوط لوله نصب شده روی زمین.

تصویربردارهای مادون قرمز حرارتی تشخیص دهنده‌های با کیفیت بالا هستند و ترکیب لنزهای آنها به گونه‌ای است که یک نمایش ویژه از انرژی مادون قرمز خارج شده از تمام اشیایی که دمای بالای صفر درجه کلوین دارند را تولید می‌کند. بازدیدها و کیفیت شناسایی دو نوع است. در بازدید سطح پایین تصاویر با کیفیت بالا حاصل می‌شود اطلاعات ارزشمندی در رابطه با نشتی

و مکان آن و این که تا چه حد جدی است تولید میکند و موقعیت خط لوله را مشخص می‌سازد بازدید سطح بالاتر در خطوط لوله زیرزمینی در مکان‌های پر از دحام، جاهایی که می‌دانند خطوط لوله وجود دارد ولی مکان دقیق آن مشخص نیست، استفاده می‌شود. تشخیص خط لوله به خاطر ترکیب زمین و نحوه پوشش آن اتلاف زمانی دارد. تصویرهای با دقت بالا قدرت فوق العاده و تکنیک بالایی برای مشخص کردن عیوب خط لوله ایجاد می‌کند. هم چنین تأثیرات محیطی از قبیل ترشح در محیط آبی را نیز مشخص می‌کند[۵].



شکل (۲۳-۳) تصویر برداری حرارتی از لوله‌های زیرزمین

-۸ نشت یاب صوتی ALD: خطوط لوله‌ای که زیر دریا قرار دارند در اثر مدفون و یا پوشیده شدن با موادی که از فرآیندهای طبیعی حاصل می‌شود دچار نشتی می‌شوند. نشت یاب صوتی سال ۱۹۹۸ طراحی و ساخته شد. هدف از طراحی این وسیله تشخیص نشتی در لوله‌های دریایی بود که به علت شرایط سخت محیطی و میدان دید صفر و جریان بالای ۶ گره دریایی دیگر وسائل تشخیص نشتی در زیر دریا کارایی لازم را نداشتند. این روش به توپک رانی وابسته نیست و تلاشی است برای مانیتور کردن شرایط خطوط لوله بدون استفاده از توپک. سیستم

تشخیص نشتی توانایی شناسایی نشتی‌های کوچک در حد  $0/15$  بار در هر ساعت در فشار  $170\text{ bar}$  را داشت. حسگر زیر آب اطلاعات صوتی را در طول خط به دست می‌آورد. اطلاعات با یک کابل همزمان به رایانه منتقل می‌شود تا در آنجا نمایش داده شود و روی آن تجزیه و تحلیلی صورت گیرد و ذخیره شود [۵].

#### مزایای استفاده از ALD [۵]:

الف) سیستم بر اساس تشخیص و پردازش سیگنال‌های صوتی کار می‌کند. در نتیجه برخلاف سیستمهای نوری از جریان یا کمی میدان دید یا گل و لای مدفعون داخل آب آسیب نمی‌بیند.

ب) کل ساختار از طریق تعداد محدودی مکان مانیتور می‌شود.

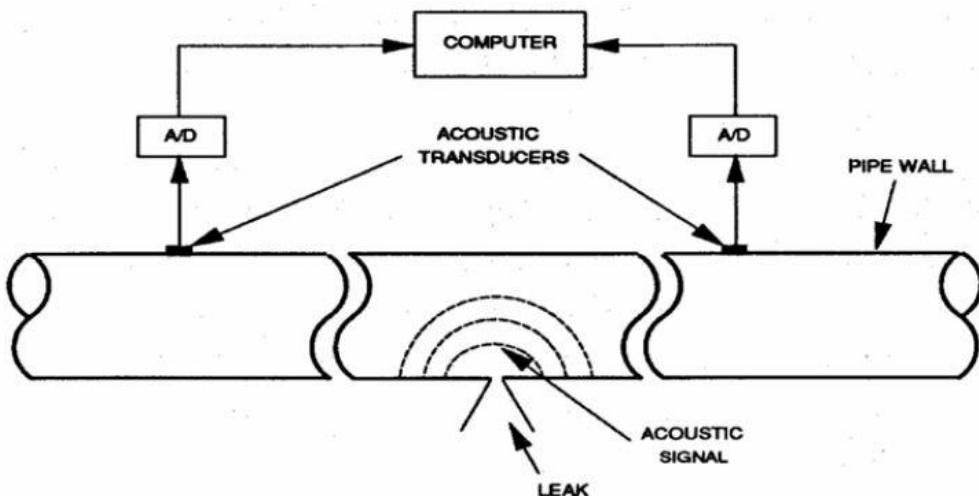
پ) نیاز نیست که خط لوله را خالی کرده و با رنگ یا دیگر مواد رنگی پر کنیم.

ت) قادر به تفکیک عیوب داخلی، خارجی و بین دیواره است.

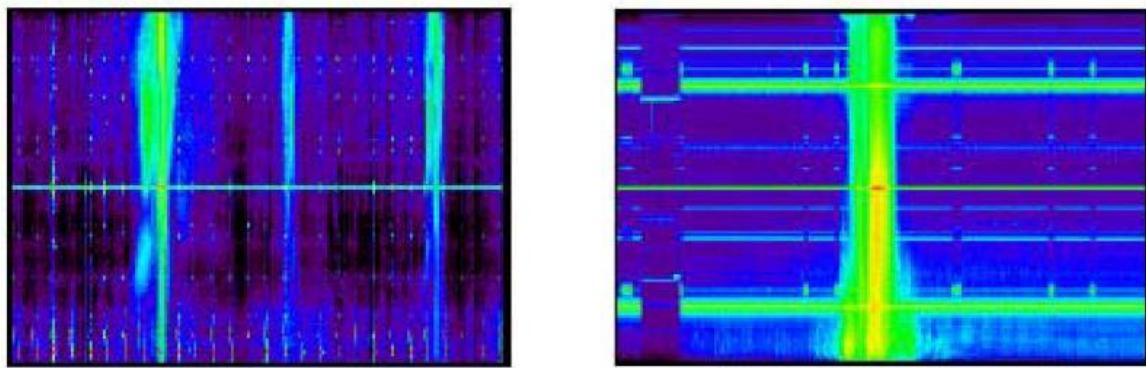
ث) سیستم به گونه‌ای ارتقا یافته ه بتواند نشتی خطوطی که حدود ۲ تا ۳ متر زیر گل و لای مدفعون شده‌اند را هم تشخیص دهد.

ج) پردازش سیگنال ALD حتی در شرایط بسیار بد و محدود صوتی نشتی را تشخیص می‌دهد.

از جمله معایب این سیستم دقت محدود است و دیگر این که روشی جامع برای بازررسی نیست و قادر کاربرد در مقیاسهای بزرگ است.



شکل (۲۴-۳) نشت یاب فرستنده صوتی



شکل (۳-۲۵) تصویر برداری صوتی توسط ALD

۹- توپک نشت یاب صوتی: تکنولوژی توپک به منظور دقیق بیشتر این امکان را فراهم کرده که به جای این که حسگر ثابت باشند و سیگنال صوتی در حرکت باشد، حسگرها را در طول خط لوله به حرکت در آوریم تا از نزدیکترین فاصله نشستی سیگنال صوتی را دریافت کنند. این نوع توپک می‌تواند نشستی‌هایی به کوچکی  $l_{h-r}$  ۱۰ یا  $l_{h-r}$  ۵ با توجه به فشار حین کار و نوع مایع منتقل شده در خط را تشخیص دهد. معایب این روش عبارتند از [۵]:

- چون با باتری کار می‌کند زمان محدودی دارد.
- امواج صوتی در همه جهت پخش می‌شود در نتیجه دقیق مکان یابی اش ضعیف است.
- در خطوط زمینی استفاده نمی‌شود.
- اندازه فیزیکی بزرگی دارد.
- به علت لرزش / شوک برای محیط خطرناک است.
- در یک فرکانس مشخص کار می‌کند.

به طور کلی توپک‌ها ابزارهایی هستند که داخل خط لوله فرستاده می‌شوند و توسط جریان خط لوله اعم از نفت، گاز، آب و ... حرکت می‌کنند. توپک‌های موجود کنونی، توپک‌های مغناطیسی و ماوراء صوتی هستند. توپک به منظور حفاظت و نگهداری و تمیزی خطوط لوله با از بین بردن مواد زائد و ته نشین شده در یک لوله از خوردگی جلوگیری می‌کند [۵].

۱۰- مواد رادیواکتیو: مواد رادیو اکتیو در محفظه‌ای کپسول مانند درون توپک قرار می‌گیرد. این روش به دلایل زیر مطلقاً پیشنهاد نمی‌شود [۵].

- برای سلامتی خطرناک است.

امکان دارد خطوط لوله را آلوده کند.

• نیاز به سطح بالایی از مواد رادیوакتیو دارد تا مؤثر باشد.

• قادر به مانیتورینگ از راه دور نیست.

- ۱۱- مبدل صوتی الکترومغناطیسی (EMAT) از یک سیم پیچ داخل میدان مغناطیسی در سطح داخلی دیواره لوله تشکیل شده است. جریان متناوب داخل سیم پیچ به دلیل نیروی لورنتز (که نیروی بارهای در حال حرکت در میدان مغناطیسی هستند) جریانی در دیواره لوله القا می‌کند که باعث تولید امواج ماوراء صوت می‌شود. این روش انواع مختلف نقص‌ها را تشخیص می‌دهد. ولی ایراداتی نیز به آن وارد است که عبارتند از [۵]:

• EMAT باید در فاصله‌ای ۱ میلی متری از قطعه مورد آزمایش قرار گیرد.

- انرژی ماوراء صوت فرستاده شده پایین است. به همین علت طیف دینامیکی مشخص شده غالباً نویز الکتریکی است.

• فرکانس‌های بالا قابل دستیابی نیستند.

روش‌های ذکر شده در بالا تنها اختصاص به نشت یابی داشتند و ترک‌ها و خوردگی را اغلب تشخیص نمی‌دادند. از طرف دیگر ردیاب‌ها در مقیاس‌های بزرگی مثل خطوط لوله نفت کاربرد ندارند زیرا به صرفه نیستند. روشهای بعدی روشهایی صنعتی هستند که سال‌هاست در خطوط لوله نفت کاربرد دارند و نتایج قابل قبولی با دقت بسیار خوب ارائه داده‌اند [۵].

- ۱۲- نشتی فلوي مغناطیسی (MFL): این روش مرسوم ترین تکنولوژي برای بازرسی داخل خطوط لوله است. از مزیت‌های MFL انجام بررسی دقیق روی اطلاعات دریافتی و قابل انتخاب بودن سطح حساسیت دستگاه است. حساسیت دستگاه در این سطوح است: ۱) ابزار استاندارد یا ابزار با دقت کم. ۲) ابزار با دقت بالا ۳) جدیدترین نسل که به XHR معروف است. این نوع سیستم از تعداد بسیار زیادی حسگر تشکیل شده است [۵].

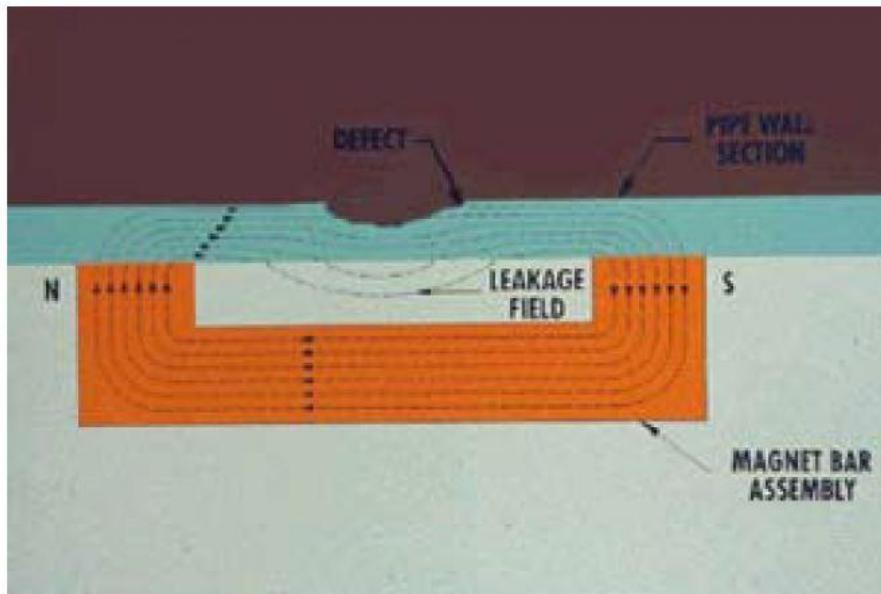
پاسخ MFL به نقص‌های خط لوله به موارد زیر بستگی دارد [۵].

- خصوصیات مغناطیسی فلز خط لوله، کاهش فلز، مثل از بین رفتن فلز یا خوردگی‌هایی که فلز را اکسیده و غیر مغناطیسی می‌کند، قابل تشخیص هستند زیرا توانایی محلی لوله را برای در برداشتن فلو مغناطیسی کاهش می‌دهد.

- نقض‌های هندسی: خرابی‌های مکانیکی قابل تشخیص است زیرا خصوصیات مغناطیسی فلز تغییر می‌کند.

دستگاه‌های با دقت بالا از حسگرهای «اثر هال» استفاده می‌کنند. دستگاه‌های جدید نیز از حسگرهای با سیم پیچ تحریک بهره می‌برند. در دستگاه‌های با دقت بالا و خیلی بالا اطلاعات به صورت دیجیتال ذخیره می‌شود. در حالی که در دستگاه‌های با دقت پایین یا استاندارد اطلاعات به صورت آنالوگ ذخیره می‌شود. یکی دیگر از مزیت‌های این روش این است که نسبت به اثرات لرزشی و شوک‌هایی که در حین عبور از داخل لوله ایجاد می‌شود حساسیت زیادی ندارد.<sup>[۵]</sup>

معایب MFL: نیاز به حجم زیادی اطلاعات دارد که به طور خاص توسط کاربر تفسیر می‌شود. جریان تولیدی محدودی دارد و مغناطیس دائم کردن لوله مشکلاتی به همراه خواهد داشت.<sup>[۵]</sup>.



شکل(۲۶-۳) تشکیل میدان مغناطیسی و تشخیص عیب

- ۱۳ - جریان گردابی: آزمایش جریان گردابی (ET) یک آزمایش الکترومغناطیسی از تکنولوژی MDT است که فقط در مورد فلزات هادی کاربرد دارد. وقتی یک سیم پیچ تحریک شده (انرژی دار) را به سطح یک هادی نزدی کنید جریان‌های گردابی الکترومغناطیسی به قطعه هادی القا می‌شود این جریان‌های گردابی میدان مغناطیسی داخل هادی ایجاد می‌کند که تمایل به مخالفت با میدان مغناطیسی اصلی دارد. امپدانس سیم پیچ با جریان‌های گردابی القا شده در هادی تغییر

می‌کند. وقتی جریان گردابی در اثر وجود عیب یا تغییر نوع فلز تغییر کند امپدانس سیم پیچ هم دچار تغییر خواهد شد. این تغییر اندازه گیری شده و نمایش داده می‌شود تا نوع عیب یا وضعیت فلز را مشخص کند [۵].

مزایای ET عبارتند از آزمایش بدون تماس؛ بدون تأثیرات باقیمانده، جریان‌های القا شده MFL با حسگرهای ET قابل تشخیص هستند [۵].

انواع نقص‌های که این روش تشخیص می‌دهد: ۱- ترک ۲- نقص‌های لایه لایه ۳- تخمین ضخامت دیوار.

معایب ET عبارتند از:

الف) از سرعت کم پاسخ آن که باعث محدود شدن کابرد ILI در سرعت توپک‌های کنونی است.

ب) نگه داشتن فاصله Lift off مناسب. ج) به تغییر اتصالات حساس است.

همان طور که مشاهده شد، هر یک از روش‌های تشخیص نشتی معایب، مزايا و کاربرد خاص خود را دارند. البته روش‌های تشخیص نشتی و دیگر نقص‌های خطوط لوله به روش‌های فوق محدود نمی‌شود و می‌توان از روش‌های تشخیص نشتی با تکنولوژی ماوراء صوتی و ... نیز استفاده کرد. نکته حائز اهمیت سرعت بالا در تشخیص نشتی نفت از خط لوله می‌باشد. هم چنین نشت آلاینده را در خطوط لوله واقع در مناطق حساس زیست محیطی باید بتوان با دقت بالای تعیین کرد [۵].

روش مرسوم برای تشخیص هر چه سریع تر وقوع لکه نفتی استفاده از کنترل از راه دور توسط ماهواره‌های ویژه موسوم به روش سنجش از دور ماهواره‌ای (SAR) است. امتیاز فناوری سنجش از دور (SAR) توانایی بی نظیر آن در دیدن از میان ابرها، غبار مه و هم اینکه می‌تواند تصویر هم در روز و هم در شب تهیه نماید، می‌باشد. حسگرهای رادار "حسگرهای فعال" می‌باشند که مستقل از شرایط خورشید و نور، توانایی تهیه تصویر ۳۶۵ روزه را در تمام آبهای جهان و مناطق ساحلی را فراهم می‌نماید، یک توانایی که با بیشتر سنسورهای نوری قابل دسترسی نمی‌باشد. در حال حاضر این روش در دریایی بالتیک و توسط کشور سوئد برای موقعیت یابی و تعیین اندازه لکه نفتی به کار می‌رود. از زمان وقوع آلودگی تا ارسال اولین هواپیما تنها ۱۳ دقیقه زمان سپری می‌شود. برآورد اطلاعات مربوط به لکه‌های نفتی در کشور ما نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ارسالی از میمک و

دیگر مراکز انجام می‌گیرد [۹]. برای در اختیار داشتن امکان پایش دائم می‌توان از یک شبکه ماهواره ای اختصاصی نظیر ماهواره‌های روس موجود در فاصله و مدار مورد نیاز استفاده کرد.

معمولًاً با توجه به اینکه مواد نفتی که از طریق نشت از لوله خارج می‌شود نسبت به میزان موادی که در واحد زمان توسط لوله‌های نفتی جابجا می‌شود بسیار اندک است و کمتر قابل اندازه گیری با وسایل و گیج‌های موجود می‌باشد، لذا معمولًاً نشت‌ها به این طریق مشخص می‌شود که بعد از این که مواد حاصل از نشتی خط به سطح زمین رسید توسط گروه‌های بازدید کنند از خط و یا افراد بومی و محلی به وسیله تلفن به منطقه و از منطقه به واحد تعمیرات خط اطلاع داده می‌شود. و سپس اقدامات بعدی انجام می‌گیرد.

جملات بالا از دستورالعمل‌های محیط زیست و ایمنی در شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران در حوادث شکستگی خطوط آورده شده است. چنانچه بخواهیم نشتی خطوط را به این روش تعیین کنیم، باید انتظار حوادثی مشابه آلودگی به وجود آمده در دیلم را در آینده نیز داشت. فلذًا همگام با پیشرفت تکنولوژی ما نیز باید خود را با تجهیزات به روز مجهز کنیم. پایش جدی تر در نقاط زیر حائز اهمیت بیشتری است:

- قسمت‌هایی که شب خطوط لوله چه در پروفیل عرضی و چه طولی تغییر می‌کند.
- لوله‌های قدیمی که احتمال گرفتگی و خوردگی در آنها زیاد است.
- جایی که جنس بستر تغییر می‌کند.
- مناطقی که حفاظت کاتدیک لوله‌ها در میدان‌های الکترومغناطیس مورد تهدید واقع می‌شود.
- لوله‌هایی که تحت تنفس دائم سربار خارجی دچار خستگی می‌شوند.
- و به ویژه در غلاف‌هایی که خطوط لوله را از نزدیکی منابع آب عبور می‌دهند.

### ۴-۱۶-۳ مقدار نفت انتشار یافته در اثر خرابی خط لوله

پس از تشخیص نشتی مقدار نفت منتشر شده از لوله را باید بلافصله تخمین بزنیم. از فرمول ساده زیر برای تعیین حجم نفت آزاد شده ( $V_{rel}$ ) استفاده می‌کنیم [۳۳]:

$$V_{rel} = 0.1781 \cdot V_{pipe} \cdot f_{rel} \cdot f_{GOR} + V_{pre-shut}$$

(.bbls = کل حجم آزاد شده)  $V_{rel}$

$$\text{حجم خط لوله} = V_{pipe} \quad (\text{ft}^3)$$

$f_{rel}$  = حداکثر جزء حجم آزاد شده . بی بعد.

$f_{GOR}$  = ضریب کاهش GOR

$V_{pre-shut}$  = حجم نفت آزاد شده پیش از بستن لوله (bbls).

از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$V_{pipe} = \left( \frac{\text{قطر داخلی لوله}}{24} \right)^2 L_{pipe} \cdot \pi$$

حجم خط لوله بر حسب فوت مکعب، قطر داخلی خط لوله بر حسب اینچ و طول خط لوله ( $L_{pipe}$ )

بر حسب فوت خواهد بود. برای تخمین سریع حجم خط لوله می توان از جدول زیر نیز استفاده کرد [۳۳].

جدول (۱۷-۳) حجم تقریبی نفت داخل لوله ها

حجم در هر هزار فوت (فوت مکعب)	قطر داخلی لوله (اینچ)
۲۱/۸	۲
۸۷/۳	۴
۱۹۶	۶
۳۴۹	۸
۵۴۵	۱۰
۷۸۵	۱۲
۱۰۶۹	۱۴
۱۳۹۶	۱۶
۲۱۸۰	۲۰
۲۶۴۰	۲۲
۳۱۴۲	۲۴
۳۴۰۳	۲۸

جزء حجم آزاد شده ( $f_{rel}$ ) بیانگر حداکثر نسبت نفت آزاد شده به حجم خط لوله است. برای پیدا کردن جزء حجم آزاد شده اختلاف فشار نسبی روی نقطه نشتی را باید بدانیم. نسبت فشار نسبی ( $\Delta P_{rel}$ ) از فرمول زیر به دست می آید [۳۳].

$$\Delta P_{rel} = \frac{P_{pipe}}{P_{amb}}$$

فشار محیط ( $P_{amb}$ ) از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$P_{amb} = 0.446533d$$

عمر آب در نقطه نشته بر حسب فوت است. همچنین می‌توان از جدول (۱۸-۳) برای تعیین مقدار تقریبی فشار استفاده کرد [۳۳].

جدول (۱۸-۳) فشار محیط ( $P_{amb}$ )

عمق دریا (ft)	فشار (Psi)
.	.
۲۵	۱۱/۱۶
۵۰	۲۲/۳۳
۷۵	۳۳/۴۹
۱۰۰	۴۴/۶۵
۱۵۰	۶۶/۹۸
۲۰۰	۸۹/۳۱
۲۵۰	۱۱۱/۶
۳۰۰	۱۳۴
۴۰۰	۱۷۸/۶
۵۰۰	۲۲۳/۳
۶۰۰	۲۶۷/۹
۷۰۰	۳۱۲/۶
۸۰۰	۳۵۷/۲
۹۰۰	۴۰۱/۹
۱۰۰۰	۴۴۶/۵
۱۱۰۰	۴۹۱/۲
۱۳۰۰	۵۸۰/۵
۱۵۰۰	۶۶۹/۸
۱۷۰۰	۷۵۹/۱
۱۹۰۰	۸۴۸/۴
۲۱۰۰	۹۳۷/۷
۲۳۰۰	۱۰۲۷
۲۵۰۰	۱۱۱۶
۲۷۰۰	۱۲۰۶

۲۹۰۰	۱۲۹۵
۳۱۰۰	۱۳۸۴
۳۳۰۰	۱۴۷۴
۳۵۰۰	۱۵۶۳
۳۷۰۰	۱۶۵۲
۳۹۰۰	۱۷۴۱
۴۱۰۰	۱۸۳۱
۴۳۰۰	۱۹۲۰
۴۵۰۰	۲۰۰۹

جدول (۱۹-۳) حد اکثر جزء حجم آزاد شده ( $f_{rel}$ )

Relative pressure ratio $\Delta P_{rel}$ [-]	Maximum release fraction $f_{rel}$ [-]	Maximum Release occurs for a GOR of $G_{max}$ [scf/stb]
1	0.0	not applicable (no leakage)
1.1 - 1.2	0.08	140
1.2 - 1.5	0.17	225
1.5 - 2	0.30	337
2 - 3	0.40	449
3 - 4	0.47	505
4 - 5	0.50	560
5 - 10	0.55	505
10 - 20	0.64	337
20 - 30	0.71	168
30-50	0.74	140
50 - 200	0.76	112
>200	0.77	112

کل حجم آزاد شده تا حد زیادی به نسبت گاز - نفت موجود در لوله بستگی دارد. در ستون‌های دوم و سوم جدول (۲۰-۳) ضرایب کاهش آورده شده‌اند. ستون دوم برای سیال خط لوله کمتر از  $G_{max}$  به کار می‌رود و ستون سوم GOR بزرگتر از  $G_{max}$  را به ما می‌دهد [۳۳].

جدول (۲۰-۳) ضرایب کاهش  $(f_{GOR})$  GOR

GOR	GOR reduction factors, $f_{GOR}$ [-]	
[scf/stb]	$GOR < G_{max}$	$GOR > G_{max}$
0-225	$f_{GOR} = \frac{GOR}{G_{max}}$	1
225-280		0.98
280-340		0.97
340-420		0.95
420-560		0.9
560-1100		0.85
1100-1700		0.82
1700-2800		0.63
2800-5600		0.43
5600-11300		0.26
Will not occur		

### ۵-۱۶ خوردگی

بر پایه تحقیقات انجام شده حدود ۳۳٪ از فولاد تولید شده در جهان بواسطه خوردگی غیر قابل استفاده می‌گردد. زیان ناشی از پدیده خوردگی در ایران نیز حداقل ۴ درصد درآمد ناخالص ملی را شامل می‌شود [۱۰]. طبق استاندارد دین ۵۰۹۰۰ خوردگی بصورت زیر تعریف می‌شود: آسیب پذیری ادوات و ابزار فلزی در اثر فعل و افعالات شیمیائی یا الکتروشیمیائی با محیط اطرافش. انتیتو ملی خوردگی آمریکا (NACE) خوردگی را چنین تعریف می‌کند: از بین رفتن یک ماده معمولأً فلز در اثر واکنش با محیط.

عوامل مؤثر در سرعت خوردگی [۱۰]:

- ۱- حرارت محیط: به ازاء هر ۲۵ تا ۵۰ درجه فارنهایت میزان خوردگی دو برابر می‌شود.
- ۲- پتانسیل الکتریکی: با بالارفتن پتانسیل الکتریکی، میزان خوردگی فلزات کمتر و با کم شدن پتانسیل (انرژی آزاد) فلز، خوردگی سرعت می‌یابد.
- ۳- شرایط سطح فلز: هر چه سطح فلز صافتر و صیقلی تر باشد، غیر قابل نفوذ گردیده عوامل طبیعی به سادگی به آن دست نمی‌یابند و در نتیجه خوردگی کمتری را تحمل می‌نمایند.
- ۴- عملیات حرارتی:

۵-سایش : دراثر تماس فلزات با عوامل خارجی (مثل آنست که با وسیله ای تحت سایش باشد)

سرعت خوردگی بیشتر می شود.

۶-تابش .

۱۶-۳-ناخالصی.

۸- زمان: هر چه تنش بیشتر ، سرعت خوردگی در آن محل زیادتر می شود رطوبت نسبی محدوده فعالیت اکثر نمکها که منجر به خوردگی سطوح فلزی زمانیست که رطوبت نسبی محیط به ۶۰درصد برسد.

بیشترین عامل ایجاد کننده نقص در خطوط لوله نفت مسأله خوردگی است. روش‌های به کار رفته برای مهار خوردگی به طور کلی عبارتند از [۵]:

- (۱) اعمال پوشش بر سطح فلزات
- (۲) حفاظت کاتدی
- (۳) مهار جریان سرگردان
- (۴) عایق سازی

## ۱۶-۳-۶- اقدامات آنی لازم الاجرا در صورت خرابی خطوط لوله حین عملیات

### عمرانی

اولین قدم پس از آگاهی از وقوع آلودگی نفتی جلوگیری از آلودگی بیشتر و نشت نفت از منبع آلودگی است [۲۵]. یکی دیگر از عوامل آسیب به خطوط لوله نفت وارد شدن ضربه به وسیله جسم نوک تیز و سخت است. مثلاً برخورد ناخن بیل مکانیکی در حین خاکبرداری در اطراف لوله یا برخرد تیغه چکش هوایی به لوله در حین کار اطراف لوله، برخورد تیغه بولدوزر و لودر حین عملیات روی لوله و ... موارد شایع شکستگی و نشر نفت هستند. در صورت بروز این آسیب‌ها بلافصله با احداث خاکریز از انتشار مواد نفتی به سمت آبراهه ها جلوگیری می‌شود. عملیات تخلیه مداوم حوضه‌های ایجاد شده پشت سدهای خاکی توسط ماشین‌های مکننده شروع می‌شود و نسبت به دفع مصالح ایجاد شده با روش‌های ذکر شده اقدام می‌گردد. در همین حین محل نشتی ابتدا با یک تکه چوب خراطی شده نوک تیز به نام گوه پوشانده می‌شود. پس از بریدن اضافه چوب از پچ برای بستن لوله استفاده می‌شود. محل نشتی بین دو رینگ

لاستیکی قرار می‌گیرد. از پچ فابریک یا پچ دستی می‌توانیم استفاده کنیم. پس از اتمام عملیات پاکسازی با سنگ زن کار سنگ زنی را ادامه می‌دهیم تا تعمیرات لوله به پایان بسد.

عملیات عمرانی در کنار فواید بسیار برای توسعه کشور در صورت عدم رعایت نکات ایمنی می‌توانند به خطوط لوله نفت و دیگر تأسیسات زیرزمینی آسیب بزنند[۷].

دومین قدم نظارت هوایی است برای [۲۵]:

- ۱- تعیین اندازه، مقدار و محل لکه
- ۲- حرکت لکه
- ۳- ضبط تغییرات ظاهر و گسترش نفت با زمان
- ۴- پیش‌بینی منابع ساحلی تحت تهدید
- ۵- نظارت و گزارش تأثیر تمهیدات واکنشی.

### ۷-۱۶-۳ ایمنی خطوط لوله

در نتیجه رعایت نکات ایمنی زیر در کنار رعایت کامل آیین‌نامه‌های موجود پیشنهاد می‌شود:

- ۱- ابتدا با زدن سونداز و طبق نقشه‌های لوله‌های نفتی محلی از موقعیت تأسیسات نفتی زیرزمینی آگاهی کافی یافته و نسبت به کسب مجوز از مراجع ذیصلاح اقدام شود.
- ۲- با همکاری امور حقوقی، HSE و مهندسی خطوط لوله، فرم تعهد نامه کتبی از پیمانکاران تهیه شده و مبلغی به عنوان ودیعه حسن انجام کار دریافت شود[۷].
- ۳- حریم قانونی خطوط لوله نفت مشخص شود تا از انجام عملیات عمرانی غیر ضروری در این محدوده‌ها اجتناب شود.
- ۴- پس از اتمام کار بلافصله ضمن پر کردن مجدد کanal نسبت به پاکسازی و ترمیم حریم خط اقدام شود.
- ۵- هر گونه فعالیت یا تردد در حریم یا روی لوله باید در محل‌های مشخص شده و با پیش‌بینی تمهیدات لازم از جمله خاکریزی و یا اسلوب گذاری روی خط انجام شود[۷].
- ۶- نصب علایم هشدار دهنده و توجیه کامل عوامل پیمانکار و مسئولین پروژه‌ها در خصوص مخاطرات کار در محدوده خط لوله انجام گیرد.
- ۷- در طول انجام پروژه پایش و نظارت دائم از سوی مسئولین نظارتی الزامی است.

- ۸ در صورت طولانی مدت بودن اجرای برخی پروژه‌های عمرانی نظیر مسکن‌سازی نظارت روزانه حریم خط لوله الزامی است.
- ۹ اهمیت و حساسیت حفاری خاک طرفین لوله مشابه خاک روی لوله است و باید با دقت و مراقبت فراوان و در حضور ناظر کارفرما انجام شود.
- ۱۰ هنگام خاکبرداری اطراف لوله اجازه حفاری با بیل مکانیکی در فاصله کمتر از ۲۰ سانتی متر از بالا و جداره‌های لوله داده نشود و حتماً بیست سانتی متر آخر خاک اطراف و زیر لوله با دست انجام شود [۷].
- ۱۱ قبل از شروع حفاری در پروژه‌های تعریض پوشش حتماً گوشواره‌ها از باکت بیل مکانیکی حذف شود [۷].
- ۱۲ عملیات خاکی در زمان بارندگی و در زمین لغرنده و شیدار که احتمال لغزیدن دستگاهها وجود دارد، حتماً متوقف شود.
- ۱۳ در مناطق شهری مراقبت و حساسیت ویژه‌ای وجود دارد. به کمک نیروهای حراست و مسئولین انتظامی از ورود افراد غیر مرتبط به حریم کارگاهها قطعاً جلوگیری شود.
- ۱۴ تجهیزات جلوگیری از انتشار نفت نظیر پچ، بوم، اسفنج و ... حتماً در کارگاهها به صورت انبار شده موجود باشد.
- ۱۵ پیش از حذف کامل نفت و پاکسازی منطقه از هر گونه عملیات جرقه زا و شعله زا نظیر جوشکاری یا روشن کردن آتش مطلقاً جلوگیری شود.

## فصل چهارم نتایج

### ارائه طرح اقدام در زمان بروز آلودگی نفتی

اولین و مهمترین قسمت کار تشخیص میزان نفت پخش شده و دسته بندی انواع آلودگی‌ها است. بدین منظور تا کنون ده‌ها نوع دسته بندی انجام گرفته است. در تمام قسمت‌های متن حاضر از تقسیم بندی NOAA و طرح اقدام مورد استفاده توسط ایالت‌های نفتی امریکا که در جدول ۱-۴ آورده شده است، استفاده می‌شود. این تصمیم بنابر ملاحظه تمامی جنبه‌ها انجام گرفته که البته می‌توان در مناطق کوچکتر تحت تهدید (نظیر جزیره خارک) از تقسیم بندی‌های مشابه بر حسب تعداد بشکه‌ها (یا همان وزن و حجم نفت) استفاده کرد. در این تقسیم بندی‌ها از ۲۰ تا بیش از ۱۰۰۰ بشکه در پنج گروه دسته بندی می‌شوند. پس در گام نخست با توجه به گزارش اولیه ارسالی اندازه لکه نفتی را تخمین می‌زنیم و اگر طبق گام سوم طرح اقدام تخمین اولیه اشکال داشت آن را اصلاح کرده و از طرح اقدام مرتبط با اندازه دقیق‌تر استفاده می‌کنیم.

جدول ۱-۴

آلودگی سبک	آلودگی متوسط	آلودگی سنگین	منبع آلودگی
کوچکتر از ۱۰۰ بشکه	بین ۱۰۰ و ۱۰۰۰ بشکه	بیشتر از ۱۰۰۰ بشکه	در خشکی
کوچکتر از ۱۰۰۰ بشکه	بین ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ بشکه	بیشتر از ۱۰۰۰۰ بشکه	در آب

در نهایت پس از تعیین میزان آلودگی و تعیین سنگین سبک یا متوسط بودن آن در گام اول باید نسبت به تشکیل تیم مدیریت بحران اقدام نمود. در تمامی موارد به صورت زیر باید تیم را تشکیل داد:

آلودگی سبک: تشکیل تیم مدیریت شامل ناظر اداره محیط زیست استان، کارشناس نفت و اعماق کارشناسان به محل نشت نفت.

آلودگی متوسط: تشکیل تیم مدیریت طبق مطالب بخش ۱۲-۳ شامل ناظر اداره محیط زیست استان، کارشناس HSE منطقه، کارشناس نفت و اعماق کارشناسان به محل نشت نفت.

آلودگی سنگین: تشکیل تیم مدیریت طبق مطالب بخش ۱۲-۳ شامل ناظر اداره محیط زیست استان، کارشناس HSE منطقه، کارشناس نفت، نمایندگان استانداری و شهرداری‌ها و اعزام سریع تیم‌های مدیریتی و ستادی به محل نشت نفت.

در گام بعدی لازم است منبع آلودگی شناسایی شده و از انتشار بیشتر نفت جلوگیری گردد. البته در آلودگی‌های متوسط و سنگین علاوه بر آن لازم است زمان وقوع آلودگی جهت تعیین میزان هوادیدگی نفت مشخص گردد.

در مرحله بعد باید میزان نفت پخش شده طبق فرمول‌های ارائه شده در بخش ۴-۱۶-۳ برآورد گردد. لازم به ذکر است در آلودگی‌های سنگین باید وضعیت فوق العاده اعلام شده و پس از پایش هوایی در اسرع زمان نیروها بسیج گردند.

سپس طبق تقسیم‌بندی‌های انجام شده به مراحل پاکسازی ادائه شده در زیر می‌پردازیم. در پایان پاکسازی باید هزینه‌های عملیات پاکسازی طبق توضیحات بخش ۱۵-۳ و گزارش‌های کارشناسان اعماقی برآورد شده و خسارات زیست محیطی ایجاد شده بنا به توضیحات فصل ۶ تخمین گردد. ضمناً در آلودگی‌های سنگین لازم است گزارش به نهادهای قضایی ارائه شود.

## ۱-۴ استان خوزستان

با توجه به نقشه‌های فصل ۸ استان خوزستان را بر حسب حساسیت زیست محیطی سواحل نسبت به آلودگی نفتی می‌توان به ۳ قسمت شرقی، مرکزی و غربی تقسیم‌بندی نمود. ناحیه شرقی حدوداً از ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۰ درجه ۱۰ دقیقه، ناحیه مرکزی از ۴۹ درجه تا ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه و قسمت غربی از ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۹ درجه گسترش یافته است.

#### ۱-۱-۴ سواحل غربی استان خوزستان

طبق نقشه ۲-۸ بیشتر قسمت‌های سواحل غربی استان خوزستان پوشیده از گل، رس و علفهای دریایی بوده و جلگه‌های رودخانه‌ای نیز از نوع مارش هستند. با توجه به جدول ۴-۳ احتمال نفوذ نفت طی ساعات اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. از طرفی پناهگاه حیات وحش شادگان در این ناحیه واقع شده که خود حساسیت زیست محیطی این ناحیه را بالا می‌برد. البته همانطور که از شکل ۳۱-۸ قابل مشاهده است آلودگی می‌تواند با توجه به جریانات آبی از این ناحیه به سمت مناطق شرقی استان و نهایتاً استان بوشهر حرکت کند و این خود موجب کاهش رسیدن آلودگی نفتی به منطقه شادگان خواهد شد. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۱۶-۸ بالا بوده و طبق نقشه ۲۶-۸ زیستگاه گونه حساس ماهی صبور می‌باشد. با توجه به نقشه ۳۱ هر گونه آلودگی نفتی ایجاد شده در این ناحیه در صورت راه یافتن به آبهای آزاد به سمت قسمت‌های شرقی سواحل استان حرکت خواهد کرد. وجود پالایشگاه نفت، ناحیه حمل و نقل نفتی و خطوط اصلی انتقال حساسیت بخش رودخانه‌ای این ناحیه را افزایش می‌دهد. با توجه به جدول ۱-۱ سواحل مارش حساسترین نوع ساحل از دیدگاه زیست محیطی هستند. (ضریب حساسیت زیست محیطی ۱۰ از ۱۰). ضمناً با توجه به توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶-۳، با عنایت به قرار گرفتن خطوط انتقال در حریم رودخانه پایش خطوط لوله نفت با تکنوزی مادون قرمز مناسبتر به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی هر ۶ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش دائم باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ در صورت احتمال آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی حتماً باید با گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب اورگانیک طبیعی از گسترش آلودگی جلوگیری شود.
- ۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیم جمع‌آوری شود.

- ۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد.
- ۴ گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و بازکاشت شوند.
- ۵ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش دفن طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود.
- ۶ به دلیل نوع جریانات دریایی بالا بودن تراز آب زیرزمینی و حساسیت زیست محیطی منطقه استفاده از مواد شیمیایی نظیر پراکنده سازها، دیترجننت‌ها و منعقد کننده‌ها برای آلودگی‌های سبک به هیچ عنوان پیشنهاد نمی‌شود.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ جهت اجتناب از آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی حتماً باید با گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب اورگانیک طبیعی از گسترش آلودگی جلوگیری شود.
- ۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌های هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) حتماً باید از مواد جاذب برای جمع‌آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۳-۵ استفاده شود.
- ۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی است.
- ۴ گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و بازکاشت شوند.
- ۵ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش لندهی همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود.
- ۶ به دلیل نوع جریانات دریایی بالا بودن تراز آب زیرزمینی و حساسیت زیست محیطی منطقه استفاده از مواد شیمیایی نظیر پراکنده سازها، دیترجننت‌ها و منعقد کننده‌ها برای آلودگی‌های متوسط پیشنهاد نمی‌شود.
- ۷ پایش زیست محیطی مصب رودخانه و سواحل مارش تا ۶ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- جلوگیری از انتشار بیشتر نفت با گستردن بوم، حفر کانال‌های کاوردار و ایجاد لایه‌های محافظ طبق توضیحات بخش ۷-۲.
- ۲- در صورت توان برابری ساحل می‌توان با هماهنگی با نیروهای انتظامی با توجه به توضیحات بخش ۵-۳ از ماشین آلات سنگین برای پاکسازی اولیه استفاده کرد.
- ۳- چنانچه آلودگی در فصل‌های پاییز و زمستان که ماهی‌ها برای تغذیه به نواحی ساحلی و نهرهای فصلی مهاجرت می‌کنند، (بخش ۱-۲-۴) رخ دهد می‌توان در صورت عدم گذشت بیش از ۱۲ ساعت از پخش نفت از پراکنده سازها در محیط‌های آبی استفاده کرد.
- ۴- در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.
- ۵- در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ نسبت به دفع آن اقدام نمود.
- ۶- در صورتی که منطقه در زمان وقوع آلودگی مورد استفاده پرندگان مهاجر باشد، می‌توان با استفاده از توب پروپان و دیگر وسایل تولید صدا از آلودگی حساسترین گونه جانوری پیشگیری کرد.
- ۷- گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و باز کاشت شوند.
- ۸- پایش زیست محیطی مصب رودخانه و سواحل مارش و گونه‌های جانوران تا ۱ سال الزامی است.

## ۲-۱-۴ سواحل مرکزی استان خوزستان

طبق نقشه ۲-۸ سواحل مرکزی استان خوزستان پوشیده از گل، رس، علف‌های دریایی و مارش هستند. فلذا نسبت به سواحل مرکزی از حساسیت زیست محیط بالاتری برخوردارند. با توجه به جدول ۴-۳ احتمال نفوذ نفت طی ساعات اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۸-۱۶ کمتر از نواحی غربی است ولی در زمان مد لوله‌های نفتی در داخل قسمت آبی ساحل قرار می‌گیرند. با توجه به نقشه ۲-۸ تمرکز

خطوط انتقال نفت در این قسمت بسیار بالاست. طبق نقشه ۲۰-۸ دو نوع پستاندار حساس فوک و دلفین گوزپشت در این ناحیه وجود دارند که بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ این ناحیه تلفات بالایی از نظر پستانداران داشته است. با توجه به نقشه ۳۱-۸ هر گونه آلودگی نفتی ایجاد شده در این ناحیه در صورت راه یافتن به آبهای آزاد به سمت قسمتهای شرقی سواحل استان حرکت خواهد کرد و خود ناحیه نیز مورد تهدید آلودگی‌های بخش‌های غربی تر است. با توجه به جدول ۱-۱ سواحل مارش حساس‌ترین نوع ساحل از دیدگاه زیست محیطی هستند. (ضریب حساسیت زیست محیطی ۱۰ از ۱۰). ضمناً با توجه به توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶-۳، با عنایت به قرار گرفتن خطوط انتقال در منطقه نوسانی آب ساحل پایش خطوط لوله نفت با تکنولوژی نشت یاب صوتی ALD مناسب‌تر به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی هر ۳ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش دائم باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- به دلیل حساسیت بالای محیط و احتمال انتقال آلودگی به دریا حتماً باید با گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب از گسترش آلودگی جلوگیری شود.
- با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت وقوع آلودگی در دریا استفاده از بوم و شناور الزامی است.
- برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد. در هر صورت پاکسازی توسط نیروی انسانی انجام می‌گیرد.
- گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و بازکاشت شوند. گونه‌های جانوری به طور مرتب هر ماه باید مورد پایش قرار گیرند.
- پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود.
- به دلیل نوع جریانات دریایی بالا بودن تراز آب زیرزمینی و حساسیت زیست محیطی منطقه استفاده از مواد شیمیایی نظیر پراکنده سازها، دیترجننت‌ها و منعقد کننده‌ها برای آلودگی‌های سبک به هیچ عنوان پیشنهاد نمی‌شود.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ الزامی است.
- ۲- با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌های هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) و یا ایجاد آلودگی در آب حتماً باید از مواد جاذب برای جمع آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۵-۳ استفاده شود.
- ۳- برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۵-۳ بهترین روش حذف دستی آلودگی است.
- ۴- گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و بازکاشت شوند.
- ۵- پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش لندفیل همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۸-۳ دفع نمود.
- ۶- به دلیل نوع جریانات دریایی بالا بودن تراز آب زیرزمینی و حساسیت زیست محیطی منطقه استفاده از مواد شیمیایی نظیر پراکنده سازها، دیترجنتها و منعقد کننده‌ها برای آلودگی‌های متوسط پیشنهاد نمی‌شود.
- ۷- پایش زیست محیطی منطقه و سواحل مارش تا ۶ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- جلوگیری از انتشار بیشتر نفت با گستردن بوم، حفر کانال‌های کاوردار و ایجاد لایه‌های محافظ طبق توضیحات بخش ۷-۲.
- ۲- در صورت امکان از ابزار ویژه پاکسازی سواحل برای پاکسازی اولیه می‌توان استفاده کرد.
- ۳- چنانچه آلودگی در فصل‌های پاییز و زمستان که ماهی‌ها برای تغذیه به نواحی ساحلی و نهرهای فصلی مهاجرت می‌کنند، (بخش ۴-۲) رخ دهد می‌توان در صورت عدم گذشت بیش از ۱۲ ساعت از پخش نفت از پراکنده سازها در محیط‌های آبی استفاده کرد.

- ۴ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۲-۹-۳ و به کمک کوره سوزاند.
- ۵ در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ نسبت به دفع آن اقدام نمود.
- ۶ در صورتی که منطقه در زمان وقوع آلودگی مورد استفاده پرندگان مهاجر باشد، می‌توان با استفاده از توب پروپان و دیگر وسایل تولید صدا از آلودگی حساسترین گونه جانوری پیشگیری کرد.
- ۷ گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و بازکاشت شوند.
- ۸ پاکسازی پستانداران منطقه در صورت آلودگی توسط نیروهای ستادی و انجام معاینات توسط دامپزشکان الزامی است.
- ۹ پایش زیست محیطی سواحل مارش و گونه‌های جانوران تا ۱ سال الزامی است.

### ۴-۱-۳ سواحل شرقی استان خوزستان

طبق نقشه ۲-۸ سواحل مرکزی استان خوزستان پوشیده از گل و رس است. فلذا نسبت به سواحل مرکزی و غربی از حساسیت زیست محیط کمتری برخوردار است. با توجه به جدول ۴-۳ احتمال نفوذ نفت طی ساعات اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۱۶-۸ کمتر از نواحی مرکزی است و خطوط انتقال اصلی نفت فاصله قابل قبولی از ساحل دارند. با توجه به نقشه ۲-۸ خطوط انتقال نفت در این قسمت تمرکز چندانی ندارند. با توجه به نقشه ۳۱-۸ هر گونه آلودگی نفتی ایجاد شده در این ناحیه در صورت راه یافتن به آبهای آزاد به سمت سواحل استان بوشهر حرکت خواهد کرد و خود ناحیه نیز مورد تهدید آلودگی‌های بخش‌های مرکزی و غربی است. طبق نقشه ۲۶-۸ این نواحی نیز مورد توجه ماهیان دریایی است لذا در صورت بروز آلودگی در فصل‌های سرد باید نسبت به رفع سریع تر آلودگی توجه ویژه داشت. ضمناً با توجه به توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶، با عنایت به عدم قرار گرفتن خطوط انتقال در منطقه نوسانی آب ساحل پایش خطوط لوله نفت با تکنولوژی مادون قرمز مناسبتر به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی هر ۱ یا ۲ بار در سال در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و

سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش باشد. با توجه به نکات فوق گامهای زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ رعایت نکات ایمنی بخش ۳-۱۶-۷ در زمان فعالیت های عمرانی و پژوهش‌های صنعتی در این ناحیه قویاً تأکید می‌شود.
- ۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت وقوع آلودگی در دریا استفاده از بوم و شناور الزامی است.
- ۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد. و یا مصالح آلوده را با استفاده از تکنیک هوادهی و توضیحات بخش ۳-۴ به حال خود گذاشت تا پروفیل ساحل آسیب چندانی نبیند.
- ۴ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربط به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۳-۹-۱ لندفارم کرد.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ پیشنهاد می‌شود.
- ۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) و یا ایجاد آلودگی در آب حتماً باید از مواد جاذب برای جمع آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۳-۵ استفاده شود.
- ۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی یا پاکسازی طبیعی است، به شرط این که منطقه مورد توجه پرندگان مهاجر نباشد.

- ۴ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش لندفیل همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود یا بر اساس توضیحات بخش ۱-۹ لندفارم کرد.
- ۵ در صورت حرکت آلودگی نفتی (طبق توضیحات بخش ۱-۳) به نواحی حساس جانی می‌توان از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۲ استفاده کرد. تهیه گزارش عملکرد این مواد در هر بار استفاده الزامی است.
- ۶ پایش زیست محیطی منطقه تا ۳ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ جلوگیری از انتشار بیشتر نفت با گستردن بوم، حفر کانال‌های کاوردار
- ۲ در صورت تحمل باربری ساجل می‌توان از ماشین آلات سنگین عمرانی برای تسريع عملیات پاکسازی در فاز اول استفاده کرد.
- ۳ چنانچه آلودگی در فصل‌های پاییز و زمستان که ماهی‌ها برای تغذیه به نواحی ساحلی مهاجرت می‌کنند، (بخش ۴-۲-۱) رخ دهد می‌توان در صورت عدم گذشت بیش از ۱۲ ساعت از پخش نفت از پراکنده سازها در محیط‌های آبی استفاده کرد.
- ۴ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.
- ۵ در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ نسبت به دفع آن اقدام نمود.
- ۶ در صورتی که منطقه در زمان وقوع آلودگی مورد استفاده پرندگان مهاجر باشد، می‌توان با استفاده از توب پروپان و دیگر وسایل تولید صدا از آلودگی حساس‌ترین گونه جانوری پیشگیری کرد.
- ۷ پایش زیست محیطی سواحل گونه‌های آبزی تا ۶ ماه الزامی است.

## ۲-۴ استان بوشهر

مناطق حفاظت شده مند ( محل تخم گذاری لاک پشت و مهاجرت پرندگان مختلف مثل پرستوی دریایی و شامل جنگل‌های حرا)، نای بند (شامل جنگل‌های حرا)، حله، پناهگاه حیات وحش خارک و کوه سیاه و اثر طبیعت ملی گنبد نمکی جاسک در این استان واقع شده‌اند. در نتیجه با توجه به موقعیت جغرافیایی مناطق فوق و نقشه‌های فصل ۸ استان بوشهر را بر حسب حساسیت زیست محیطی سواحل نسبت به آلودگی نفتی می‌توان به ۵ قسمت بندر دیلم، بندر گناوه و خارک، بندر بوشهر، مند و بندر دیر و بندر کنگان تقسیم بندی نمود.

### ۱-۲ ناحیه بندر دیلم

طبق نقشه ۲-۸ بیشتر قسمت‌های سواحل بندر دیلم در استان بوشهر پوشیده از سیلت و رس، گل، شن، سنگ لاشه و ریپ رپ، قلوه سنگ و علف‌های دریایی است. تنوع نوع ساحل و مواد متشکله آن در ناحیه بندر دیلم همانند دیگر نواحی استان بوشهر بسیار بالاست. با توجه به جدول ۴-۳ احتمال نفوذ نفت طی ساعات اولیه به لایه‌های زیرین ساحل رسی و گلی بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. در قسمت‌های سنگی و قلوه سنگی نفت به راحتی توسط امواج به قسمت‌های پشتی سواحل نفوذ می‌کند و در صورت بالا بودن انرژی امواج به راحتی زدوده می‌شود. ولی در نقاطی که از تابش آفتاب و امواج به دور باشند، امکان ماندگاری نفت بالاست. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۱۷-۸ قابل توجه بوده و با تراکم بالای خطوط لوله زمینی و زیر آبی روبه رو هستیم. در نتیجه در صورت بروز نشتی از خطوط با عملیات نسیتاً پیچیده‌ای سرو کار خواهیم داشت. با توجه به نقشه ۳۱-۸ هر گونه آلودگی نفتی ایجاد شده در این ناحیه در صورت راه یافتن به آبهای آزاد به سمت قسمت‌های شرقی سواحل استان حرکت خواهد کرد. وجود ناحیه حمل و نقل نفتی و خطوط اصلی انتقال حساسیت این بخش را افزایش می‌دهد. با توجه به جدول ۱-۱ حساسیت قسمت سنگی بیش از شنی و قسمت شنی بیشتر از قسمت‌های دیگر است. ضمناً با توجه به توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶-۳، پایش خطوط نفت زیر آب با تکنولوژی نشت یاب صوتی ALD و پایش لوله‌های خشکی با تکنوزی مادون قرمز مناسبتر به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی حداقل هر ۳ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام

گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش دائم باشد. با توجه به نکات فوق گامهای زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ در صورت احتمال آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی حتماً باید با گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب، پمپاژ یا مسدود کردن مسیر پخش از گسترش آلودگی جلوگیری شود.
- ۲ با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی به گودالهایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت نبود دستگاه‌های اسکیمر و پمپاژ در منطقه کار پاکسازی اولیه را می‌توان با نیروی انسانی انجام داد. در صورت عدم انتقال نفت به منابع آبی و دیگر نقاط حساس زیست محیطی و دسترسی سخت به ساحل می‌توان نفت را به شرط پایش مداوم به حال خود گذاشت.
- ۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۶-۳ در تمام نقاط ساحل به غیر از نواحی سنگ لاشهای از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد. در صورت عدم انتقال نفت به منابع آبی و دیگر نقاط حساس زیست محیطی و دسترسی سخت به ساحل می‌توان نفت را به شرط پایش مداوم به حال خود گذاشت.
- ۴ گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و بازکاشت شوند.
- ۵ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهیداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش دفن طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود.
- ۶ به دلیل نوع جریانات دریایی بالا بودن تراز آب زیرزمینی و حساسیت زیست محیطی منطقه استفاده از مواد شیمیایی نظری پراکنده سازها، دیترجننت‌ها و منعقد کننده‌ها برای آلودگی‌های سبک پیشنهاد نمی‌شود مگر اینکه نفت در حال انتقال به منابع آبی باشد و یا ماهیان ساحلی را تهدید کند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ تخمین نفت پخش شده طبق مطالب و فرمول‌های بخش ۳-۱۶-۴ توسط تیم اعزامی.
- ۲ جهت اجتناب از آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی حتماً باید با گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب اورگانیک طبیعی از گسترش آلودگی جلوگیری شود.

-۳ با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی در قسمت‌های سیلتی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) حتماً باید از مواد جاذب برای جمع‌آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۳-۵ استفاده شود. می‌توان با غرقاب کردن ساحل طبق مطالب بخش ۳-۲-۲ به این عمل سرعت بخشد.

-۴ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی است. در صورت چسبندگی بیش از حد نفت به مصالح ساحلی و عدم حذف آسان توسط نیروی انسانی می‌توان از آب گرم برای شستشوی سواحل ریز دانه طبق بخش ۳-۲-۳ استفاده کرد.

-۵ گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و بازکاشت شوند.

-۶ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت و مازاد نفتی را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش لندفیل همراه با پسمند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود.

-۷ در صورت اطمینان از عدم آسیب گونه‌های آبزی می‌توان در قسمت‌های سنگی یا در صورت حرکت نفت به سمت مناطق حساس زیست محیطی از مواد پراکنده ساز استفاده کرد.

-۸ پایش زیست محیطی سواحل سنگی تا ۳ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۴-۱) رخ دهد:

-۱ جلوگیری از انتشار بیشتر نفت با گستردن بوم، حفر کانال‌های کاوردار و ایجاد لایه‌های محافظ طبق توضیحات بخش ۲-۷ و استفاده از ماشین آلات عمرانی جهت جلوگیری از انتشار بیشتر نفت و پاکسازی اولیه بر اساس توضیحات بخش ۳-۵

-۲ می‌توان در صورت عدم گذشت بیش از ۱۲ ساعت از پخش نفت طبق دستورات بخش ۳-۲-۳ از پراکنده سازها در محیط‌های آبی استفاده کرد. تهیه گزارش از عملکرد مواد پراکنده ساز الزامی است.

-۳ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.

-۴ در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایتها بی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ نسبت به دفع آن اقدام نمود توجه به نکات بخش ۳-۳-۳ در زمان استفاده و دفع جاذب‌ها لازم است

-۵ در صورتی که منطقه در زمان وقوع آلودگی مورد استفاده پرندگان مهاجر باشد، می‌توان با استفاده از توب پروپان و دیگر وسایل تولید صدا از آلودگی حساسترین گونه جانوری پیشگیری کرد.

-۶ گونه‌های گیاهی آلوده باید با نظارت سازمان محیط زیست قطع شده و بازکاشت شوند.

-۷ پایش زیست محیطی سواحل سنگی تا ۶ ماه الزامی است.

## ۲-۲-۴ سواحل ناحیه بندر گناوه و خارک

طبق نقشه ۲-۸ سواحل ناحیه بندر گناوه و خارک پوشیده از شن، مصالح مستحکم سنگی، قطعه سنگ، سیلت و رس و گل است. این ناحیه تبلور کامل برخورد صنعت و محیط زیست در سواحل ایران به شمار می‌آید. از یک سو جزیره خارک قلب نفتی جنوب نفتی کشور به حساب می‌آید و از سوی دیگر آبهای این ناحیه به علت جریانات دریایی منطقه محافظت شده حله مورد تهدید قرار می‌دهند. تراکم خطوط لوله دریایی و زمینی و هم چنین تنوع زیستی منطقه از لحاظ تجمع پرندگان، حضور پستانداران دریایی و آبزیان دیگر بسیار بالاست. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۸-۱۶ به حدی نیست که تمامی خطوط انتقال را بتوان دریایی فرض کرد. با توجه به نقشه ۸-۳۱ هر گونه آلودگی نفتی ایجاد شده در این ناحیه در صورت راه یافتن به آبهای آزاد به سمت قسمت‌های شرقی سواحل استان حرکت خواهد کرد و خود ناحیه نیز مورد تهدید آلودگی‌های بخش‌های غربی تر است. با توجه به جدول ۱-۱ سواحل این استان از حساسیت زیست محیطی بالایی برخوردار هستند. ضمناً با توجه به توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶ ، با عنایت به قرار گرفتن خطوط انتقال در منطقه نوسانی آب ساحل پایش خطوط لوله نفت با تکنولوژی نشت یاب صوتی ALD و لوله‌های زمینی با تکنولوژی مادون قرمز مناسبتر به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود عملیات توبک رانی هر ۳ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش دائم باشد. بهتر است این ناحیه دائماً با تکنولوژی سنجش از دور (SAR) که در بخش ۳-۱۶-۳ توجیح داده شد، در تمامی طول سال تحت پایش باشد. وجود شناورهای پاکسازی دریایی و انبارهای وسایل پاکسازی دریایی با همکاری HSE منطقه الزامی است. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- به دلیل حساسیت بالای محیط و احتمال انتقال آلودگی به دریا حتماً باید با گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب از گسترش آلودگی جلوگیری شود. استفاده از بومهای شناور متورم و فنس برای جلوگیری از انتقال آلودگی نفتی از طریق آب به منطقه حله (با توجه به جریانات آبی) الزامی است.
- ۲- با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودالهایی هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیمر جمعآوری شود. در صورت وقوع آلودگی در دریا استفاده از بوم و شناور و اسکیمر الزامی است.
- ۳- برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در قسمت‌های شنی و از مواد پراکنده ساز در دیگر قسمت‌های ساحل استفاده کرد.
- ۴- گونه‌های گیاهی و جانوری به طور مرتب تا ۱ماه پس از بروز آلودگی باید مورد پایش قرار گیرند.
- ۵- پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربسط به روش دفع مستقیم یا سوزاندن طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود. شن آلوده به نفت را می‌توان طبق توضیحات بخش ۲-۸-۳ پس از ثبتی در اختیار فعالیت‌های عمرانی قرار داد.
- ۶- به دلیل حساسیت زیست محیطی منطقه، در صورت استفاده از مواد شیمیایی نظیر پراکنده سازها، دیترجننت‌ها و منعقد کننده‌ها باید نهایت دقیقت را به کار گرفت تا خود این مواد به محیط زیست طبیعی و دریایی آسیب نرسانند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- به دلیل حساسیت بالای محیط و احتمال انتقال آلودگی به دریا حتماً باید با گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب از گسترش آلودگی جلوگیری شود. استفاده از بومهای شناور متورم و فنس یا دیگر انواع بوم به همراه مواد جاذب برای جلوگیری از انتقال آلودگی نفتی از طریق آب به منطقه حله (با توجه به جریانات آبی) الزامی است.
- ۲- با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودالهایی هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیمر جمعآوری شود. در صورت وقوع آلودگی در دریا استفاده از بوم و شناور و اسکیمر الزامی است. حذف دستی تمامی آلودگی‌ها در صورت به جا ماندن الزامی است.

- ۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۶-۳ از شستشو با فشار پایین در قسمت‌های شنی و از مواد پراکنده ساز در دیگر قسمت‌های ساحل استفاده کرد. شستشوی کلی ساحل و پاکسازی دستی در این شرایط برای اطمینان از حذف کامل آلودگی الزامی است.
- ۴ گونه‌های گیاهی و جانوری به طور مرتباً تا ۳ ماه پس از بروز آلودگی باید مورد پایش قرار گیرند.
- ۵ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربسط به روش دفع مستقیم یا سوزاندن طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود. شن آلوده به نفت را می‌توان طبق توضیحات بخش ۳-۸-۲ پس از ثبت در اختیار فعالیت‌های عمرانی قرار داد. نفت مایع را طبق مطالب جدول ۳-۸ می‌توان از طریق شکست امولسیون یا جداسازی گرانشی از آب جدا کرده و سپس دفع نمود
- ۶ به دلیل حساسیت زیست محیطی منطقه، در صورت استفاده از مواد شیمیایی نظیر پراکنده سازها، دیترجنت‌ها و منعقد کننده‌ها باید نهایت دقیقت را به کار گرفت تا خود این مواد به محیط زیست طبیعی و دریایی آسیب نرسانند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ استفاده از تمام توان پاکسازی زمینی، دریایی و هوایی.
- ۲ به دلیل حساسیت بالای محیط و احتمال انتقال آلودگی به دریا حتماً باید با گستردن بوم و استفاده از مواد جاذب از گسترش آلودگی جلوگیری شود. استفاده از بوم‌های شناور متورم و فنس یا دیگر انواع بوم به همراه مواد جاذب برای جلوگیری از انتقال آلودگی نفتی از طریق آب به منطقه حله (با توجه به جریانات آبی) الزامی است.
- ۳ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت وقوع آلودگی در دریا استفاده از بوم و شناور و اسکیمر الزامی است. حذف دستی تمامی آلودگی‌ها در صورت به جا ماندن الزامی است. طبق توضیحات بخش ۳-۵ می‌توان از ماشین‌آلات سنگین به ویژه بیل مکانیکی برای تسريع عملیات پاکسازی اولیه استفاده کرد.
- ۴ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.

- ۵ گونه‌های گیاهی و جانوری به طور مرتب تا ۶ ماه پس از بروز آلودگی باید مورد پایش قرار گیرند.
- ۶ در غیر این صورت پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش دفع مستقیم یا سوزاندن طبق توضیحات بخش ۳-۸-۲ پس دفع نمود. شن آلوده به نفت را می‌توان طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ از ثبیت در اختیار فعالیت‌های عمرانی قرار داد. نفت مایع را طبق مطالب جدول ۳ می‌توان از طریق شکست امولسیون یا جداسازی گرانشی از آب جدا کرده و سپس دفع نمود.
- ۷ به دلیل حساسیت زیست محیطی منطقه، در صورت استفاده از مواد شیمیایی نظیر پراکنده سازها، دیترجن‌تها و منعقد کننده‌ها باید نهایت دقت را به کار گرفت تا خود این مواد به محیط زیست طبیعی و دریایی آسیب نرسانند.
- ۸ در صورتی که منطقه در زمان وقوع آلودگی مورد استفاده پرندگان مهاجر باشد، می‌توان با استفاده از توب پروپان و دیگر وسایل تولید صدا از آلودگی حساسترین گونه جانوری پیشگیری کرد.
- ۹ پاکسازی پستانداران منطقه در صورت آلودگی توسط نیروهای ستادی و انجام معاینات توسط دامپرشکان الزامی است و گونه‌های آبزی نیز باید تا ۶ ماه مورد تست آزمایشگاهی قرار بگیرند.
- ۱۰ پایش زیست محیطی سواحل شنی و سنگی تا ۱ سال الزامی است.

### ۴-۲-۳ سواحل ناحیه بندر بوشهر

طبق نقشه ۲-۸ سواحل ناحیه بندر بوشهر پوشیده از سیلت و رس، شن، گل، مواد مستحکم سنگی و قسمتی مارش در ناحیه حله است. است. با توجه به جدول ۴-۳ احتمال نفوذ نفت در قسمت‌های سیلت و رس طی ساعات اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. در قسمت‌های شنی نفت می‌تواند زهکشی شده و به سفره‌های آب زیرزمینی راه یابد. هم چنین پروفیل ساحل از تغییر دهد. در قسمت‌های سنگی نیز نفت عموماً توسط امواج زدوده می‌شود. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۸-۱۶ به حدی است که قسمتی از لوله‌ها به زیر آب می‌روند. با توجه به نقشه ۲-۸ خطوط انتقال نفت در این قسمت موازی ساحل امتداد یافته‌اند. با توجه به نقشه ۸-۳۱ جریانات ساحلی به گونه‌ای است که آلودگی‌های نواحی مجاور می‌تواند به این ناحیه سرایت کند. ویژگی منحصر به فرد این ناحیه تهدید از دو سمت از طریق آب خلیج می‌باشد. ضمناً با توجه به

توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶-۳، با عنایت به قرار گرفتن بخشی از خطوط انتقال در منطقه نوسانی آب ساحل پایش خطوط لوله نفت با تکنولوژی مادون قرمز، نشت یاب صوتی ALD، استفاده از ردیاب یا کابل دو لایه مناسب‌تر به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی هر ۶ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیم جمع‌آوری شود. در سواحل شنی می‌توان از نیروی انسانی برای حذف نفت در نواحی حساس استفاده کرد.
- ۲ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد. و یا مصالح آلوده را با استفاده از تکنیک هوادهی و توضیحات بخش ۳-۳-۴ به حال خود گذاشت تا پروفیل ساحل آسیب چندانی نبیند. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد.
- ۳ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربط به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۳-۹-۱ لندهارم کرد.
- ۴ در صورت تهدید منطقه حفاظت شده حله می‌توان با گستردن بوم از آن محافظت نمود.
- ۵ پایش گونه‌های جانوری و گیاهی تا ۱ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از ساحل مارش طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیم جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار

نفت) و یا ایجاد آلودگی در آب حتماً باید از مواد جاذب برای جمع آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۵-۳ استفاده شود.

-۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۶-۳ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی یا پاکسازی طبیعی است، به شرط این که منطقه مورد توجه پرندگان مهاجر نباشد.

-۴ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربسط به روش لنوفیل همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت آلوده شدن سازه‌های ساحلی می‌توان از ماسه پاشی و شن پاشی بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ استفاده کرد.

-۵ در صورت حرکت آلودگی نفتی (طبق توضیحات بخش ۱-۳) به نواحی حساس جانبی می‌توان از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۳-۲ استفاده کرد. تهیه گزارش عملکرد این مواد در هر بار استفاده الزامی است.

-۶ پایش زیست محیطی منطقه تا ۳ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

-۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از ساحل مارش طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.

-۲ با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) و یا ایجاد آلودگی در آب حتماً باید از مواد جاذب برای جمع آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۵-۳ استفاده شود.

-۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۶-۳ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی یا پاکسازی طبیعی است، به شرط این که منطقه مورد توجه پرندگان مهاجر نباشد. در هر صورت منطقه باید از هر گونه آثار نفتی ظرف یک ماه پس از وقوع آلودگی پاک شده باشد.

- ۴ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.
- ۵ در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ و جدول ۳-۸ به روش مناسب جداسازی و نسبت به دفع آن اقدام نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت آلوده شدن سازه‌های ساحلی می‌توان از ماسه پاشی و شن پاشی بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ استفاده کرد.
- ۶ در صورت حرکت آلودگی نفتی (طبق توضیحات بخش ۳-۱) به نواحی حساس جانبی می‌توان از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۳-۲ استفاده کرد. تهیه گزارش عملکرد این مواد در هر بار استفاده الزامی است.
- ۷ در صورت تحمل باربری ساحل می‌توان از ماشین آلات سنگین عمرانی برای تسريع عملیات پاکسازی در فاز اول استفاده کرد.
- ۸ برای جلوگیری از آلودگی پرندگان می‌توان از توب پروپان یا دیگر ابزار تولید صدا برای دور کردن آنها استفاده کرد. معاینه پستانداران و پایش آنها تا ۶ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.
- ۹ پایش زیست محیطی سواحل تا ۱ سال الزامی است.

#### **۴-۲-۴ سواحل ناحیه مند و بندر دیر**

طبق نقشه ۲-۸ سواحل این ناحیه پوشیده از سیلت و رس و گل، قلوه سنگ، شن، مواد سنگی نامقاوم، ماسه و مارش و قسمتی نیز ریپ رپ و قطعه سنگ است. با توجه به جدول ۱-۱ حساسترین سواحل، سواحل مارش، سنگی و نهایتاً شنی و ماسه‌ای هستند. با توجه به جدول ۳-۴ احتمال نفوذ نفت در قسمت‌های سیلت و رس طی ساعت‌های اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. در قسمت‌های شنی نفت می‌تواند زهکشی شده و به سفره‌های آب زیرزمینی راه یابد. هم چنین پروفیل ساحل را تغییر دهد. در قسمت‌های سنگی نیز نفت معمولاً توسط امواج زدوده می‌شود و تنها در قسمت‌های پوشیده‌تر و به دور از آفتاب ماندگاری نسبتاً بالایی دارد. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۸-۱۶ در بیشتر طول ناحیه در حدی نیست که بتوان لوله‌ها را

زیرآبی در نظر گرفت. تنها در بخش بندر دیر نوسانات آبی لوله‌ها را در بر می‌گیرد. با توجه به نقشه ۲-۸ خطوط انتقال نفت در این قسمت موازی ساحل امتداد یافته‌اند. با توجه به نقشه ۳۱-۸ آلودگی‌های دریایی بخش‌های جنوبی تر خلیج فارس می‌توانند از طریق جریانات دریایی به این ناحیه برسند. ضمناً با توجه به توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶، با عنایت به قرار گرفتن بخشی از خطوط انتقال در منطقه نوسانی آب ساحل پایش خطوط لوله نفت با تکنولوژی مادون قرمز، استفاده از ردیاب یا کابل دو لایه مناسب‌تر به نظر می‌رسد. قرار گرفتن منطقه حفاظت شده مند در این ناحیه الزام پایش دقیق تر را موجب می‌شود. طبق نقشه ۲۱-۸ دو گونه عمدۀ پستانداران فوک و دلفین گوژپشت در این منطقه زیست می‌کنند که در صورت عدم معاینه و پایش دقیق می‌توانند در اثر آسیب دیدن دستگاه تنفسی و از دست دادن گرمای بدن در صورت تماس با نفت تلف شوند. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی هر ۶ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در سواحل شنی و سنگی و ماسه‌ای می‌توان از نیروی انسانی برای حذف نفت در نواحی حساس استفاده کرد.
- ۲ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۶-۳ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل استفاده کرد. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد. در صورت استفاده از ماشین آلات عمرانی در آلودگی‌های سبک باید حداقل دقت را به کار گرفت تا پروفیل ساحل آسیب جدی نمیندد.
- ۳ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۳-۹-۱ لنفارم کرد.
- ۴ در صورت تهدید منطقه حفاظت شده مند می‌توان با گستردن بوم از آن محافظت نمود.
- ۵ پایش گونه‌های جانوری و گیاهی تا ۱ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از منطقه حفاظت شده مند طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲- با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی به گودال‌های هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) و یا ایجاد آلودگی در آب حتماً باید از مواد جاذب برای جمع‌آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۵-۳ استفاده شود. از ماشین آلات سنگین تنها در قسمت‌های ماسه‌ای، مارش و سواحل نزدیک منطقه حفاظت شده می‌توان استفاده کرد.
- ۳- برای پاکسازی نهایی طبق جدول ۶-۳ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل در بیشتر نقاط این ناحیه می‌توان استفاده کرد در نواحی سنگی و صخره‌ای می‌توان از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی یا پاکسازی طبیعی است، به شرط این که منطقه مورد توجه پرندگان مهاجر نباشد.
- ۴- پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربیط به روش لندفیل همراه با پیماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت آلوده شدن سازه‌های ساحلی می‌توان از ماسه پاشی و شن پاشی بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ استفاده کرد.
- ۵- در صورت حرکت آلودگی نفتی (طبق توضیحات بخش ۳-۱) به نواحی حساس جانبی می‌توان از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۲-۳ استفاده کرد. تهیه گزارش عملکرد این مواد در هر بار استفاده الزامی است.
- ۶- معاینه و پایش پستانداران در صورت احتمال آلودگی آنها و اقدام به ترمیم پوشش گیاهی آسیب دیده الزامی است.
- ۷- پایش زیست محیطی منطقه به ویژه نواحی تخمگذاری لاک پشت‌ها تا ۳ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ - گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسریع عملیات و حفاظت از منطقه محافظت شده و سواحل مارش طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود. در صورتی که آلودگی ایجاد شده روی سطوح سخت ویسکوزیته قابل توجهی داشته و به حالت نیمه جامد درآمده باشد، می‌توان از مواد دترجنت استفاده کرد.
- ۲ - برای پاکسازی نهایی طبق جدول ۶-۳ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل در بیشتر نقاط این ناحیه می‌توان استفاده کرد در نواحی سنگی و صخره‌ای می‌توان از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. بدین منظور هم از درون آب و هم از خشکی می‌توان اقدام کرد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی یا پاکسازی طبیعی است، به شرط این که منطقه مورد توجه پرندگان مهاجر نباشد. استفاده از مواد جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ برای ساده‌تر کردن عملیات حذف ضروری است.
- ۳ - در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.
- ۴ - در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایتهاي به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ و جدول ۳-۸ به روش مناسب جداسازی و نسبت به دفع آن اقدام نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از ثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت آلوده شدن سازه‌های ساحلی می‌توان از ماسه پاشی و شن پاشی بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ استفاده کرد. در صورت هوادیدگی نفت سواحل درشت دانه‌تر غربال کردن روش مناسب‌تری خواهد بود.
- ۵ - در صورت حرکت آلودگی نفتی (طبق توضیحات بخش ۳-۱) به سمت منطقه حفاظت شده باید از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۲-۳ استفاده کرد. تهیه گزارش عملکرد این مواد در هر بار استفاده الزامی است.
- ۶ - در صورت تحمل باربری ساحل می‌توان از ماشین آلات سنگین عمرانی برای تسریع عملیات پاکسازی در فاز اول استفاده کرد.
- ۷ - برای جلوگیری از آلودگی پرندگان می‌توان از توب پروپان یا دیگر ابزار تولید صدا برای دور کردن آنها استفاده کرد. معاینه پستانداران و پایش آنها تا ۶ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.
- ۸ - پایش زیست محیطی سواحل به ویژه نواحی تخمگذاری لاک پشت‌ها تا ۱ سال الزامی است.

## ۴-۲-۵ سواحل ناحیه بندر کنگان و نای بند

طبق نقشه ۲-۸ سواحل این ناحیه در خود بندر کنگان پوشیده از سیلت و رس بوده و در بقیه ناحیه تا منطقه نای بند عمدتاً پوشیده از قطعه سنگ، قلوه سنگ، مواد ساخت دست بشر و شن است. با توجه به جدول ۱-۱ این ناحیه که شامل محدوده سواحل بندر کنگان تا سواحل پارک ملی نای بند می‌باشد از ضریب حساسیت زیست محیطی بالایی برخودار است. از سوی دیگر با توجه به نقشه ۲-۸ ترافیک حمل و نقل نفت نیز در این ناحیه بالاست و نقشه ۲۹-۸ نشان می‌دهد که منطقه از تجمع بالای پرندگان برخوردار است. با توجه به جدول ۴-۳ احتمال نفوذ نفت در قسمتهای سیلت و رس طی ساعات اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. در قسمتهای سنگی نیز نفت معمولاً توسط امواج زدوده می‌شود و تنها در قسمتهای پوشیده‌تر و به دور از آفتاب ماندگاری نسبتاً بالایی دارد. در قسمتهای سنی نفت می‌تواند زهکشی شده و به سفره‌های آب زیرزمینی راه یابد. هم چنین پروفیل ساحل را تغییر دهد. با توجه به نقشه ۳۱-۸ آلودگی‌های دریایی بخش‌های جنوبی تر خلیج فارس می‌توانند از طریق جریانات دریایی به این ناحیه برسند. پیشنهاد می‌شود که برای تشخیص سریع نفت منتشر شده و تست اثر انگشت شیمیایی در صورت لزوم از پایش ماهواره‌ای استفاده شود. طبق نقشه ۲۱-۸ یک گونه عمدۀ پستاندار در این منطقه زیست می‌کند. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی هر ۶ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌های هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در سواحل شنی و سنگی و ماسه‌ای می‌توان از نیروی انسانی برای حذف نفت در نواحی حساس استفاده کرد. در صورتی که پارک ملی و جانوران منطقه مورد تهدید لکه نفتی نباشند، می‌توان نفت را به حال خود گذاشت. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.

- ۲ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از مواد پراکنده ساز، پاکسازی طبیعی و یا جمع‌آوری نفت با جاذب استفاده کرد. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد.
- ۳ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۱-۹-۳ لندفارم کرد.
- ۴ در صورت تهدید پارک ملی نای بند می‌توان با گستردن بوم از آن محافظت نمود.
- ۵ پایش گونه‌های جانوری و گیاهی تا ۳ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از پارک ملی نای بند طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌های هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیمیر جمع‌آوری شود. استفاده از نیروی انسانی در این ناحیه برای زدودن آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شود. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.
- ۳ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از مواد پراکنده ساز و یا جمع‌آوری نفت با جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳، شستشوی کلی سواحل استفاده کرد. کرد در نواحی سنگی و صخره‌ای می‌توان از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی و استفاده از پمپ خلاء در سواحل ساخت دست بشر است.
- ۴ استفاده از توب پروپان و دیگر وسایل تولید صدا برای دور کردن پرنده‌گان الزامی است.
- ۵ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش لندفیل همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت آلوده شدن سازه‌های ساحلی می‌توان از ماسه پاشی و شن پاشی بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ استفاده کرد.

طبق توضیحات بخش‌های ۳-۳ و ۶-۳-۷-۱۶ می‌توان نفت را در منطقه بازیافت کرد یا امولسیون نفتی را در ساحل شکست.

-۶ در صورت حرکت آلودگی نفتی (طبق توضیحات بخش ۳-۱) به سمت پارک ملی نای بند می‌توان از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۲ استفاده کرد. تهیه گزارش عملکرد این مواد در هر بار استفاده الزامی است.

-۷ معاینه و پایش پستانداران در صورت احتمال آلودگی آنها و اقدام به ترمیم پوشش گیاهی آسیب دیده الزامی است.

-۸ پایش زیست محیطی منطقه تا ۶ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۴-۱) رخ دهد:

-۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسریع عملیات و حفاظت از پارک ملی نای بند و مانگروها طبق توضیحات بخش ۳-۳ توصیه می‌شود.

-۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌های هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. استفاده از نیروی انسانی در این ناحیه برای زدودن آلودگی نفتی الزامی است. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.

-۳ طبق جدول ۳-۶ در سواحل سنگی و صخره‌ای بهترین روش برای پاکسازی نهایی ماسه پاشی و در نواحی قله سنگی و شنی شستشو با فشار پایین در کنار ساحل است. بهترین برخورد در آلودگی‌های سنگین استفاده از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۳ است. در نواحی گلی و مانگروها شستشو با فشار پایین و استفاده از مواد جاذب الزامی است.

-۴ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.

-۵ در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ و جدول ۸-۳ به روش مناسب جداسازی و نسبت به دفع آن اقدام نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت آلوده شدن سازه‌های ساحلی می‌توان از

ماسه پاشی و شن پاشی بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ استفاده کرد. در صورت هوادیدگی نفت سواحل درشت دانه‌تر غربال کردن روش مناسب‌تری خواهد بود.

-۶ برای جلوگیری از آلودگی پرندگان می‌توان از توب پروپان یا دیگر ابزار تولید صدا برای دور کردن آنها استفاده کرد. معاینه پستانداران و پایش آنها تا ۶ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.

-۷ پایش زیست محیطی سواحل لاک پشت‌ها تا ۱ سال الزامی است.

### ۴-۳ استان هرمزگان

در این استان مناطق حفاظت شده سراج، جنگل‌های حرای گابریک و جاسک، رود گز، تیاب و میناب، خوران و جزایر فارور واقع شده‌اند. طبق جدول ۴-۲ بندر خمیر، قشم منطقه تیاب، سیریک و جاسک محل تجمع جنگل‌های مانگرو بوده و طبق جدول ۱-۱ از بالاترین ضریب حساسیت زیست محیطی برخوردار هستند. هم چنین طبق جدول ۳-۴ جزایر مرجانی تنب بزرگ و کوچک، فارور بانی، سیری، ابوموسی و قشم و هرمز و کیش و لارک و فارور و شیدور و لاوان (محل تخمگذاری لاک پشت‌ها)، هنگام و هندورایی با طول و عرض جغرافیایی مشخص محل زیست گونه‌های آسیب پذیر می‌باشند و نسبت به تغییرات زیست محیطی بسیار حساس هستند. در نتیجه با توجه به موقعیت جغرافیایی مناطق فوق و نقشه‌های فصل ۸ استان هرمزگان را بر حسب حساسیت زیست محیطی سواحل نسبت به آلودگی نفتی می‌توان به ۴ قسمت منطقه سراج، بندر لنگه، بندر عباس و جنگل‌های حرا و بندر جاسک تقسیم بندی نمود.

### ۴-۳-۱ ناحیه سراج (از مرز غربی استان تا قبل از بندر لنگه)

طبق نقشه ۲-۸ بیشتر قسمت‌های سواحل سراج در استان هرمزگان پوشیده از بستر سنگی نامقاوم، قلوه سنگ و در اطراف منطقه حفاظت شده سراج دارای مقدار کمی شن است. این منطقه با توجه به تراکم بالای خطوط انتقال و ترافیک نسبتاً زیاد حمل و نقل دریایی نفت جزء پرخطرترین مناطق از نظر تعداد حوادث آلودگی نفتی به شمار می‌آیند. به ویژه پرندگان به عنوان آسیب پذیرترین گونه‌های طبیعی در منطقه حفاظت شده سراج مورد تعددی لکه های بخش‌های شرقی تر و آلودگی‌های منتشر شده در قسمت خشکی می‌باشند. طبق جدول ۳-۴ در قسمت‌های سنگی و قلوه سنگی نفت به راحتی توسط

امواج به قسمت‌های پشتی سواحل نفوذ می‌کند و در صورت بالا بودن انرژی امواج به راحتی زدوده می‌شود. ولی در نقاطی که از تابش آفتاب و امواج به دور باشند، امکان ماندگاری نفت بالاست. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۱۷-۸ چندان قابل توجه نیست ولی با تراکم جدی خطوط لوله زیر آبی روبه رو هستیم. با توجه به نقشه ۳۱-۸ هر گونه آلودگی نفتی ایجاد شده در این ناحیه در صورت راه یافتن به آبهای آزاد به سمت قسمت‌های شرقی سواحل استان بوشهر حرکت خواهد کرد. وجود ناحیه حمل و نقل نفتی و پالایشگاه نفت حساسیت این بخش را افزایش می‌دهد. با توجه به جدول ۱-۱ پس از سواحل مجاور منطقه حفاظت شده حساسیت قسمت سنگی بیش از شنی و قسمت شنی بیشتر از قسمت‌های دیگر است. ضمناً با توجه به توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶ ، پایش خطوط نفت زیر آب با تکنولوژی نشت یاب صوتی ALD و تکنوزی مادون قرمز مناسبتر به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی حداقل هر ۳ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش دائم باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در سواحل شنی و سنگی می‌توان از نیروی انسانی برای حذف نفت در نواحی حساس استفاده کرد. در صورتی که منطقه حفاظت شده و جزایر ناحیه مورد تهدید لکه نفتی نباشند، می‌توان نفت را به حال خود گذاشت. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.
- ۲ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از مواد پراکنده ساز، پاکسازی طبیعی و یا جمع‌آوری نفت با جاذب استفاده کرد. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد.
- ۳ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربسط به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۳-۵ و ۳-۶ اقدام به جداسازی نفت نمود.
- ۴ در صورت تهدید منطقه حفاظت شده سراج می‌توان با گستردن بوم از آن محافظت نمود.
- ۵ پایش گونه‌های جانوری و گیاهی تا ۳ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از منطقه حفاظت شده سراج طبق توضیحات بخش ۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲- با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی به گودال‌های هدایت و سپس به روش پمپاز و یا با اسکیم جمع‌آوری شود. استفاده از نیروی انسانی در این ناحیه برای زدودن آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شود. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.
- ۳- برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۶-۳ از مواد پراکنده ساز و یا جمع‌آوری نفت با جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳، شستشوی کلی سواحل استفاده کرد. کرد در نواحی سنگی و صخره‌ای می‌توان از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۵-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی و استفاده از پمپ خلاء در سواحل ناحیه است.
- ۴- استفاده از توب پروپان و دیگر وسایل تولید صدا برای دور کردن پرندگان الزامی است.
- ۵- پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربیط به روش لندفیل همراه با پیماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. طبق توضیحات بخش‌های ۳-۳ و ۳-۶ و ۳-۷ می‌توان نفت را در منطقه بازیافت کرد یا امولسیون نفتی را در ساحل شکست و یا بر اساس توضیحات بخش ۳-۱۸ برای جلوگیری از تغییر پروفیل ساحل منطقه حفاظت شده نفت هوا دیده را با غربال مکانیکی بازیافت نمود.
- ۶- در صورت حرکت آلودگی نفتی (طبق توضیحات بخش ۳-۱) به سمت منطقه حفاظت شده سراج یا جزایر مرجانی ناحیه می‌توان از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۲ استفاده کرد. چرا که نفت پخش شده در ستون آب نسبت به لایه نفتی روی آب آسیب کمتری به مرجان‌ها وارد می‌کند. تهیه گزارش عملکرد این مواد در هر بار استفاده الزامی است.
- ۷- معاینه موردي و پایش پرندگان منطقه و اقدام به ترمیم پوشش گیاهی آسیب دیده الزامی است.
- ۸- پایش زیست محیطی منطقه تا ۶ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ - گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسریع عملیات و حفاظت از منطقه حفاظت شده سراج و جزایر مرجانی طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲ - با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی توسط بوم‌ها محصور شده و به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. استفاده از نیروی انسانی در این ناحیه برای زدودن آلودگی نفتی الزامی است. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.
- ۳ - طبق جدول ۶-۴ در سواحل سنگی و صخره‌ای بهترین روش برای پاکسازی نهایی ماسه پاشی و در نواحی قلوه سنگی و شنی شستشو با فشار پایین در کنار ساحل است. بهترین برخورد در آلودگی‌های سنگین استفاده از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۳ است. در آلودگی‌های سنگین استفاده از مواد جاذب الزامی است.
- ۴ - در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.
- ۵ - در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ و جدول ۳-۸ به روش مناسب جداسازی و نسبت به دفع آن اقدام نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت آلوده شدن سازه‌های ساحلی می‌توان از ماسه پاشی و شن پاشی بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ استفاده کرد. در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی و استفاده از پمپ خلاء در سواحل ناحیه است.
- ۶ - برای جلوگیری از آلودگی پرندگان می‌توان از توب پروپان یا دیگر ابزار تولید صدا برای دور کردن آنها استفاده کرد. معاینه موردی پرندگان و پستانداران و پایش آنها تا ۶ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.
- ۷ - پایش زیست محیطی سواحل تا ۱ سال الزامی است.

#### ۴-۳-۲ ناحیه بندر لنگه (از بندر لنگه تا قبل از منطقه حفاظت شده حرا خوران)

طبق نقشه ۲-۸ بیشتر قسمت‌های سواحل ناحیه بندر لنگه در استان هرمزگان پوشیده از بستر سنگی نامقاوم، قطعه سنگ، قلوه سنگ، و در خود بندر لنگه دارای شن و مواد مستحکم ساخت بشر (بتن) است. این منطقه با توجه به تراکم بالای جزایر مرجانی و خطوط انتقال دریابی نفت و ترافیک نسبتاً زیاد

حمل و نقل دریایی نفت جزء پرخطرترین مناطق از نظر تعداد حوادث آلودگی نفتی (به ویژه در سطح دریا) به شمار می‌آید. طبق جدول ۴-۳ در قسمت‌های سنگی و قلوه سنگی نفت به راحتی توسط امواج به قسمت‌های پشتی سواحل نفوذ می‌کند و در صورت بالا بودن انرژی امواج به راحتی زدوده می‌شود. ولی در نقاطی که از تابش آفتاب و امواج به دور باشند، امکان ماندگاری نفت بالاست. نوسانات تراز آب در این ناحیه طبق نقشه ۱۷-۸ چندان قابل توجه نیست. با توجه به نقشه به نیزه ۳۱-۸ هر گونه آلودگی نفتی ایجاد شده در این ناحیه در صورت راه یافتن به آبهای آزاد به سمت قسمت‌های غربی سواحل استان هرمزگان حرکت خواهد کرد. با توجه به جدول ۱-۱ حساسیت زیست محیطی جزایر مرجانی بیش از سایر نقاط سواحل استان می‌باشد ولی به طور کلی سواحل سنگی از ضریب حساسیت بالایی برخوردارند. ضمناً با توجه به توضیحات انتهایی بخش ۳-۱۶-۳، پاییش خطوط نفت زیر آب با تکنولوژی نشت یاب صوتی ALD و دیگر تکنولوژی‌های ویژه لوله‌های دریایی مناسب به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی حداقل هر ۶ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره موردن پاییش دائم باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. می‌توان از نیروی انسانی برای حذف نفت در نواحی حساس استفاده کرد. در صورتی که منطقه حفاظت شده و جزایر ناحیه مورد تهدید لکه نفتی نباشند، می‌توان نفت را به حال خود گذاشت. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.
- ۲- برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از مواد پراکنده ساز، پاکسازی طبیعی و یا جمع‌آوری نفت با جاذب استفاده کرد. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد.
- ۳- پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطة به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۳-۵-۱۶-۳ و ۳-۶-۱۶-۳ اقدام به جداسازی نفت نمود.
- ۴- در صورت تهدید منطقه حفاظت شده فارور می‌توان با گستردن بوم از آن محافظت نمود.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱- گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از منطقه حفاظت شده فارور طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲- با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. استفاده از نیروی انسانی در این ناحیه برای زدودن آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شود. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.
- ۳- برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۶-۳ از مواد پراکنده ساز و یا جمع‌آوری نفت با جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳، شستشوی کلی سواحل استفاده کرد. کرد در نواحی سنگی و صخره‌ای می‌توان از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۵-۳ بهترین روش حذف دستی آلودگی و استفاده از پمپ خلاء در سواحل ناحیه است.
- ۴- پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربط به روش لندهیل همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۸-۳ دفع نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثیت مورد استفاده قرار گیرد. طبق توضیحات بخش‌های ۳-۳-۶ و ۷-۱۶-۳ می‌توان نفت را در منطقه بازیافت کرد یا امولسیون نفتی را در ساحل شکست و یا بر اساس توضیحات بخش ۳-۸-۱ برای جلوگیری از تغییر پروفیل ساحل منطقه حفاظت شده نفت هوا دیده را با غربال مکانیکی بازیافت نمود.
- ۵- در صورت حرکت آلودگی نفتی (طبق توضیحات بخش ۱-۳) به سمت منطقه حفاظت شده سراج یا جزایر مرجانی ناحیه می‌توان از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۳-۲ استفاده کرد. چرا که نفت پخش شده در ستون آب نسبت به لایه نفتی روی آب آسیب کمتری به مرجان‌ها وارد می‌کند. تهیه گزارش عملکرد این مواد در هر بار استفاده الزامی است.
- ۶- پایش زیست محیطی منطقه تا ۶ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ - گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسریع عملیات و حفاظت از منطقه حفاظت شده سراج و جزایر مرجانی طبق توضیحات بخش ۳-۳ توکیه می‌شود. سرعت عمل برای جلوگیری از انتشار نفت با توجه به فرمول بخش ۱-۳ بسیار مهم است. لذا در صورت نبود انواع مناسب بوم می‌توان از بوم‌های ساخته شده در محل طبق توضیحات و شکل‌های بخش ۱۱-۳ استفاده نمود.

- ۲ - با توجه به جدول ۶-۳ بهتر است نفت سطحی توسط بوم‌ها محصور شده و به روش پمپاز و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. استفاده از نیروی انسانی در این ناحیه برای زدودن آلودگی نفتی الزامی است. استفاده از پاکسازی مکانیکی برای زدودن نفت در این منطقه پیشنهاد نمی‌شود.

- ۳ - طبق جدول ۶-۳ در سواحل سنگی و صخره‌ای بهترین روش برای پاکسازی نهایی ماسه پاشی و در نواحی قلوه سنگی و شنی شستشو با فشار پایین در کنار ساحل است. بهترین برخورد در آلودگی‌های سنگین استفاده از مواد پراکنده ساز طبق توضیحات بخش ۳-۳ است. در آلودگی‌های سنگین در صورت استفاده از بوم به کارگیری مواد جاذب الزامی است.

- ۴ - در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۲-۹ و به کمک کوره سوزاند.

- ۵ - در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ و جدول ۸-۳ به روش مناسب جداسازی و نسبت به دفع آن اقدام نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت آلوده شدن سازه‌های ساحلی می‌توان از ماسه پاشی و شن پاشی بر اساس توضیحات بخش ۳-۲-۴ استفاده کرد. در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی و استفاده از پمپ خلاء در سواحل ناحیه است.

- ۶ - پایش زیست محیطی سواحل تا ۶ماه الزامی است.

### ۴-۳-۳ سواحل ناحیه مناطق حفاظت شده حرا و بندر عباس (از منطقه حفاظت شده حرا خوران تا بعد از منطقه حفاظت شده حرا رود گز)

طبق نقشه ۲-۸ سواحل این ناحیه پوشیده از سیلت و رس و گل، شن، قلوه سنگ، مواد سنگی نامقاوم، و قسمتی نیز ریپ رپ و بتن بوده و ساحل در بندر عباس شامل مقدار کمی مارش و در منطقه

حفظت شده حرا رود گز، دارای مقدار ناچیزی علف دریایی است. با توجه به جدول ۱-۱ حساسترین سواحل، سواحل مارش و جزایر مرجانی، سواحل سنگی و نهایتاً سنی و ماسه‌ای هستند. با توجه به جدول ۳-۴ احتمال نفوذ نفت در قسمتهای سیلت و رس طی ساعات اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. در قسمتهای سنی نفت می‌تواند زهکشی شده و به سفره‌های آب زیرزمینی راه یابد. هم چنین پروفیل ساحل را تغییر دهد. در قسمتهای سنگی نیز نفت معمولاً توسط امواج زدوده می‌شود و تنها در قسمتهای پوشیده‌تر و به دور از آفتاب ماندگاری نسبتاً بالایی دارد. با توجه به نقشه ۳۱-۸ آلودگی‌های دریایی بخش‌های شرقی‌تر می‌توانند از طریق جریانات دریایی به این ناحیه برسند و با توجه به توضیحات فصل سوم به علت شکل خاص جغرافیایی نفت در این ناحیه ماندگاری بیشتری داشته و سریعتر تشکیل امولسیون و رسوب ساحلی می‌دهد. قرار گرفتن مناطق حفاظت شده حرا در این ناحیه الزام پایش دقیق تر را موجب می‌شود. ترافیک انتقال نفت از تنگه هرمز هم چنین در نواحی بندر عباس بالا بوده و منطقه از نظر زیست محیطی نیز بسیار حساس است. در نتیجه پیشنهاد می‌شود در صورت انجام مانورهای ساحلی مقابله با آلودگی طبق توضیحات بخش ۳-۱۳ این ناحیه در اولویت قرار بگیرد. طبق نقشه ۲۱-۸ ۶ گونه عمدۀ پستانداران و چند گونه ماهی طبق نقشه ۲۷-۸ در نواحی شمالی جزیره قشم و دیگر نواحی این منطقه وجود دارند که در صورت عدم معاينه و پایش دقیق می‌توانند در اثر آسیب دیدن دستگاه تنفسی و از دست دادن گرمای بدن در صورت تماس با نفت تلف شوند. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی هر ۳ ماه یک بار در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی در سواحل ریز دانه به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در سواحل سنی و سنگی و ماسه‌ای می‌توان در کنار استفاده از پمپ و اسکیمر از نیروی انسانی برای حذف نفت در نواحی حساس استفاده کرد.
- برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل ریزدانه استفاده کرد. در سواحل سنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد.

صورت استفاده از ماشین آلات عمرانی در آلودگی‌های سبک باید حداکثر دقت را به کار گرفت تا پروفیل ساحل آسیب جدی نمینماید. هر چند استفاده از این ماشین آلات در سواحل سنگی و ماسه‌ای پیشنهاد نمی‌شود.

-۳ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربط به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۳-۹-۱ لندفارم کرد.

-۴ در صورت تهدید مناطق حفاظت شده حرا و جزایر مرجانی می‌توان با گستردن بوم از آن محافظت نمود.

-۵ پایش گونه‌های جانوری و گیاهی تا ۱ ماه پس از وقوع آلودگی الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

-۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسریع عملیات و حفاظت از مناطق حفاظت شده حرا و جزایر مرجانی طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.

-۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی در سواحل سیلت و رس و گلی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) و یا ایجاد آلودگی در آب حتماً باید از مواد جاذب برای جمع‌آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۵-۳ استفاده شود. از ماشین آلات سنگین تنها در قسمت‌های ماسه‌ای، مارش و سواحل نزدیک منطقه حفاظت شده می‌توان استفاده کرد.

-۳ برای پاکسازی نهایی طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل در بیشتر نقاط این ناحیه می‌توان استفاده کرد در نواحی سنگی و صخره‌ای می‌توان از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۵-۳ بهترین روش حذف دستی آلودگی یا پاکسازی طبیعی است، به شرط این که منطقه مورد توجه پرندگان مهاجر نباشد.

-۴ طبق توضیحات بخش ۳-۳ بهترین روش در صورت نزدیک شدن آلودگی به سمت مناطق حفاظت شده حرا و جزایر مرجانی در ۱۲ ساعت اول پس از انتشار نفت استفاده از مواد پراکنده ساز می‌باشد. پس از هر بار استفاده از این مواد ارائه گزارش نحوه عملکرد الزامی است.

- ۵ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش لندفیل همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از ثبیت مورد استفاده قرار گیرد. هم چنین می‌توان طبق توضیحات بخش ۳-۳-۶ و ۳-۳-۵ اقدام به جداسازی نفت از آب و مصالح ساحلی در نزدیکی محل انتشار نمود.
- ۶ معاينه و پایش پستانداران در صورت احتمال آلودگی آنها و اقدام به ترمیم پوشش گیاهی آسیب دیده الزامی است.
- ۷ پایش زیست محیطی منطقه تا ۶ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۴-۱) رخ دهد:

- ۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسریع عملیات و حفاظت از مناطق محافظت شده و جزایر مرجانی طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲ برای پاکسازی نهایی طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل در بیشتر نقاط این ناحیه می‌توان استفاده کرد در نواحی سنگی و صخره‌ای می‌توان از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. بدین منظور هم از درون آب و هم از خشکی می‌توان اقدام کرد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۵-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی است. استفاده از مواد جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳-۵ برای ساده‌تر کردن عملیات حذف ضروری است.
- ۳ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.
- ۴ در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ و جدول ۳-۸ به روش مناسب جداسازی و نسبت به دفع آن اقدام نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از ثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت هوادیدگی نفت سواحل درشت دانه‌تر غربال کردن روش مناسب‌تری خواهد بود.

- ۵ طبق توضیحات بخش ۳-۳ بهترین روش در صورت نزدیک شدن آلودگی به سمت مناطق حفاظت شده حرا و جزایر مرجانی استفاده از مواد پراکنده ساز می‌باشد. پس از هر بار استفاده از این مواد ارائه گزارش نحوه عملکرد الزامی است.
- ۶ در صورت تحمل باربری ساحل می‌توان از ماشین آلات سنگین عمرانی برای تسريع عملیات پاکسازی در فاز اول استفاده کرد.
- ۷ برای جلوگیری از آلودگی پرنده‌گان می‌توان از توب پروپان یا دیگر ابزار تولید صدا برای دور کردن آنها استفاده کرد. معاینه پستانداران و آبزیان و پایش آنها تا ۱ سال پس از وقوع آلودگی الزامی است.
- ۸ پایش زیست محیطی سواحل تا ۱ سال الزامی است.

#### ۴-۳-۴ سواحل ناحیه بندر جاسک و منطقه حفاظت شده گابریک (بعد از منطقه حفاظت شده حرا رود گز تا مرز شرقی استان)

طبق نقشه ۲-۸ سواحل این ناحیه پوشیده از قلوه سنگ، شن، گل و کمی ماسه است. آنچه حائز اهمیت است، تفاوت نوع اکولوژی و جریانات سواحل این ناحیه در مقایسه با سواحل خلیج فارس می‌باشد. با توجه به جدول ۳-۴ احتمال نفوذ نفت در قسمت‌های گلی طی ساعت‌های اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. در قسمت‌های شنی و قلوه سنگی نفت می‌تواند زهکشی شده و به سفره‌های آب زیرزمینی راه یابد. هم چنین پروفیل ساحل را تغییر دهد. قرار گرفتن منطقه حفاظت شده حرای جاسک و گابریک در این ناحیه الزام پایش دقیق را موجب می‌شود. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی سالانه در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی در سواحل ریز دانه به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در سواحل شنی و قلوه سنگی و ماسه‌ای می‌توان در کنار

استفاده از پمپ و اسکیمر از نیروی انسانی برای حذف نفت در نواحی حساس استفاده کرد. ولی در صورت عدم تهدید مناطق حفاظت شده می‌توان نفت را به شرط پایش به حال خود رها کرد.

-۲ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل ریزدانه استفاده کرد. در سواحل شنی و قلوه سنگی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد.

-۳ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۳-۹-۱ لنفارم کرد.

-۴ در صورت تهدید مناطق حفاظت شده جاسک و گابریک می‌توان با گستردن بوم از آن محافظت نمود.

-۵ پایش گونه‌های جانوری و گیاهی تا ۱ ماه پس از وقوع آلودگی در فصول خاص سال پیشنهاد می‌شود.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

-۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسریع عملیات و حفاظت از منطقه حفاظت شده حرای جاسک و گابریک طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.

-۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی در سواحل گلی به گودال‌های هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) و یا ایجاد آلودگی در آب حتماً باید از مواد جاذب برای جمع‌آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۳-۵ استفاده شود. از ماشین آلات سنگین تنها در قسمت‌های ماسه‌ای، مارش و سواحل نزدیک منطقه حفاظت شده می‌توان استفاده کرد.

-۳ برای پاکسازی نهایی طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل در بیشتر نقاط این ناحیه می‌توان استفاده کرد. در نواحی قلوه سنگی باید از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی یا پاکسازی طبیعی است، به شرط این که منطقه مورد توجه پرندگان مهاجر نباشد.

-۴ طبق توضیحات بخش ۳-۳ بهترین روش در صورت نزدیک شدن آلودگی به سمت مناطق حفاظت شده حرای جاسک و گابریک در ۱۲ ساعت اول پس از انتشار نفت استفاده از مواد پراکنده ساز می‌باشد. پس از هر بار استفاده از این مواد ارائه گزارش نحوه عملکرد الزامی است.

-۵ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربط به روش لندفیل همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از ثبیت مورد استفاده قرار گیرد. هم چنین می‌توان طبق توضیحات بخش ۳-۳-۵ و ۳-۶-۱۶-۳-۵ اقدام به جداسازی نفت از آب و مصالح ساحلی در نزدیکی محل انتشار نمود.

-۶ معاينه و پایش پستانداران در صورت احتمال آلودگی آنها و اقدام به ترمیم پوشش گیاهی آسیب دیده الزامی است.

-۷ پایش زیست محیطی منطقه تا ۶ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

-۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از منطقه محافظت شده طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.

-۲ برای پاکسازی نهایی طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل در بیشتر نقاط این ناحیه می‌توان استفاده کرد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی است. استفاده از مواد جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ برای ساده‌تر کردن عملیات حذف ضروری است.

-۳ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۳-۹-۲ و به کمک کوره سوزاند.

-۴ در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایت‌هایی به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۳-۷ و جدول ۳-۸ به روش مناسب جداسازی و نسبت به دفع آن اقدام نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از ثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت هوادیدگی نفت سواحل درشت دانه‌تر غربال کردن روش مناسب‌تری خواهد بود.

- ۵ طبق توضیحات بخش ۳-۳ بهترین روش در صورت نزدیک شدن آلودگی به سمت منطقه حفاظت شده استفاده از مواد پراکنده ساز می‌باشد. پس از هر بار استفاده از این مواد ارائه گزارش نحوه عملکرد الزامی است.
- ۶ در صورت تحمل باربری ساحل می‌توان از ماشین آلات سنگین عمرانی برای تسريع عملیات پاکسازی در فاز اول استفاده کرد.
- ۷ برای جلوگیری از آلودگی پرنده‌گان می‌توان از توب پروپان یا دیگر ابزار تولید صدا برای دور کردن آنها استفاده کرد. معاینه پستانداران و آبزیان و پایش آنها تا ۱ سال پس از وقوع آلودگی الزامی است.
- ۸ پایش زیست محیطی سواحل تا ۱ سال الزامی است.

#### ۴-۴ استان سیستان و بلوچستان

در این استان منطقه حفاظت شده گاندو و بندر چابهار واقع شده است. طبق جدول ۴-۲ منطقه محافظت شده گواتر در مرزهای شرقی سواحل استان وقوع شده که زیستگاه مرغان دریایی و گیاهان آسیب پذیر می‌باشد و طبق جدول ۱-۱ از بالاترین ضریب حساسیت زیست محیطی برخوردار هستند. در نتیجه با توجه به موقعیت جغرافیایی سواحل استان و نقشه‌های فصل ۸ استان سیستان و بلوچستان را بر حسب حساسیت زیست محیطی سواحل نسبت به آلودگی نفتی می‌توان به صورت یکپارچه در نظر گرفت.

#### ۴-۴-۱ سواحل استان سیستان و بلوچستان

طبق نقشه ۲-۸ سواحل این ناحیه پوشیده از شن، سیلت و رس و گل و بستر سنگی نامقاوم و بندر چابهار دارای مقداری جزئی مارش است. آنچه حائز اهمیت است، تفاوت نوع اکولوژی و جریانات سواحل این ناحیه در مقایسه با سواحل خلیج فارس می‌باشد. با توجه به جدول ۴-۳ احتمال نفوذ نفت در قسمت‌های گلی طی ساعت‌های اولیه به لایه‌های زیرین ساحل بسیار پایین می‌باشد ولی توان جذب ریشه گیاهان ساحلی بالا بوده و نفت از طریق حفره‌های ایجاد شده در مصالح ساحل این ناحیه می‌تواند به لایه‌های مختلف نفوذ کند. در قسمت‌های شنی و قلوه سنگی نفت می‌تواند زهکشی شده و به سفره‌های آب زیرزمینی راه یابد. هم چنین پروفیل ساحل را تغییر دهد. قرار گرفتن منطقه حفاظت شده گاندو و دو گونه پلیکان پا خاکستری و بالکان گلوسیاه و سه نوع پستاندار طبق نقشه ۲۵-۸ در این ناحیه الزام پایش

دقیق را موجب می‌شود. پیشنهاد می‌شود عملیات توپک رانی سالانه در خطوط لوله این ناحیه انجام گیرد و سواحل ناحیه توسط ماهواره مورد پایش باشد. با توجه به نکات فوق گام‌های زیر در صورت بروز آلودگی نفتی پیشنهاد می‌شوند.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سبک (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی در سواحل ریز دانه به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در سواحل شنی می‌توان در کنار استفاده از پمپ و اسکیمر از نیروی انسانی برای حذف نفت در نواحی حساس استفاده کرد. ولی در صورت عدم تهدید منطقه حفاظت شده می‌توان نفت را به شرط پایش به حال خود رها کرد.
- ۲ برای پاکسازی نهایی می‌توان طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل ریزدانه استفاده کرد. در سواحل شنی می‌توان از غرقاب کردن یا شستشوی ساحل با فشار پایین استفاده کرد.
- ۳ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربطری به روش دفع مستقیم طبق توضیحات بخش ۳-۸-۳ دفع نمود و یا طبق توضیحات بخش ۳-۹-۱ به همراه پسمند شهری لندفارم کرد.
- ۴ در صورت تهدید منطقه حفاظت شده گاندو می‌توان با گستردن بوم از آن محافظت نمود.
- ۵ پایش گونه‌های جانوری و گیاهی تا ۱ ماه پس از وقوع آلودگی در فصول خاص سال پیشنهاد می‌شود.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی متوسط (با توجه به جدول ۱-۴) رخ دهد:

- ۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از منطقه حفاظت شده گاندو طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲ با توجه به جدول ۳-۶ بهتر است نفت سطحی در سواحل گلی به گودال‌هایی هدایت و سپس به روش پمپاژ و یا با اسکیمر جمع‌آوری شود. در صورت هوادیدگی نفت پخش شده (گذشت بیش از ۱۲ ساعت از انتشار نفت) و یا ایجاد آلودگی در آب حتماً باید از مواد جاذب برای جمع‌آوری نفت راه یافته به پهنه‌های آبی طبق مطالب جدول ۳-۵ استفاده شود. از ماشین آلات سنگین تنها در قسمت‌های شنی و سواحل نزدیک منطقه حفاظت شده می‌توان استفاده کرد.

- ۳ برای پاکسازی نهایی طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل در بیشتر نقاط این ناحیه می‌توان استفاده کرد. در نواحی شنی باید از شستشو با فشار بالا نیز بهره برد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی یا پاکسازی طبیعی است، به شرط این که منطقه مورد توجه پرنده‌گان مهاجر نباشد.
- ۴ طبق توضیحات بخش ۳-۳ بهترین روش در صورت نزدیک شدن آلودگی به سمت منطقه حفاظت شده گاندو در ۱۲ ساعت اول پس از انتشار نفت استفاده از مواد پراکنده ساز می‌باشد. پس از هر بار استفاده از این مواد ارائه گزارش نحوه عملکرد الزامی است.
- ۵ پس از استعلام از پالایشگاه و صنایع برای دریافت مازاد نفتی و دریافت پاسخ منفی می‌توان نفت را با موافقت شهرداری‌ها و دیگر نهادهای ذیربط به روش لندفیل همراه با پسماند شهری طبق توضیحات بخش ۳-۸ دفع نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از ثبیت مورد استفاده قرار گیرد. هم چنین می‌توان طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳-۶-۱۶ و ۳-۳-۵-۱۶ اقدام به جداسازی نفت از آب و مصالح ساحلی در نزدیکی محل انتشار نمود.
- ۶ معاینه و پایش پستانداران در صورت احتمال آلودگی آنها و اقدام به ترمیم پوشش گیاهی آسیب دیده الزامی است.
- ۷ پایش زیست محیطی منطقه تا ۶ ماه الزامی است.

در صورتی که در این ناحیه آلودگی نفتی سنگین (با توجه به جدول ۴-۱) رخ دهد:

- ۱ گستردن بوم برای جلوگیری از انتشار بیشتر آلودگی و استفاده از مواد جاذب برای تسريع عملیات و حفاظت از منطقه محافظت شده طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ توصیه می‌شود.
- ۲ برای پاکسازی نهایی طبق جدول ۳-۶ از شستشو با فشار پایین در کنار ساحل در بیشتر نقاط این ناحیه می‌توان استفاده کرد. و در صورت هوادیدگی طبق جدول ۳-۵ بهترین روش حذف دستی آلودگی است. استفاده از مواد جاذب طبق توضیحات بخش ۳-۳-۳ برای ساده‌تر کردن عملیات حذف ضروری است.
- ۳ در صورتی که مصالح ساحلی بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشند، و ضخامت لکه نفتی از ۵ میلیمتر بیشتر باشد، و فاصله تا تأسیسات خطرآفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد، و جهت باد به سمت مناطق مسکونی نباشد، می‌توان مازاد نفتی را طبق توضیحات بخش ۲-۹-۳ و به کمک کوره سوزاند.

- ۴ در غیر این صورت می‌توان نفت را در سایتهاي به طور موقت انبار کرده و سپس با توجه به توضیحات بخش ۷-۳ و جدول ۸-۳ به روش مناسب جداسازی و نسبت به دفع آن اقدام نمود. مازاد شنی نیز می‌تواند پس از تثبیت مورد استفاده قرار گیرد. در صورت هوادیدگی نفت سواحل درشت دانه‌تر غربال کردن روش مناسب‌تری خواهد بود.
- ۵ طبق توضیحات بخش ۳-۳ بهترین روش در صورت نزدیک شدن آلودگی به سمت منطقه حفاظت شده استفاده از مواد پراکنده ساز می‌باشد. پس از هر بار استفاده از این مواد ارائه گزارش نحوه عملکرد الزامی است.
- ۶ در صورت تحمل باربری ساحل می‌توان از ماشین آلات سنگین عمرانی برای تسريع عملیات پاکسازی در فاز اول استفاده کرد.
- ۷ برای جلوگیری از آلودگی پرندگان می‌توان از توب پروپان یا دیگر ابزار تولید صدا برای دور کردن آنها استفاده کرد. معاینه پستانداران و آبزیان و پایش آنها تا ۱ سال پس از وقوع آلودگی الزامی است.
- ۸ پایش زیست محیطی سواحل تا ۱ سال الزامی است.

## فصل پنجم: نتیجه گیری

در فصل آخر جهت جمع بندی مطالب و رسیدن به روشی مدون و منسجم کل عملیات پاکسازی قابل اجرا در منطقه به صورت نموداری ارائه می‌گردد. این نمودار اطلاعات جامعی را به صورت خلاصه در اختیار قرار می‌دهد تا بدون نیاز به مراجعته به مطالب کلی با مراجعته به آن دستورالعمل مقابله با آلودگی را به آسانی دریافت نمود.

گام ۱

با استفاده از فرمول  $V_{rel}=0.1781V_{pipe}f_{rel}f_{GOR}+V_{pre-shut}$  و پیوست ۱ حجم نفت منتشر شده را محاسبه کنید.

نکته: اگر حجم نفت منتشر شده کمتر از ۱۰۰ بشکه باشد آلدگی سبک و اگر بیش از ۱۰۰۰ بشکه باشد آلدگی سنگین است و در غیر اینصورت آلدگی متوسط می‌باشد.

برو به گام ۲

گام ۲

تشکیل تیم مدیریت بحران شامل ناظر  
اداره محیط زیست استان و کارشناس  
نفت

آیا آلدگی  
سبک است

بلی

جهت جلوگیری از انتشار بیشتر  
نفت نسبت به تعمیر خط لوله اقدام  
شود

خیر

آیا آلدگی  
متوسط است

بلی

تیم مدیریت بحران ناظر اداره محیط  
زیست استان، کارشناس نفت و کارشناس  
HSE منطقه

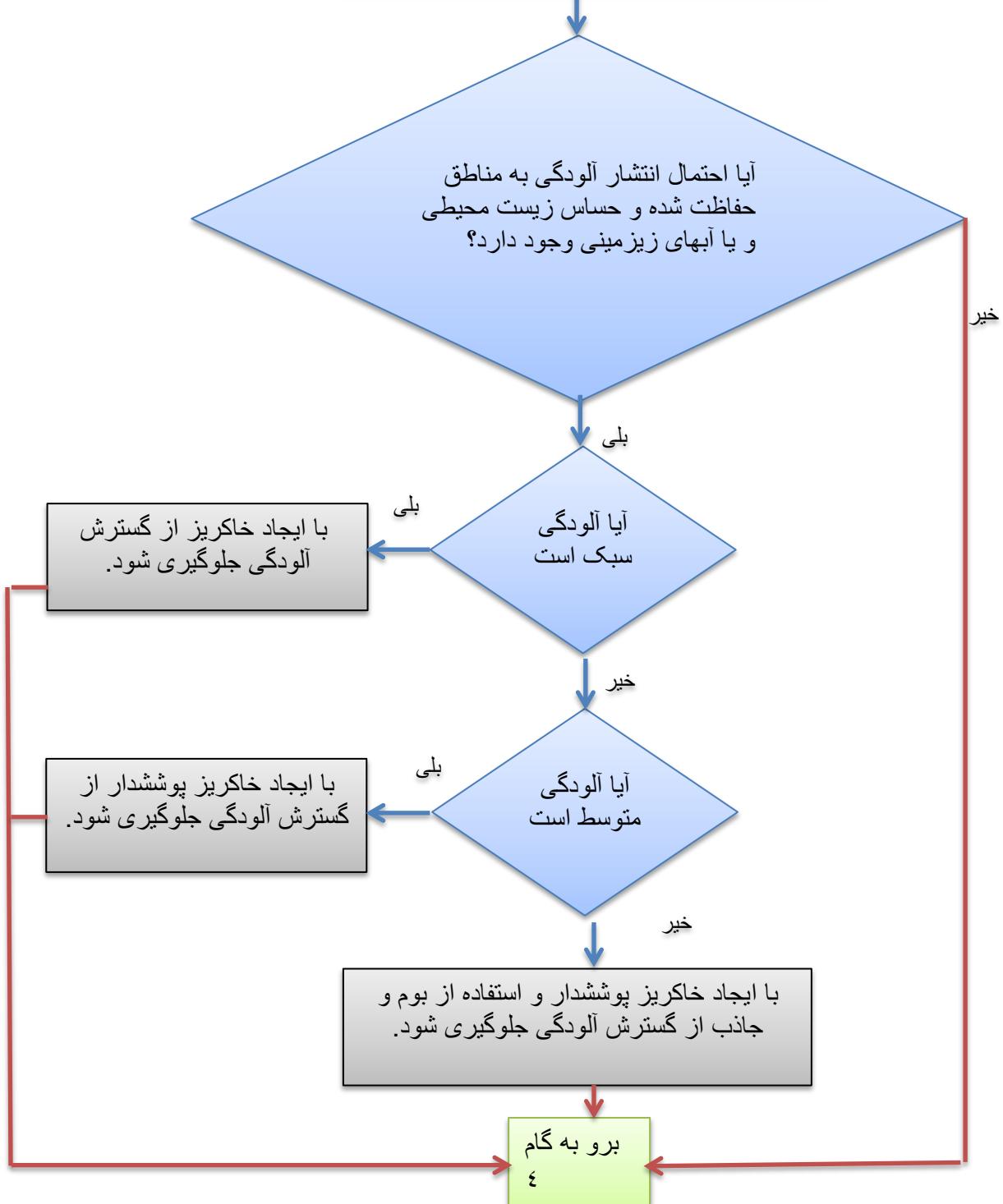
خیر

تشکیل تیم مدیریت بحران شامل ناظر اداره  
محیط زیست استان، کارشناس نفت و کارشناس  
HSE منطقه نمایندگان استانداری و شهرداریها

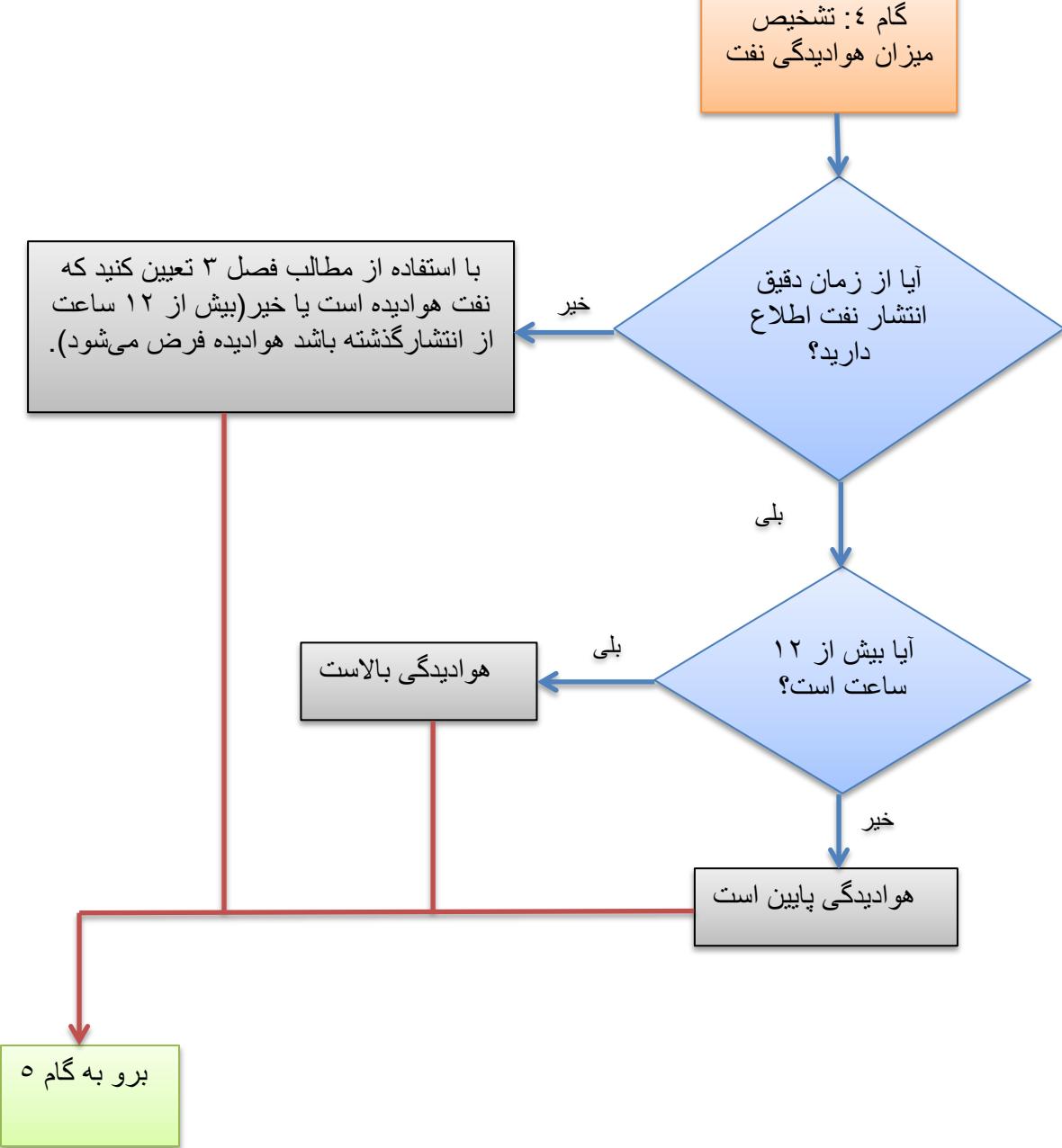
برو به گام  
۳

جهت جلوگیری از انتشار بیشتر  
نفت همزمان با عملیات پاکسازی  
تعمیر خط لوله اقدام گیرد.

گام ۳: جلوگیری از گسترش آلودگی به مناطق  
حفظ شده و حساس زیست محیطی



گام ۴: تشخیص  
میزان هوادیدگی نفت



نکته: با استفاده از نقشه های پیوست ۲ نوع ساحل منطقه مورد نظر تعیین شود

گام ۵: پاکسازی اولیه

جهت پاکسازی اولیه نفت توسط خاکریز یا بوم محصور شود و توسط پمپاژ یا اسکیم حذف گردد.

آیا ساحل گلی،  
مانگرو یا مارش  
است؟

بلی

پوشش کیاهی را از بین ببرید و پس از گام ۶ نسبت به بازگاشت اقدام کنید.

خیر

آیا آلودگی سبک  
یا متوسط است؟

بلی

آیا ضریب حساسیت  
زیست محیطی منطقه  
پایین است؟

خیر

آیا پوشش ساحل  
ماسهای است؟

خیر

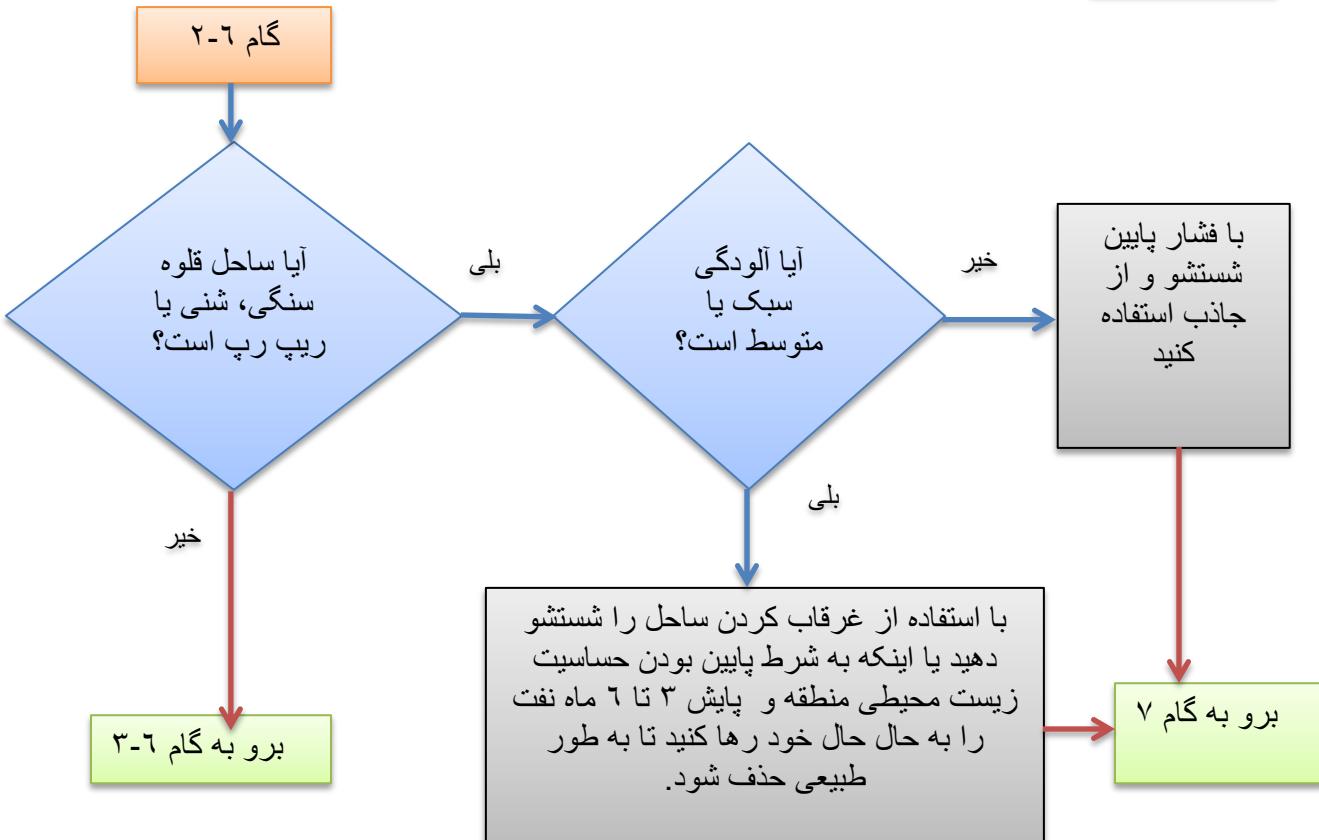
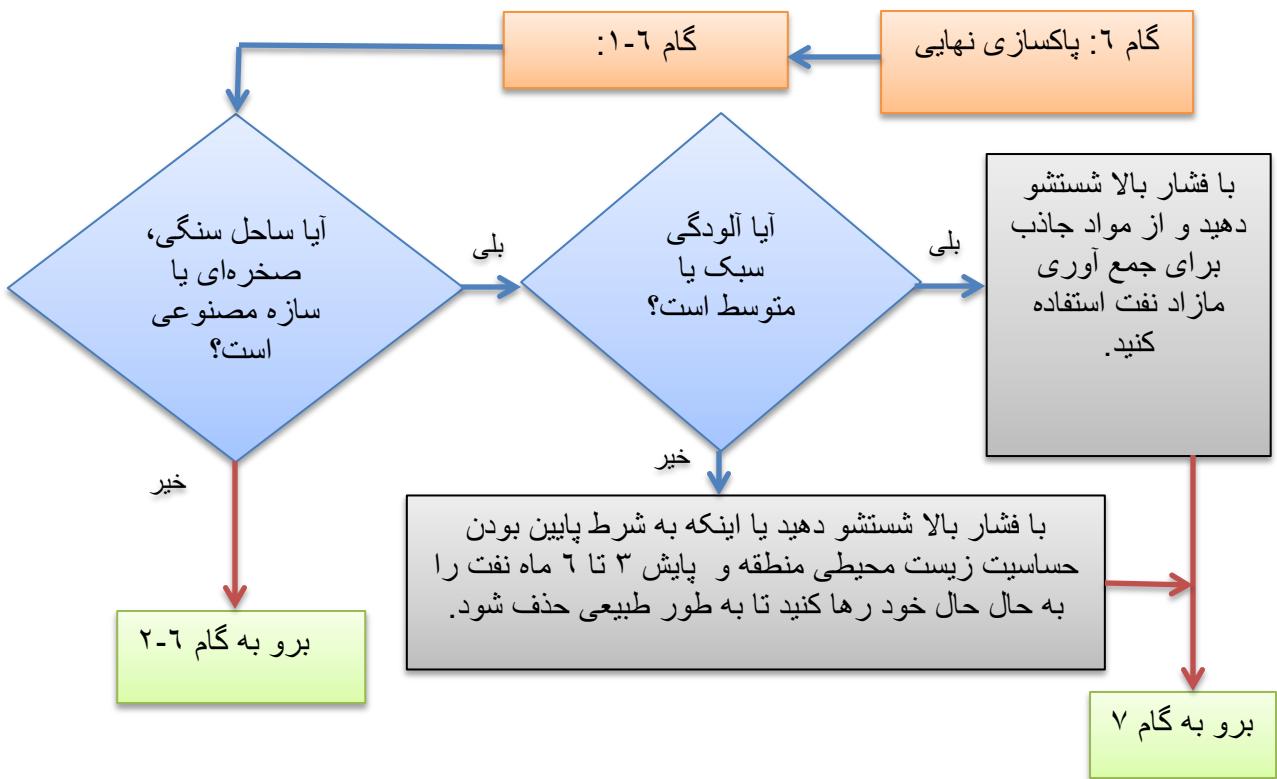
بلی

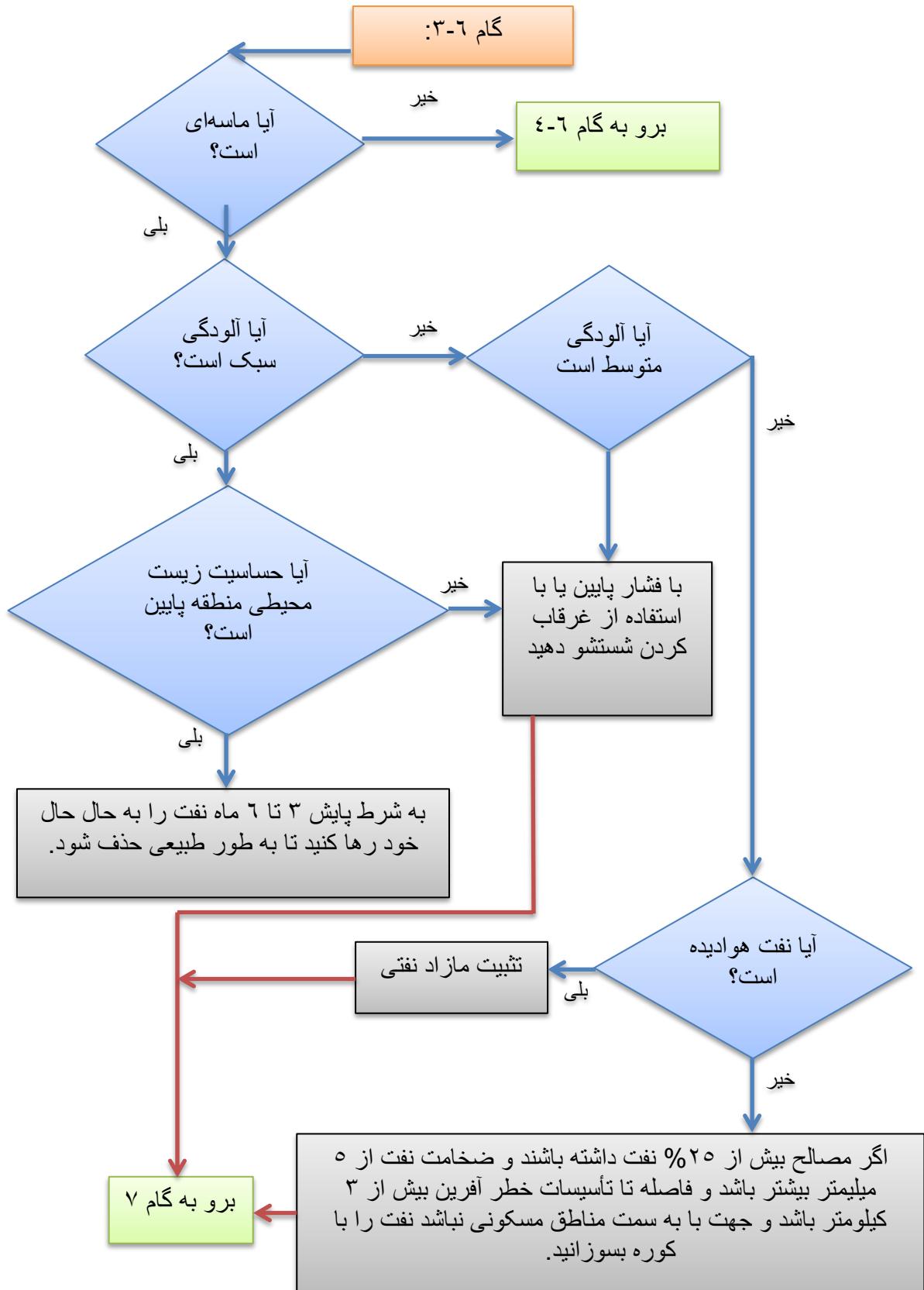
به شرط پایش ۳ تا ۶ ماه نفت را  
به حال خود رها کنید تا به طور طبیعی حذف شود.

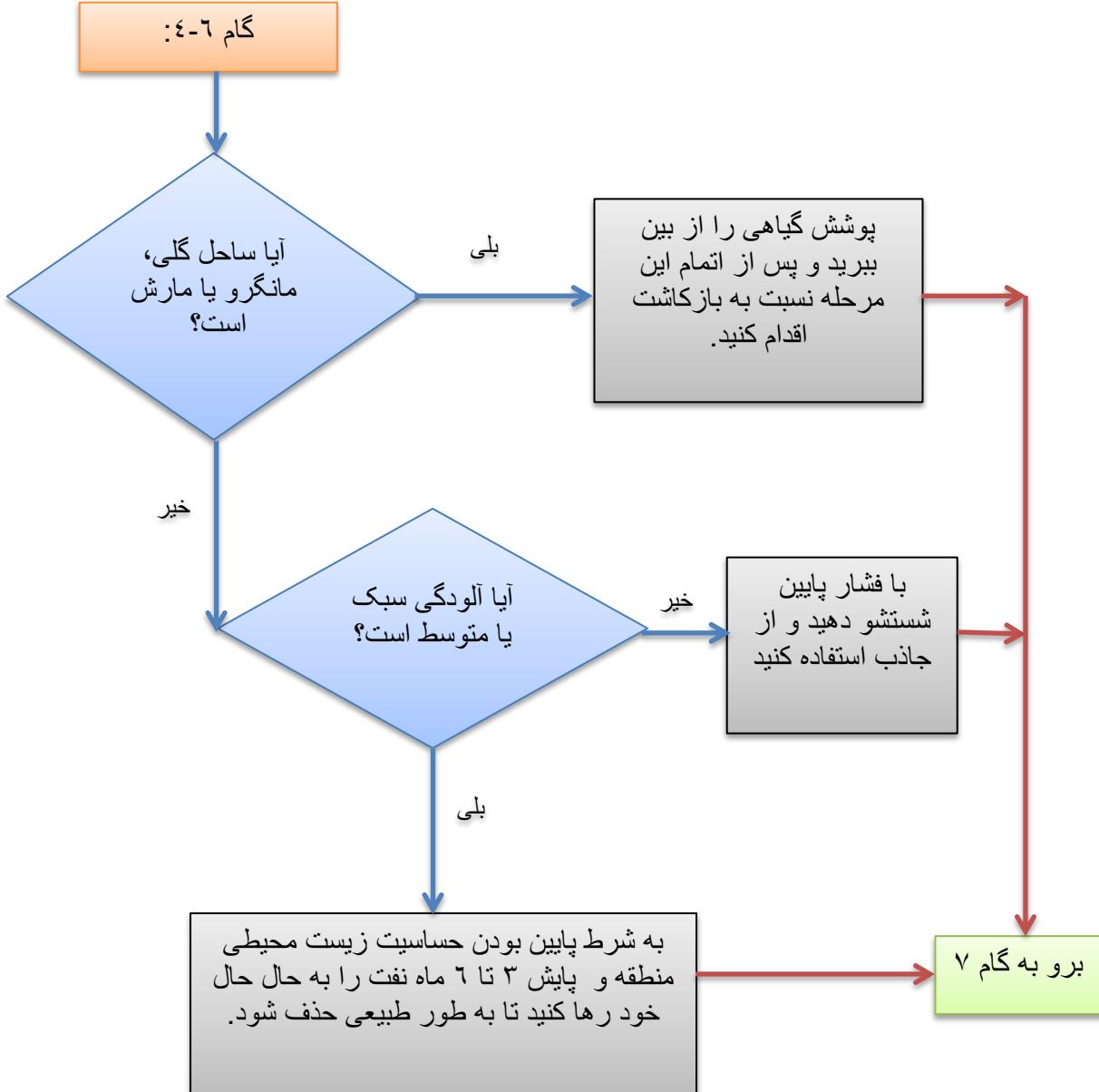
بلی

جهت پاکسازی استفاده از ماشین آلات به جای نیروی انسانی پیشنهاد می‌شود. اگر مصالح بیش از ۲۵٪ نفت داشته باشد و ضخامت نفت از ۵ میلیمتر بیشتر باشد و فاصله تا تأسیسات خطر آفرین بیش از ۳ کیلومتر باشد و جهت با به سمت مناطق مسکونی نباشد نفت را با کوره بسوزانید.

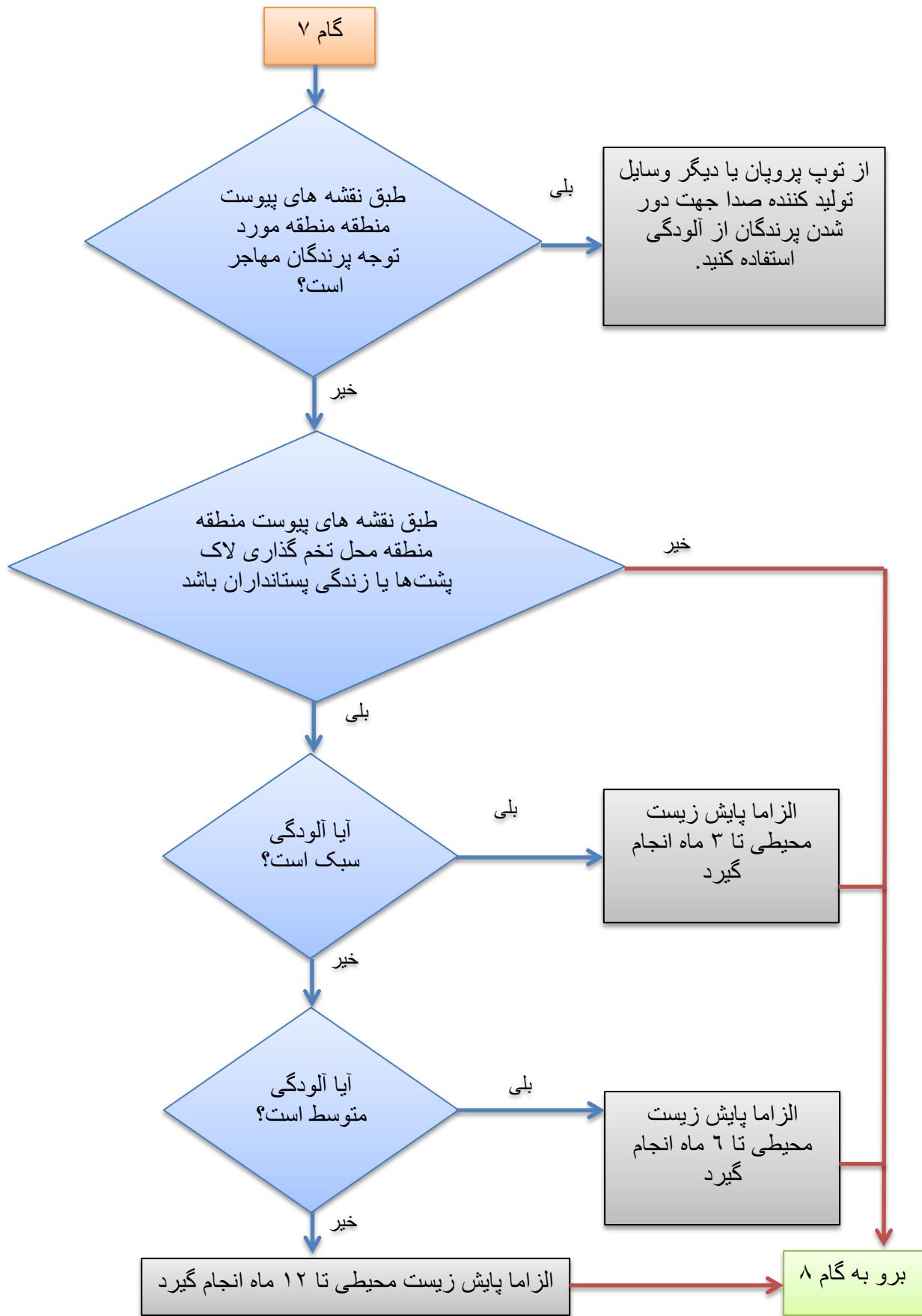
برو به گام ۶

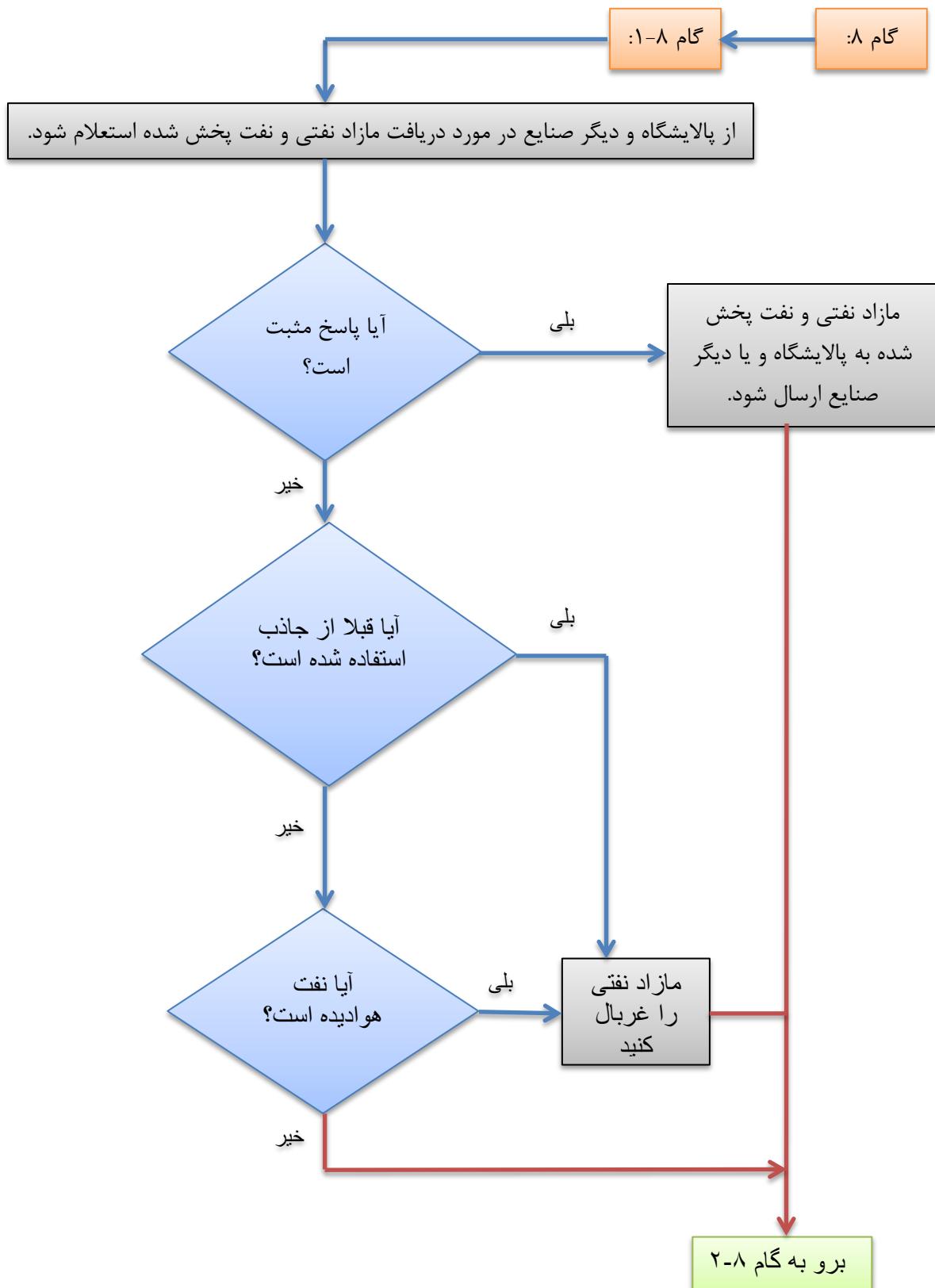


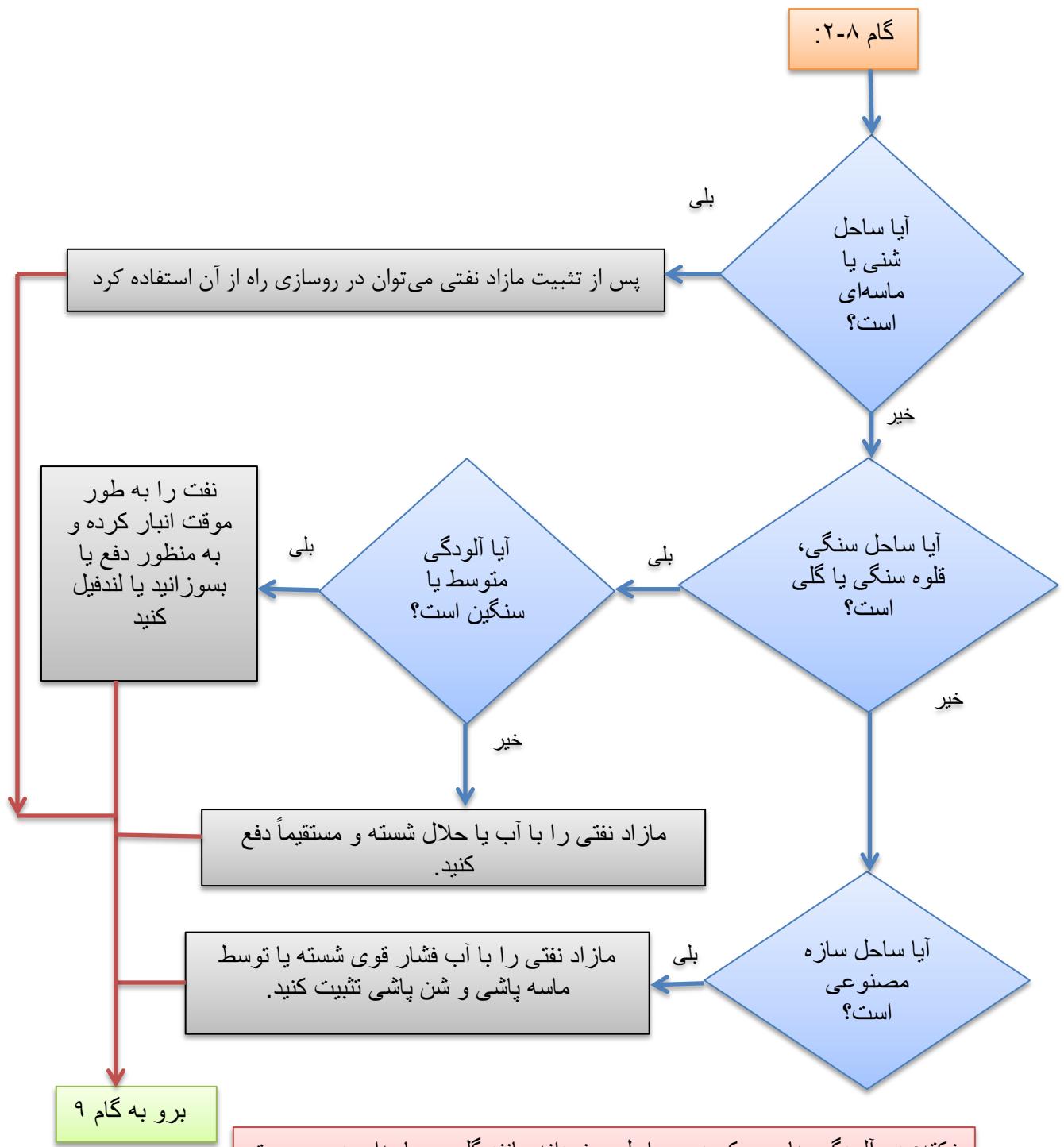




نکته: در زمان بروز آلودگی از هر گونه عملیات جوشکاری یا دیگر عملیات تولید جرقه اجتناب شود و از ورود افراد متفرقه به منطقه تحت پاکسازی با نصب علایم هشدار دهنده جلوگیری شود.







نکته: در آلودگی های سبک در سواحل ریز دانه مانند گلی و ماسه ای در صورت موافقت شهرداری می توان مازاد نفتی را به همراه پیماند محلی دفع نمود.

با توجه به جداول و توضیحات ضمیمه خسارات زیست محیطی را محاسبه و با هزینه های پاکسازی در گزارش ارائه شده توسط تیم مدیریت بحران آورده شود.

۹ گام

## منابع:

- ۱- پوشانه نسیم ، بررسی مکانیزم های حقوقی حفاظت از محیط زیست دریای خلیج فارس و دریای عمان با تأکید بر آلودگی نفتی و مقایسه با کنوانسیون ۱۹۸۲ حقوق دریاهای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۸۹
- ۲- جرایم زیست محیطی ، آیین نامه اجرایی بند (ج) ماده (۱۰۴) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۰
- ۳- جرایم زیست محیطی ، آیین نامه اجرایی بند (ج) ماده (۱۳۴) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۰
- ۴- خسروی فتح آبادی مرتضی ، شیمی نفت، ۱۳۷۰
- ۵- خیامیم سارا و سماواتیان سپیده ، بررسی روش‌های تشخیص خوردگی در خطوط لوله نفت و گاز توسط توپک هوشمند، پایان نامه کارشناسی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۸۲
- ۶- درویش صفت علی اصغر، اطلس مناطق حفاظت شده ایران، ۱۳۸۵
- ۷- دستورالعمل‌های محیط زیست و ایمنی در شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران در حوادث شکستگی خطوط
- ۸- سازمان بنادر و دریانوردی، وزارت راه و ترابری دستورالعمل استفاده از مواد جاذب برای از بین بردن آلودگی‌های نفتی در دریا.
- ۹- شادی رامین، نقشه بندی حساسیت زیست محیطی و ارزیابی اکولوژیک خطوط ساحلی با تأکید بر آسیب پذیری به ریزش های نفتی، فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، سال چهارم، شماره شانزدهم، تابستان ۸۶
- ۱۰- شیخ زاده بیژن، اولین کنگره ملی خوردگی، دانشکده فنی دانشگاه تهران خوردگی و خسارت‌های ناشی از آن.
- ۱۱- شیرانی نجاتعلی ، طرح اقتضایی محلی آمادگی مقابله و همکاری در برابر آلودگی‌های نفتی پایانه نفتی خارک ، HSE پایانه نفتی خارک، ۱۳۹۰
- ۱۲- مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور (ICZM)، وزارت راه و ترابری، سازمان بنادر و دریانوردی، معاونت فنی و مهندسی اداره کل مهندسی سواحل و بنادر، ۱۳۹۱

۱۳- ناژدکی عقیق ، تحلیل مقررات بین الملل مربوط به آلودگی نفتی و کاربرد آن در جلوگیری از آلودگی نفتی خلیج فارس و دریای عمان ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۸۵

۱۴- نبوی سید محمد باقر، صدیقی امید و نوربخش شهرام ، پستانداران دریایی خلیج فارس و دریای عمان ، ۱۳۸۹.

- 15- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC), 1997.  
Best Practice Guidelines for Waste Reception Facilities at Ports, Marinas and Boat Harbours in Australia and New Zealand. 44 pp.
- 16- Biological Impacts Of Oil Pollution: Coral Reefs; IPIECA
- 17- Coast Guard Guidance for MARPOL Annex 1 During Port State Control Examinations, Jan 20 2006, 16711, g-pcv Policy Letter, 06-01, US Department of Homeland Security, United States Coast Guard.
- 18- Ecports Foundation, <http://www.ecports.com>
- 19- Fingas Merv , The handbook of hazardous materials spills technology , 2001
- 20- Green Paper: Towards a Future Maritime Policy for the Union, Brussels, Belgium, EC, June 2006, <http://www.ec.europa.eu/maritimeaffairs>
- 21- Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Protection, [www.GESAMP.org](http://www.GESAMP.org)
- 22- Guidelines for Port Environmental Management, Report SR 554, November 1999, HR Wallingford
- 23- <http://bushehrport.pmo.ir/newsdetail>
- 24- <http://bahare-tabiat.blogfa.com>
- 25- IMO., Manual On Oil Pollution, section IV, Combating oil spills, 1988.
- 26- International Maritime Organization (IMO), website <http://www.imo.org>
- 27- International Maritime Organization (IMO), 1999. Comprehensive Manual on Port Reception Facilities. London, 323 pp.
- 28- International Maritime Organization (IMO), 2006. MARPOL 73/78 Consolidated edition, 2006. IMO, London.
- 29- Marine Environmental Legislation, LEAFLET 10, April 2008, MOD Sustainable Development and Environmental Manual, ISP 418-Volume 2 , [www.mod.uk/NR/rdonlyres/31B55F02-5621.../JSP418Leaf10.pdf](http://www.mod.uk/NR/rdonlyres/31B55F02-5621.../JSP418Leaf10.pdf)
- 30- Oil Spills in U.S. Coastal Waters: Backgroung, Governace, and Issues for Congress, CRS Report for Congress, Updated February 5, 2008, Congressional Research Service.
- 31- Persian Gulf Iranian Coastline Cleanup Assessment Executive Summary Report, 2004.
- 32- Persian gulf ecological resources report ;Iranian section,UNCC claim NO.5000389, E&I international Ltd, February 2004, <http://eandii.inranets.com>

- 33- Pipeline Oil Spill Volume Estimator, OCS Study, 2002
- 34- Shore line cleanup feasibility & treatability, June 2003
- 35- Shoreline Cleanup Technology Assessment & Selection Strategy Report June 2003
- 36- Survey of Waste Reception Facilities in UK Ports, MCA Research Project 469,  
November 2000, WRc Ref: co 4930/1
- 37- US Coast Guard website, <http://www.uscg.mil>

wwwni oc.i r

## پیوست: نقشه ها

### ۱ مقدمه

مهندسی محیط زیست نیز نظیر دیگر شاخه های مهندسی برای ارائه برنامه ها و برآورده ساختن توقعات ذینفعان نیاز به طرح و نقشه جهت بررسی های تئوریک، مدلسازی، تحلیل و ... دارد. نقشه های بخش های بعدی جهت ارائه برنامه پایش و طرح اقدام مناسب در صورت بروز آلودگی نفتی تدوین و تألیف شده اند. این نقشه ها از منابع گوناگون گردآوری شده و توسط خانم مهندس رشیدی برای مقاصد مورد نظر پژوهه در آنها اصلاحاتی شده است.

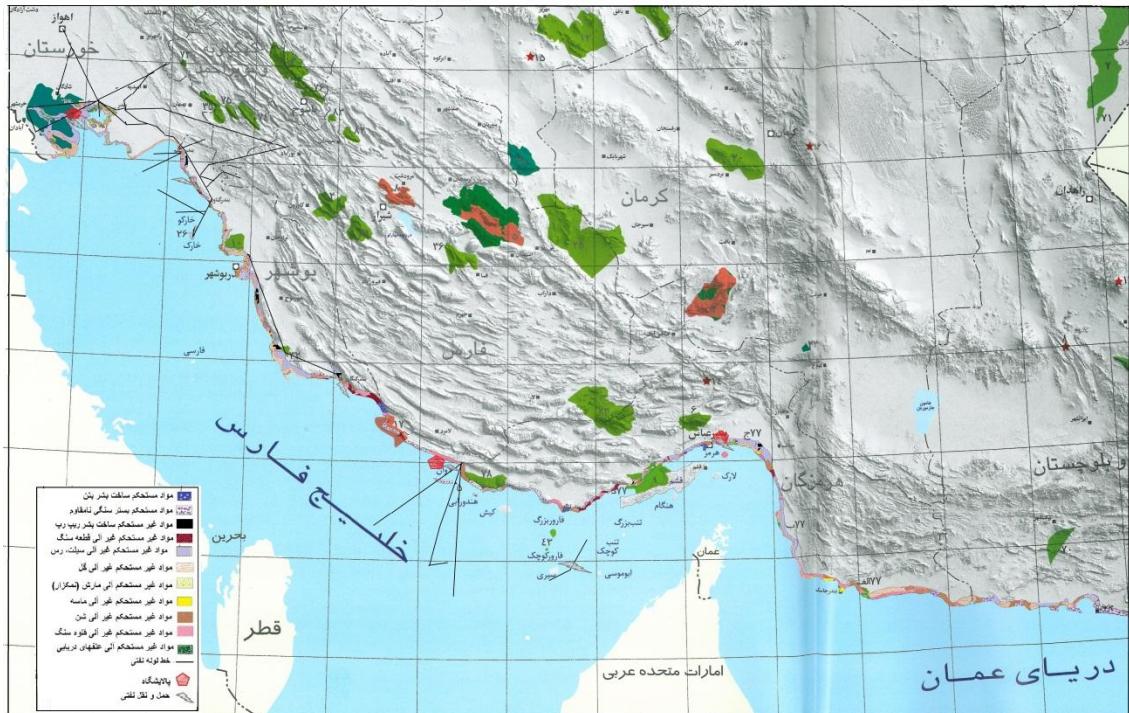
برای اطلاع از تراکم، فرسودگی، طول و ... لوله های نفتی واقع در حريم ساحل، در نزدیکی منابع آب سطحی و زیرزمینی و مناطق حساس زیست محیطی نیاز به داشتن نقشه های دقیق خطوط لوله در نواحی ساحلی داریم. نقشه های این فصل بدون همکاری وزارت نفت و دیگر شرکت ها و سازمان های مرتبط از طریق سایت ها و منابع عمومی به صورت تقریبی گردآوری شده اند.

اطلاع از جنس خاک، وضعیت آب و هوایی و سینوبیتیک چهار استان ساحلی جنوب کشور (خوزستان، هرمزگان، بوشهر و سیستان و بلوچستان) در کنار وضعیت و موقعیت گسل های فعال و نیمه فعال، مناطق مرجانی، خورها و مصب ها، چاه ها، رودخانه ها، دستگاه های تصفیه و آب شیرین کن، آبسنگ های مرجانی، مانگروها، مناطق زیست و مهاجرت و تولید مثل پرندگان، آبزیان ساحلی و پستانداران همه و همه برای تعیین منطقه بحرانی در معرض خطر آلودگی نفتی لازم هستند. در متن حاضر تلاش شده است در حد وسع و امکان به موارد فوق در نقشه ها اشاره شود. عوامل فنی ذکر شده در فصل ۷ نظیر لوله های تست شده و نشده، میدان های الکترومغناطیس و ... همگی می بايست در نقشه های این خطوط ملاحظه شوند.

سواحل هم از طریق دریاها و اقیانوس ها و هم از خشکی مورد تهدید آلاینده ها هستند. در این فصل تمرکز ویژه بر روی منابع آلاینده خشکی بوده و تا حد امکان از آوردن مدل های احتمال لکه های نفتی دریایی، جریانات و گل موجها و باد که عوامل مؤثر در رسیدن آلاینده های نفتی از سمت آب به خشکی هستند اجتناب شده است. ولی از آن جایی که سهم بیشتر آلودگی نفتی به دریاها اختصاص داشته است،

ناگزیر به برخی نقشه ها نیز اشاره شده است. این فصل نه به عنوان یک مبحث مستقل بلکه مکمل ترسیمی مطالب فصول قبل می باشد. در نهایت با تلفیق نقشه های متنوع و بر هم اندازی مناطق با درجه ریسک بالا می توان بحرانی ترین نقاط را به دست آورد.

## ۲ نقشه های طبقه بندی سواحل



نقشه ۱- طبقه بندی سواحل جنوب کشور

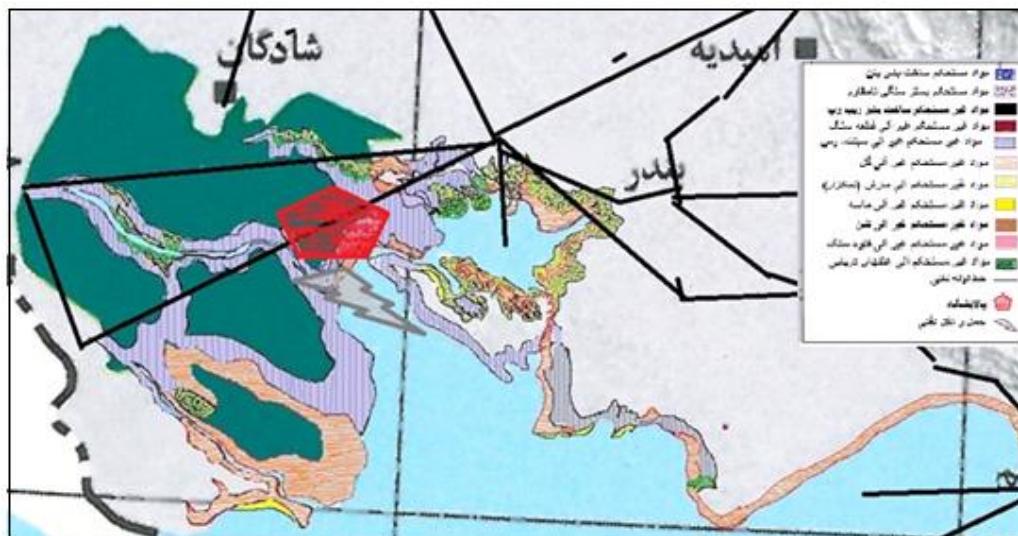
نقشه (۱) موقعی تقریبی خطوط لوله نفت دریایی و خشکی منطقه ساحلی خلیج فارس و دریای عمان را نشان می دهد. از آنجایی که نوع مواد متشكله سواحل نقش اصلی در روش ها، محدودیت ها و تجهیزات پاکسازی سواحل از آلودگی نفتی دارد، نوع ساحل با موقعیت لوله ها تلفیق شده است. می توان در نقاط پر تراکمتر لوله ها با توجه به نوع ساحل الگوی مقابله ویژه منطقه را به طور جزئی تر استخراج نمود.

به دلیل تنوع نوع سواحل جنوبی کشور و کوچک بودن عدد مقیاس نقشه ۱-۸ نمی توان از آن برای ارائه برنامه پایش یا طرح اقدام آلودگی مناطق مختلف استفاده کرد. و تنها می توان یک دید عمومی از

تراکم خطوط و نوع پراکندگی آنها به دست آورد. لازم به ذکر است نقشه های ارائه شده در این بخش با استفاده از نقشه های ارائه شده در مرجع شماره ۳ و استفاده از حدود تقریبی خطوط لوله بر روی نقشه کامل سواحل جنوب ایران توسط خانم رشیدی ترسیم شده‌اند.

## ۱-۲ طبقه بندی ساحل خوزستان

استان خوزستان به دلیل قدمت بالای استخراج و انتقال نفت دارای بیشترین تراکم لوله های نفتی در بین چهار استان ساحلی جنوب ایران است. باید دقت شود که بیشتر این لوله ها در حال حاضر بلا استفاده هستند و نباید برای تعیین محدوده بحرانی از آنها استفاده کرد. از سوی دیگر به برنامه نگهداری و تعمیرات تجهیزات و لوله های احداث شده در دهه های اول بهره برداری از چاه های نفت ایران باید توجه ویژه ای شود زیرا در زمان احداث این خطوط استانداردها و نظارت درستی بر آنها اعمال نشده است.

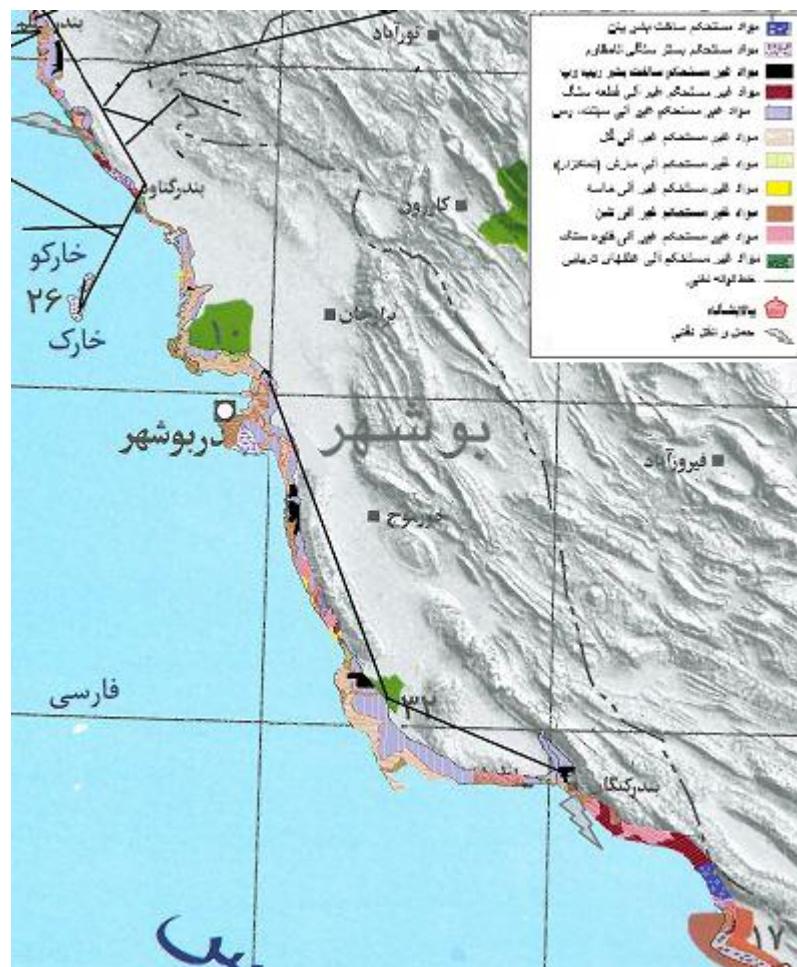


## شکل (۲) نقشه طبقه بندی ساحلی استان خوزستان

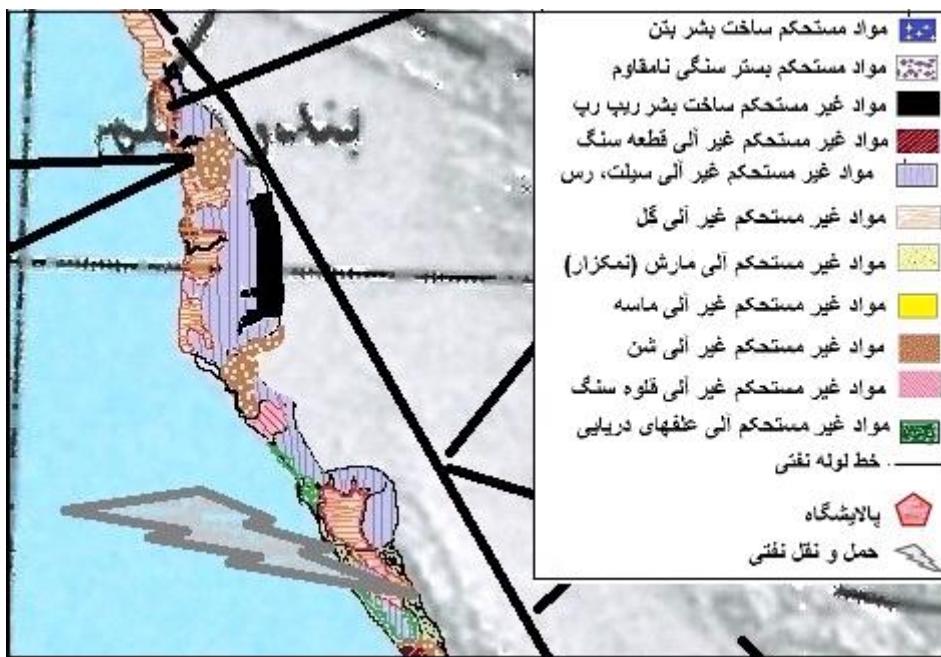
## ۲-۲ طبقه بندی ساحل استان بوشهر

استان بوشهر با دارا بودن خط ساحلی ممتد در بین این چهار استان شرایط ویژه‌ای دارد. قرار داشتن تنها تلمبه خانه جنوب کشور در حریم این استان وجود لوله‌های زیر آب را اجتناب ناپذیر می‌کند و باید تجهیزات مقابله دریایی نظیر شناورهای مقابله کننده را نیز به تجهیزات مورد نیاز پاکسازی آلودگی در این استان افزود. بزرگترین حوادث آلودگی نفتی در سال‌های اخیر در این استان به وجود آمدند. اقتصاد استان بوشهر به شدت به شیلات بستگی دارد. در نتیجه پاییش از راه دور و هوایی منطقه برای

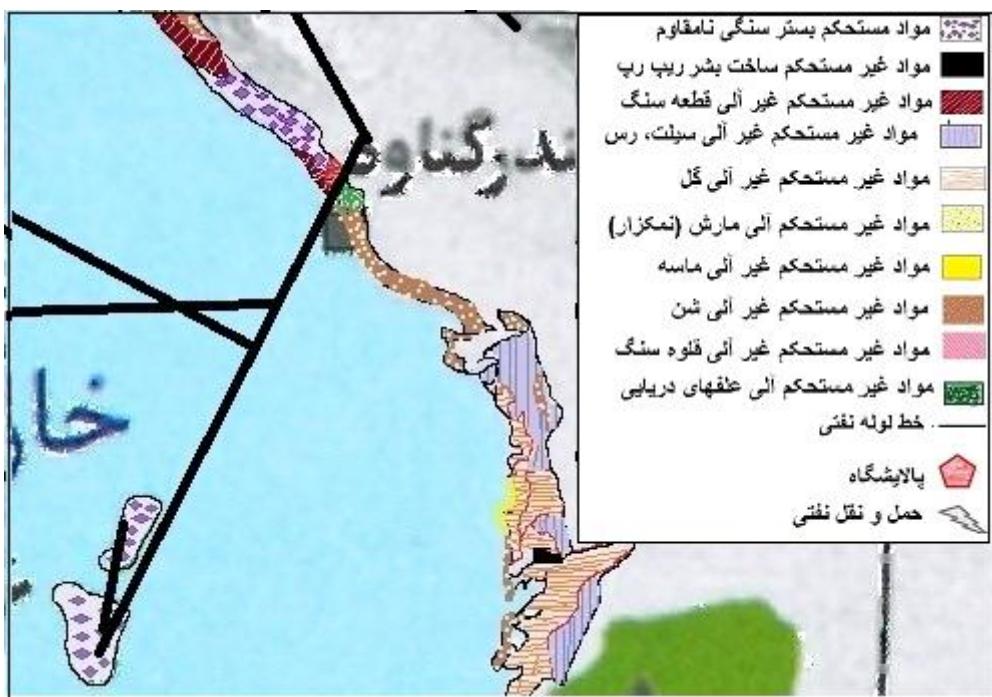
تشخیص هر چه سریع تر لکه نفتی حائز اهمیت بالایی است. به دلیل همین عوامل اهمیت زا نقشه (۳) را در ۴ قسمت مختلف و به طور جزئی تر نیز آورده ایم.



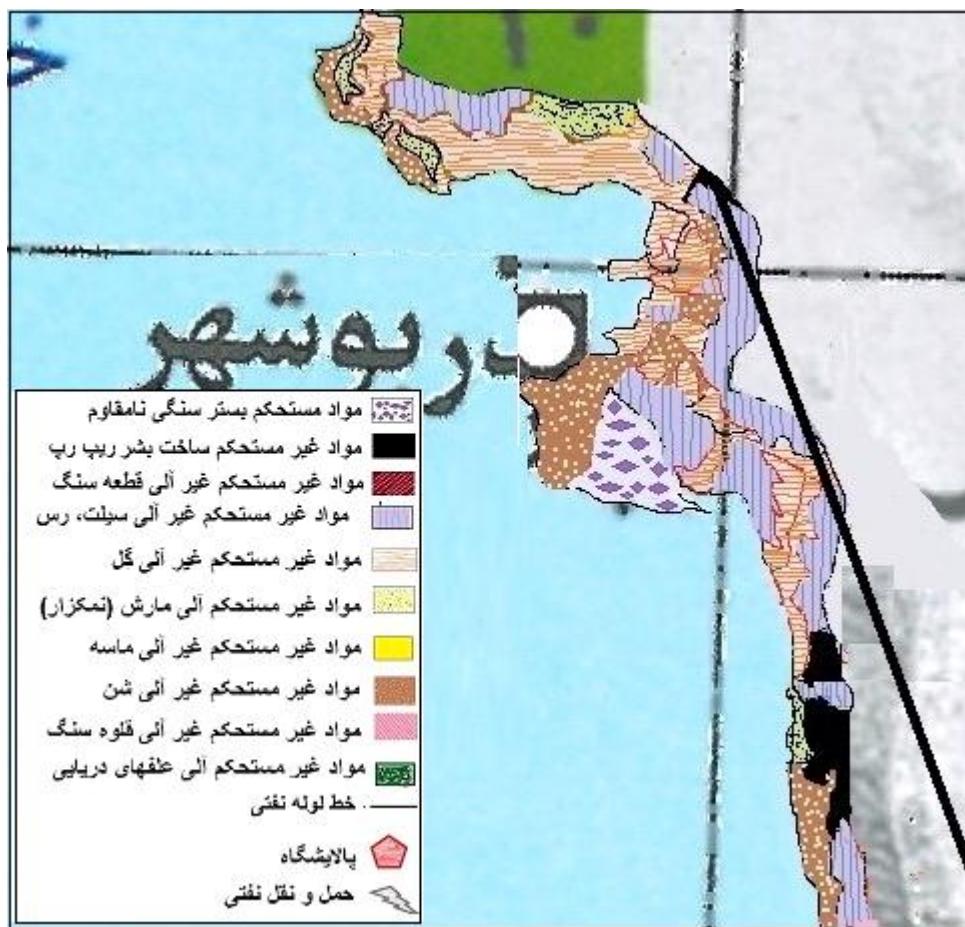
شکل (۳) نقشه طبقه بندی استان بوشهر



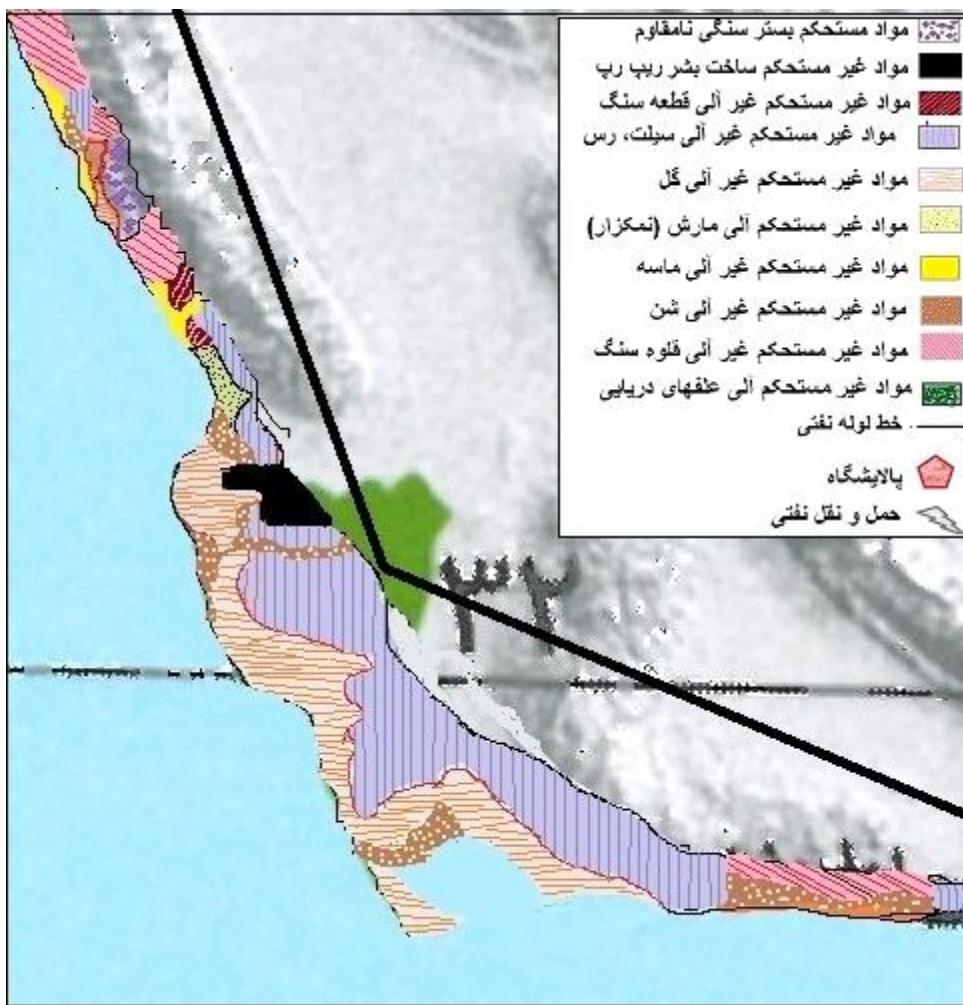
شکل (۴) طبقه بندی ساحل استان بوشهر محدوده بندر دیلم



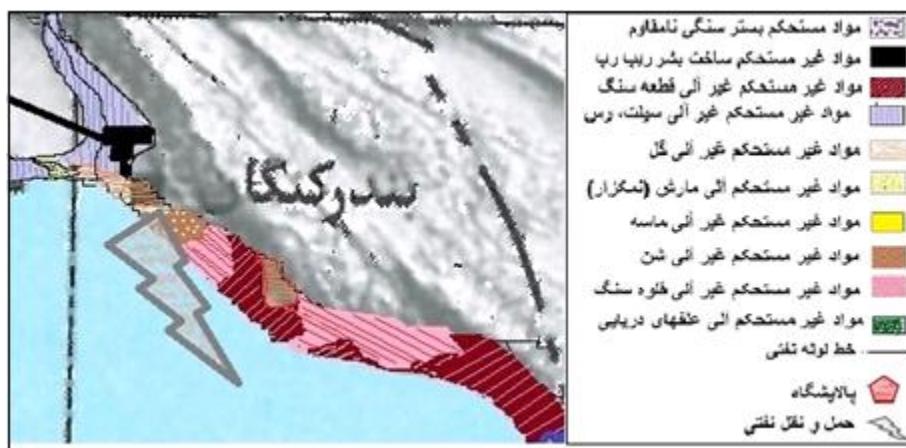
شکل (۵) طبقه بندی ساحل استان بوشهر محدوده بندر گناوه



شکل (۶) طبقه بندی ساحل استان بوشهر محدوده بندر بوشهر



شكل (٧) طبقه بندی ساحل استان بوشهر محدوده مند و بندر دیر



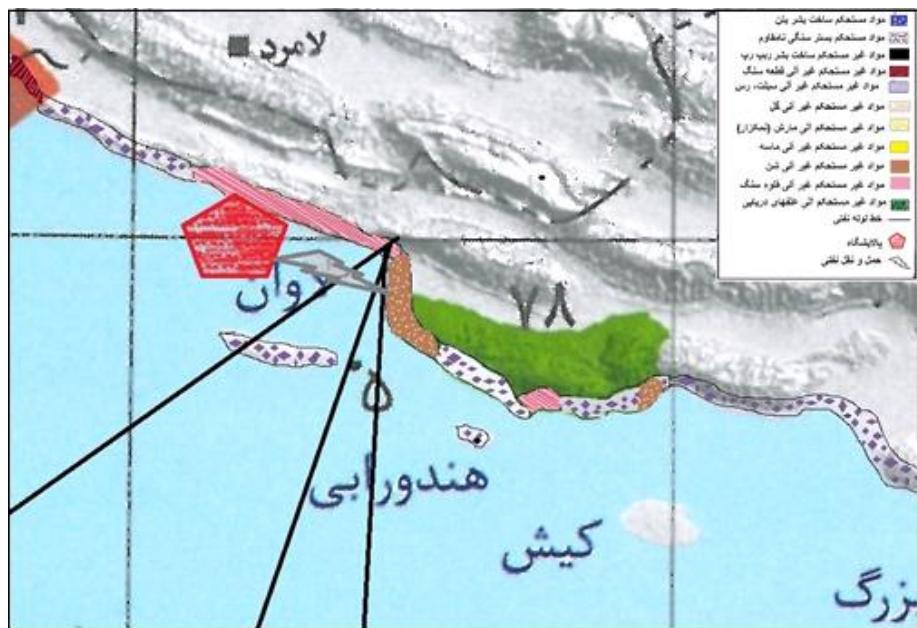
شكل (٨) طبقه بندی ساحل استان بوشهر محدوده بندر کنگان

### ۳-۳ طبقه بندی ساحل استان هرمزگان

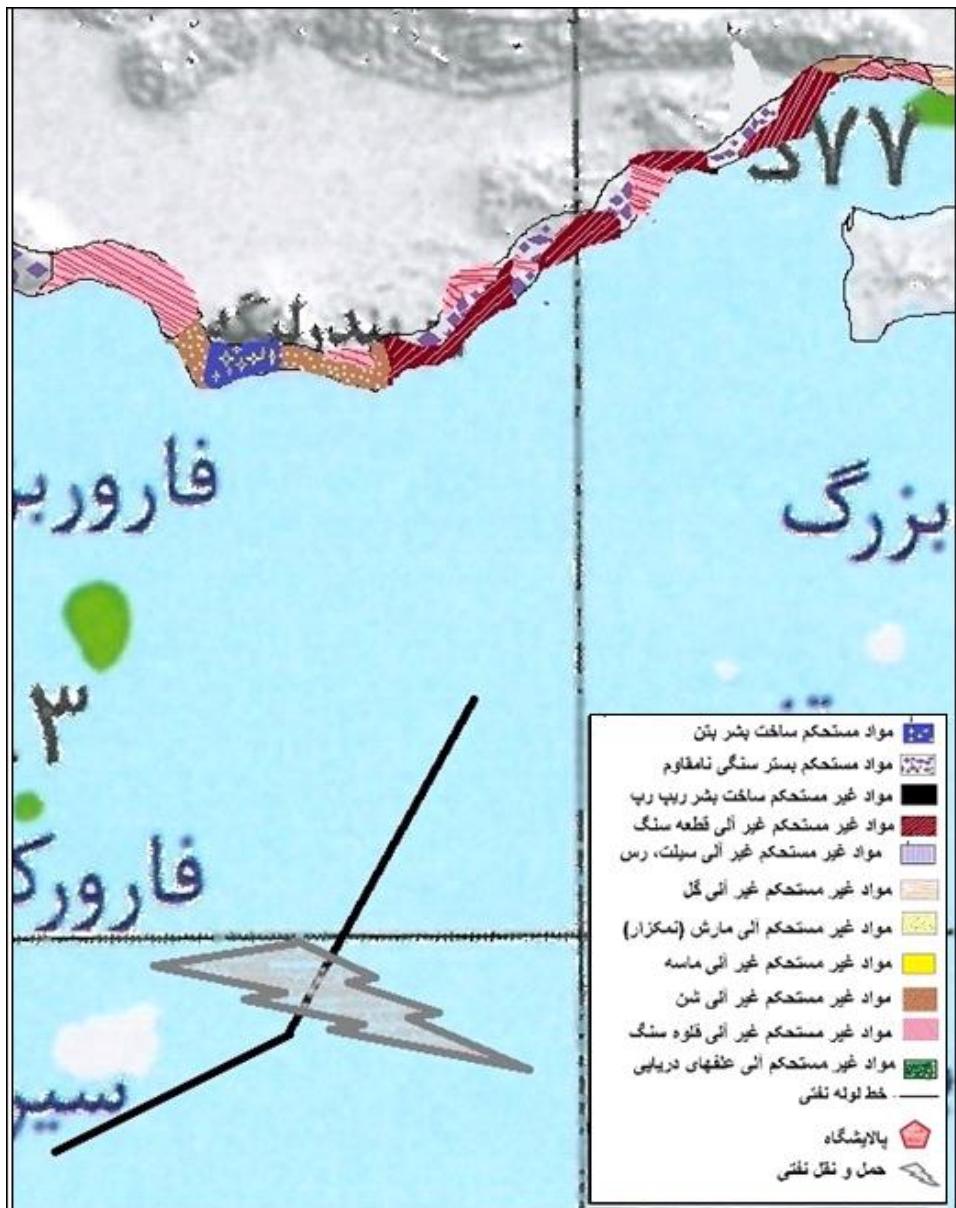
جزایر استان هرمزگان در معرض خطر آلودگی های دریایی هستند. تنوع سواحل این استان برنامه پاکسازی را پیچیده تر می کند. با پرداختن بیشتر به فاز دوم پاکسازی می توان از جذب توریست بیشتر در این استان به همراه صید آبزی ها برای کمک به اقتصاد استان استفاده کرد. به علت تنوع نوع مصالح و پهناوری استان این نقشه را نیز به چند قسمت جزئی تر تقسیم کرده ایم.



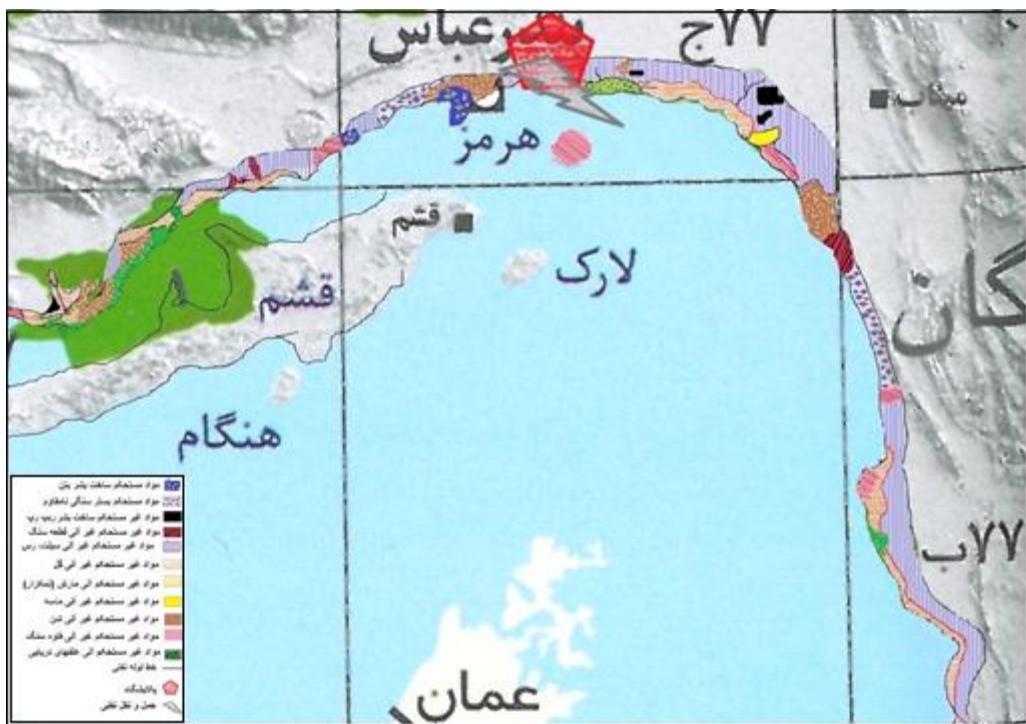
شکل (۹) نقشه طبقه بندی ساحل هرمزگان



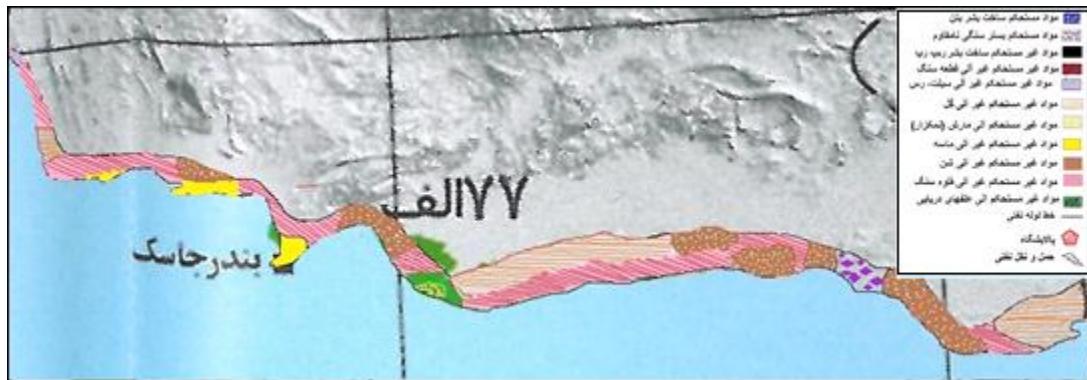
شکل (۱۰) طبقه بندی ساحل استان هرمزگان ناحیه سراج



شکل (۱۱) طبقه بندی ساحل هرمزگان ناحیه بندر لنگه



شکل (۱۲) طبقه بندی ساحل استان هرمزگان محدوده بندر عباس و جنگلهای حرا



شکل (۱۳) طبقه بندی ساحل استان هرمزگان محدوده بندر جاسک

## ۴-۲ طبقه بندی ساحل استان سیستان و بلوچستان

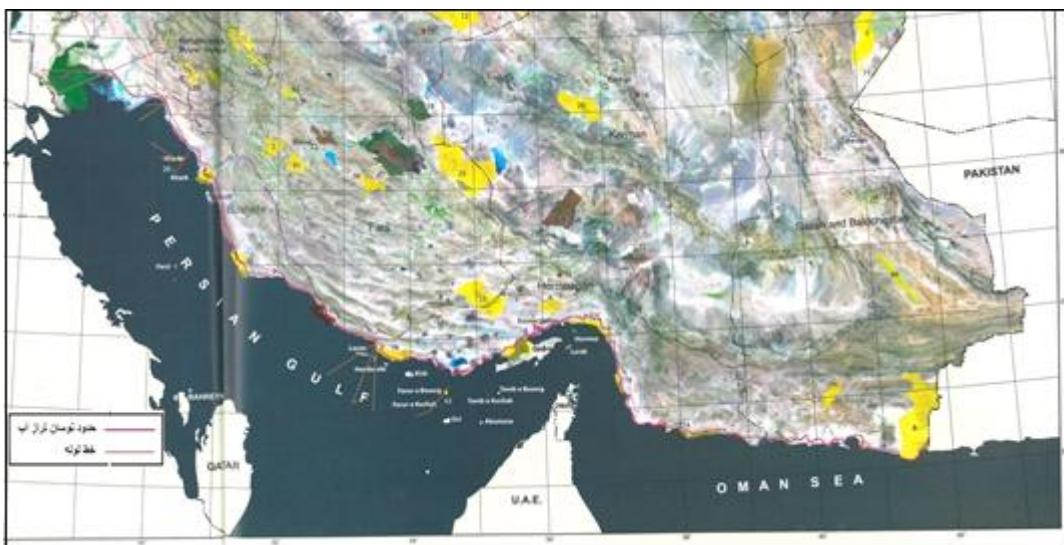
علی رغم تراکم پایین خطوط لوله نفت و احتمال پایین رسیدن آلاینده ها از دیا به سواحل تنوع بالای نوع مصالح استان سیستان و بلوچستان لزوم ذخیره سازی تجهیزات مقابله در نقاط مختلف استان را گوشزد می کند. در شکل ۱۴-۸ مناطق سواحلی این استان آورده شده اند.



شکل (۱۴) نقشه طبقه بندی ساحل سیستان و بلوچستان

## ۳ نوسانات تراز آب دریای عمان و خلیج فارس

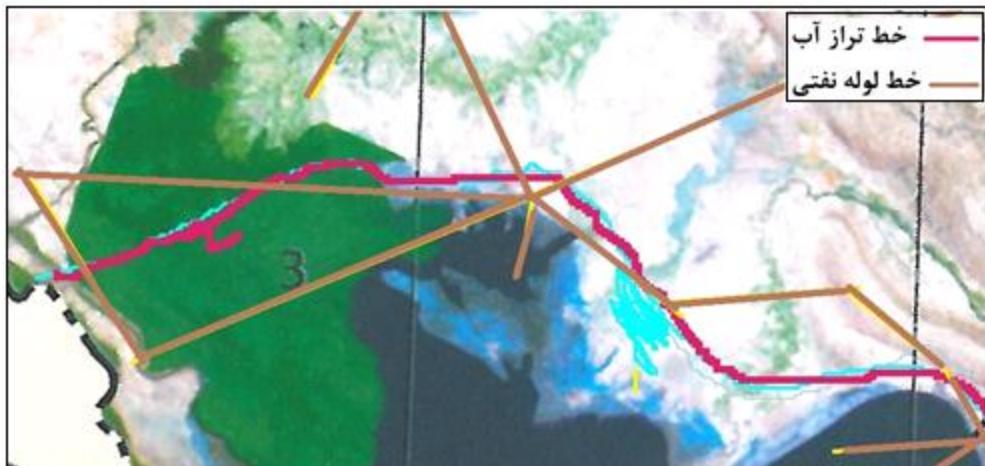
اطلاع از وضعیت آب خلیج فارس و دریای عمان هم برای ارائه طرح مقابله مرتبط و هم برای تشخیص روشهای مدل کردن در زمان های مختلف سال و زمان شبانه روز بسیار مهم هستند. شکل ۱۵ نوسانات تراز آب دریا را در کل سواحل جنوب کشور نشان می دهد. نقشه های بعدی تفکیک استانی نوسانات تراز آب را نشان می دهند. با استفاده از این نقشه ها حریم ساحلی را در هر زمانی می توان تعیین کرده و برای روش هایی مثل غرقاب کردن برنامه ریزی کرد. هم چنین این نقشه ها میزان تهدید مناطق زیست محیطی حساس را نشان می دهند. لازم به ذکر است این نقشه ها با استفاده از نقشه های ارائه شده در مرجع شماره ۳ و نیز انطباق آنها بر نقشه کامل سواحل خلیج فارس و استفاده از محدوده خطوط لوله نفت به صورت تقریبی توسط خانم رشیدی به دست آمده است.



شکل (۱۵) نوسانات تراز آب دریا به همراه خطوط لوله در سواحل جنوب کشور

### ۱-۳ نوسانات تراز آب در سواحل استان خوزستان

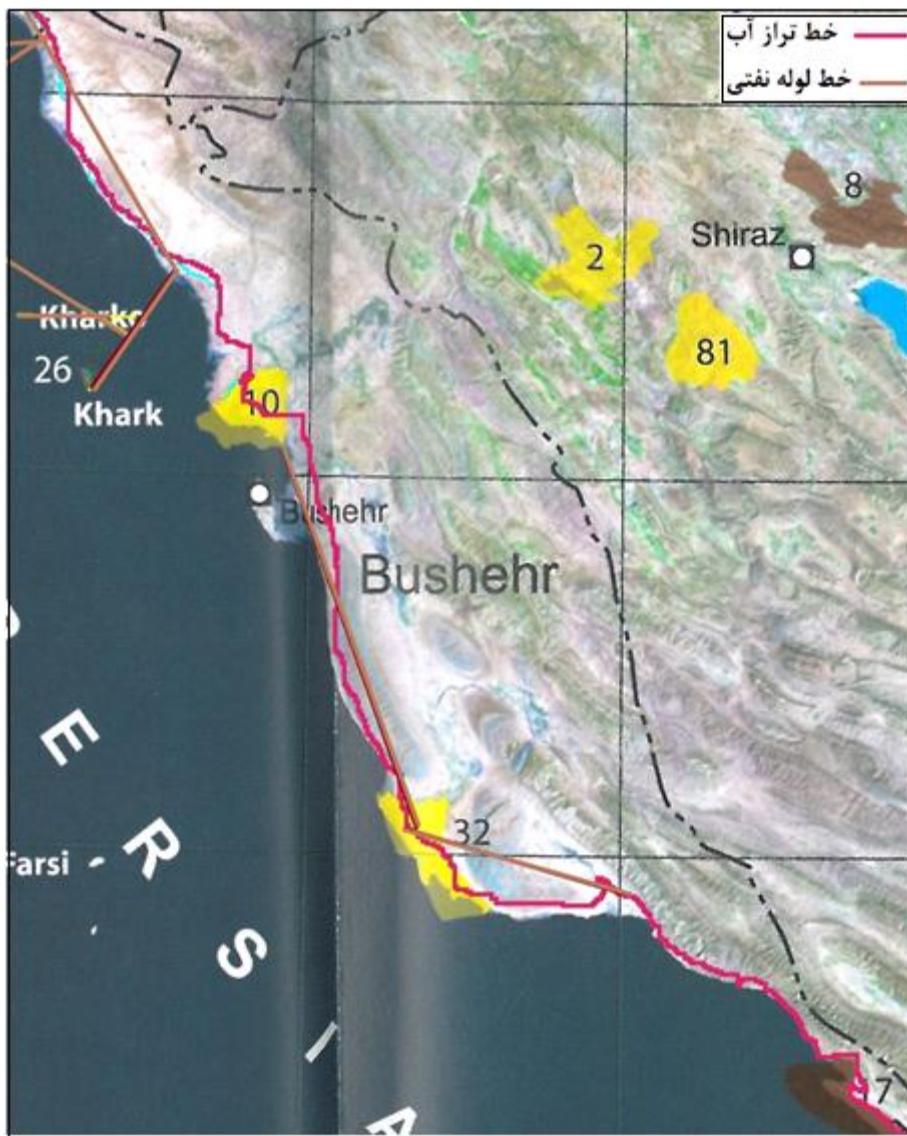
نقشه (۱۶) وضعیت نوسانات آبهای ساحلی و موقعیت لوله های استان خوزستان را نشان می دهد.



نقشه (۱۶-۸) نوسانات تراز آب استان خوزستان

### ۲-۳ نوسانات تراز آب دریا استان بوشهر

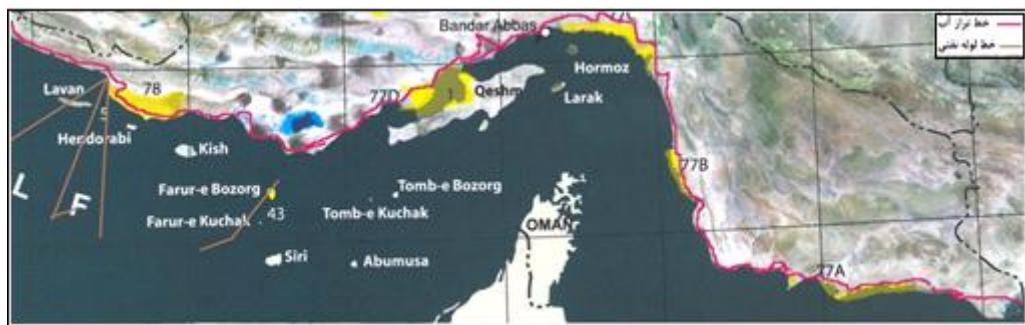
نقشه (۱۷) وضعیت نوسانات آبهای ساحلی و موقعیت لوله های استان بوشهر را نشان می دهد.



شکل (۱۷) نقشه نوسانات تراز آب استان بوشهر

### ۳-۳ نوسانات تراز آب دریای استان هرمزگان

نقشه (۱۸) وضعیت نوسانات آبهای ساحلی و موقعیت لوله های استان هرمزگان را نشان می دهد.



شکل (۱۸) نقشه نوسانات تراز آب استان هرمزگان

#### ۴-۳ نوسانات تراز آب دریا استان سیستان و بلوچستان

نقشه (۱۹) وضعیت نوسانات آبهای ساحلی و موقعیت لوله های استان خوزستان را نشان می دهد.



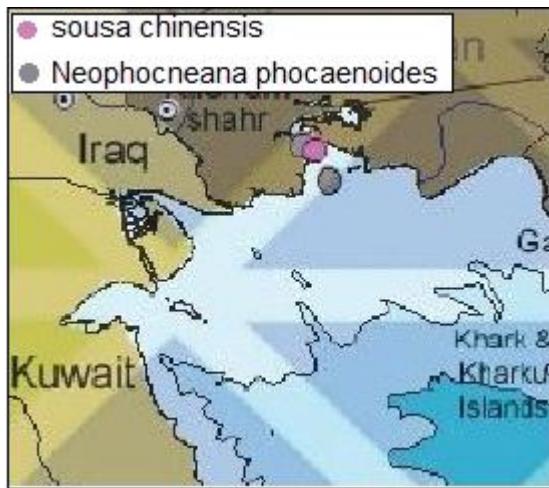
شکل (۱۹) نقشه نوسانات تراز آب استان سیستان و بلوچستان

#### ۴-۸ پراکندگی گونه های پستانداران در سواحل جنوبی کشور

شکل (۲۱-۸) راهنمای نقشه های ارائه شده در این بخش می باشد. در نقشه های این قسمت نوع گونه های پستاندران و نحوه پراکندگی آنها نشان داده شده اند این نوشته ها نمونه ای از نقشه های زیست محیطی در تلفیق با نقشه خطوط لوله است.

#### ۴-۱ پراکندگی گونه های پستانداران در سواحل استان خوزستان

همان طور که از شکل ۲۲-۸ نشان می دهد تنها دو گونه پستاندار در سواحل استان خوزستان وجود دارند که پراکندگی آنها نیز بسیار پایین است. ضمناً در تمامی نقشه های این بخش خطوط مستقیم سیاه رنگ به معنای محدوده خطوط لوله نفت می باشند.



شکل (۲۰) نقشه پراکندگی گونه های پستانداران استان خوزستان [۱۲]

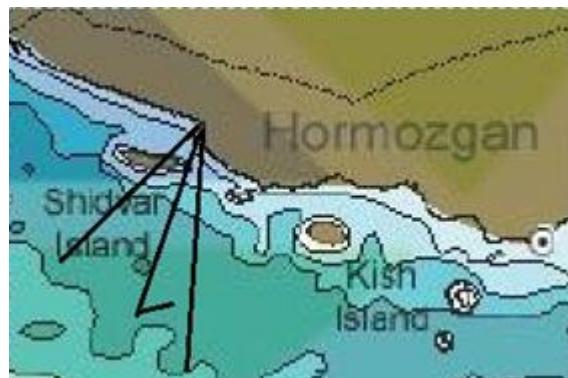
#### ۴-۲ پراکندگی گونه های پستانداران در سواحل استان بوشهر

شکل زیر پراکندگی گونه های پستانداران را در سواحل استان بوشهر نشان میدهد. همان طور که ملاحظه می شود تنوع و پراکندگی گونه ها در سواحل این استان بیشتر از استان خوزستان است.

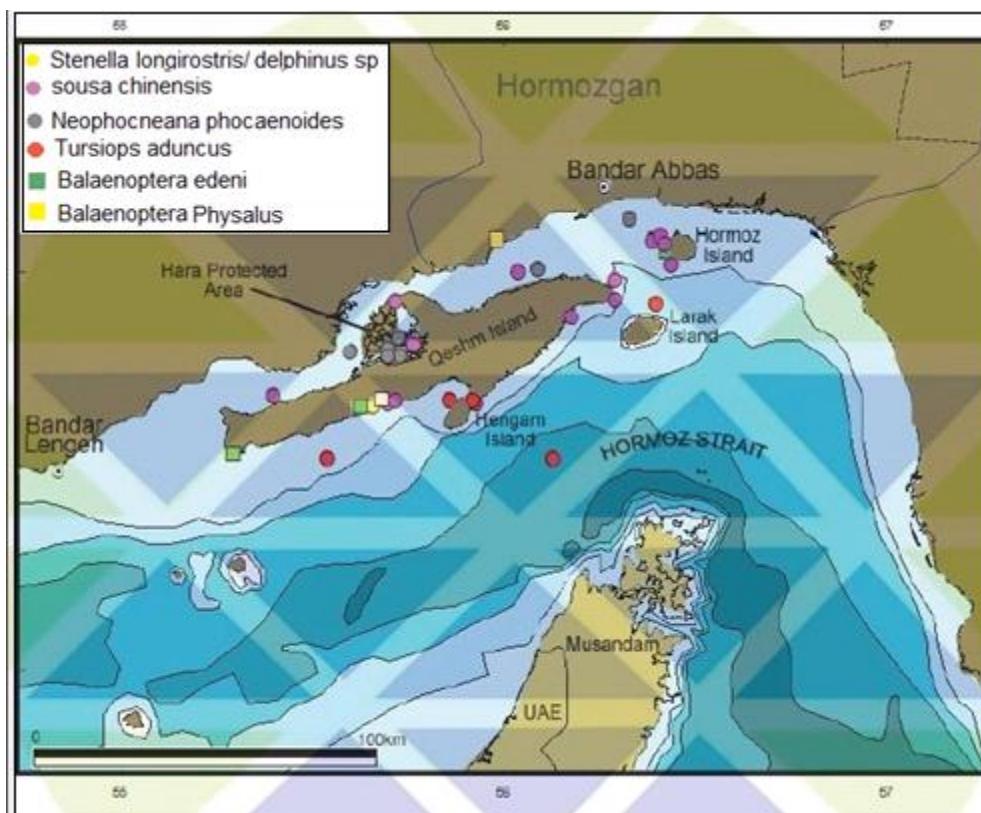


شکل (۲۱) نقشه پراکندگی گونه های پستانداران استان بوشهر [۱۲]

### ۳-۴-۸ پراکندگی گونه های پستانداران در استان هرمزگان

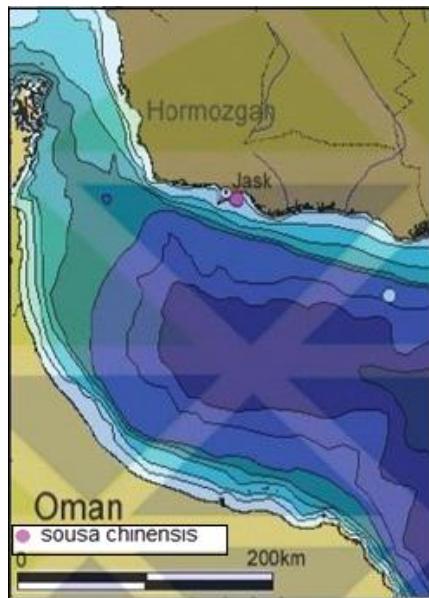


شکل (۲۲) نقشه پراکندگی گونه های پستانداران استان هرمزگان ساحل خلیج فارس [۱۲]



شکل (۲۲) نقشه پراکندگی گونه های پستانداران تنگه هرمز [۱۲]

همانطور که در شکل ۲۳ دیده می شود سواحل تنگه هرمز دارای تنوع بالا و نیز پراکندگی بیشتر گونه ها نسبت به دیگر مناطق ساحلی جنوب کشور است. در این منطقه غالب بر ۶ گونه پستاندار در تعداد زیادی وجود دارند.



شکل (۲۴) پراکندگی گونه های پستانداران استان هرمزگان ساحل دریای عمان [۱۲]

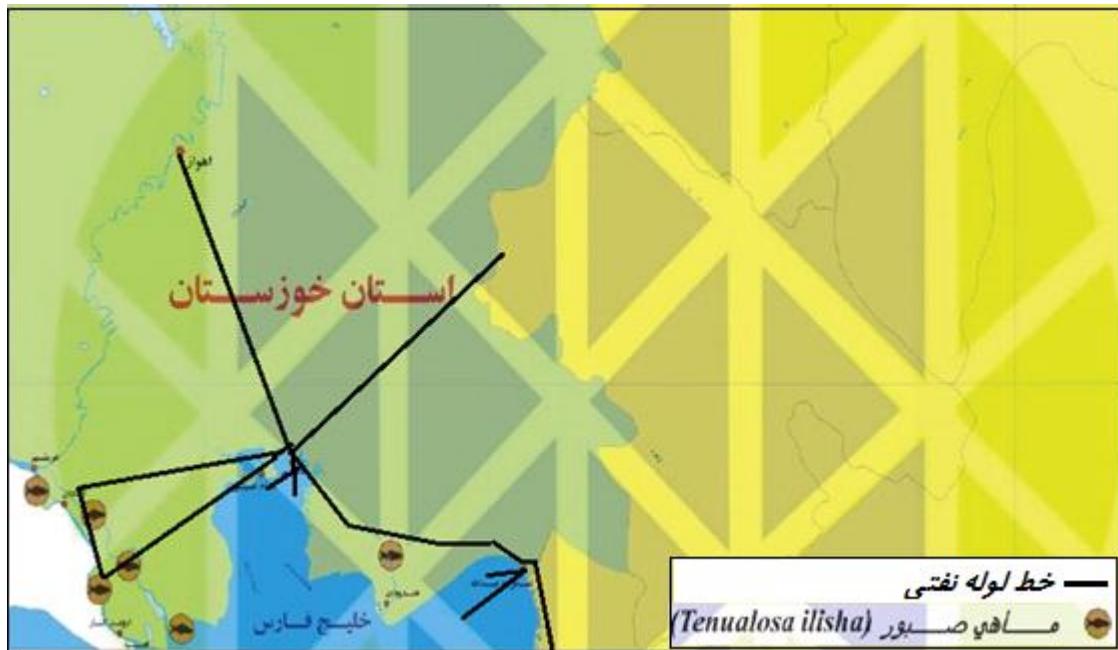
#### ۴-۴ پراکندگی گونه های پستانداران در استان سیستان و بلوچستان



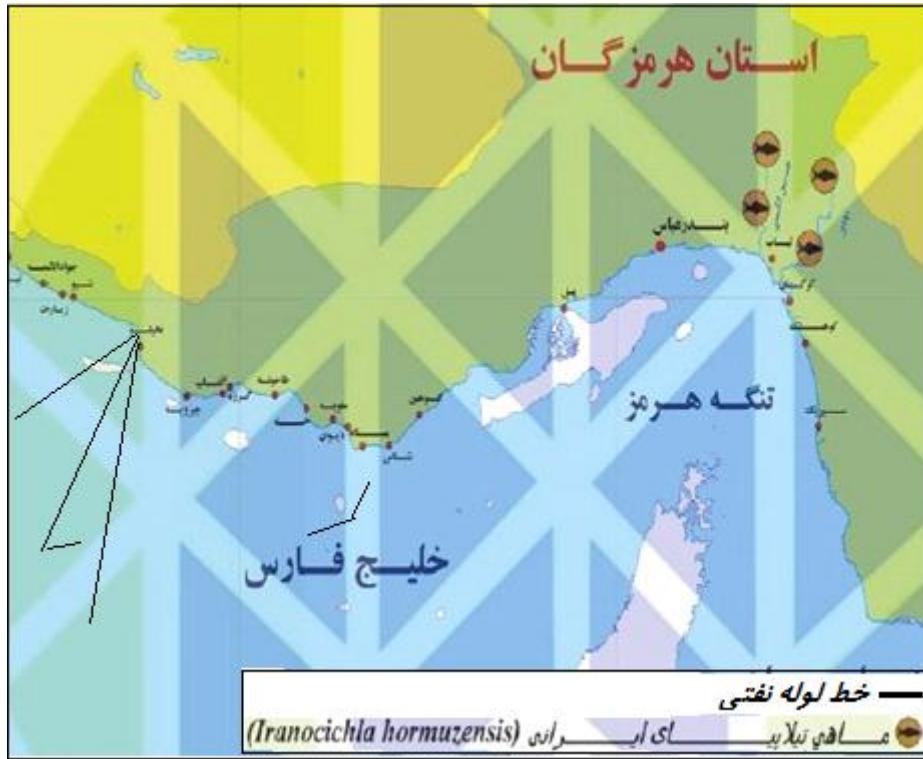
نقشه(۲۵) پراکندگی گونه های پستانداران استان سیستان و بلوچستان [۱۲]

## ۵ پراکندگی ماهیان با شرایط خاص در سواحل جنوبی کشور

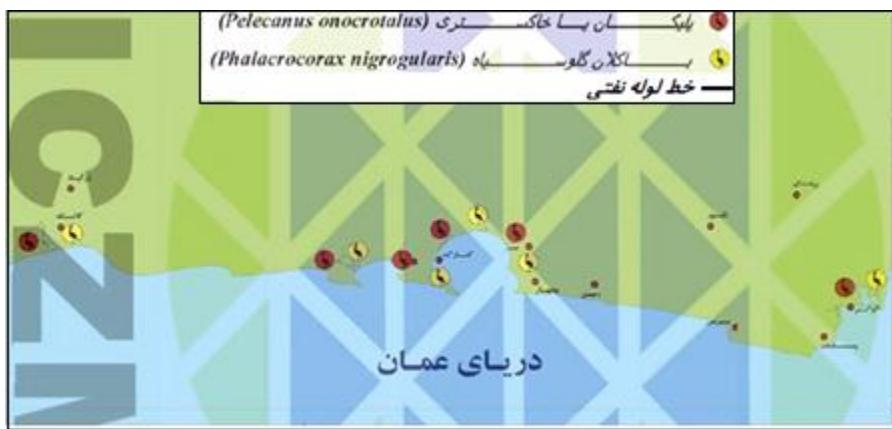
در شکل ها و نقشه های ارائه شده در این بخش می توان نوع و نحوه پراکندگی ماهیان سواحل جنوب کشور را مشاهده نمود. این مطلب در سه شکل گنجانده شده است.



شکل (۲۶) پراکندگی ماهیان با شرایط خاص در سواحل استان خوزستان [۱۲]



شکل (۲۷) پراکندگی ماهیان با شرایط خاص در سواحل استان هرمزگان [۱۲]

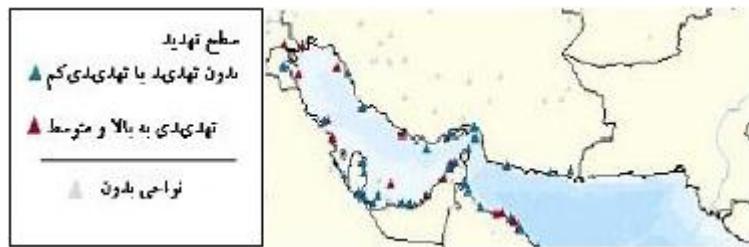


شکل (۲۸) پراکندگی ماهیان با شرایط خاص در سواحل استان سیستان و بلوچستان [۱۲]

## ۶ پراکندگی پرندگان در سواحل جنوب کشور

از آنجا که آلودگی نفتی اثرات مخربی بر زیست پرندگان دریایی خواهد گذاشت لازم است نوع پرندگان و نحوه پراگندگی آنها در سواحل مشخص گردد تا قبل از بروز آلودگی اقدامات پیشگیرانه انجام

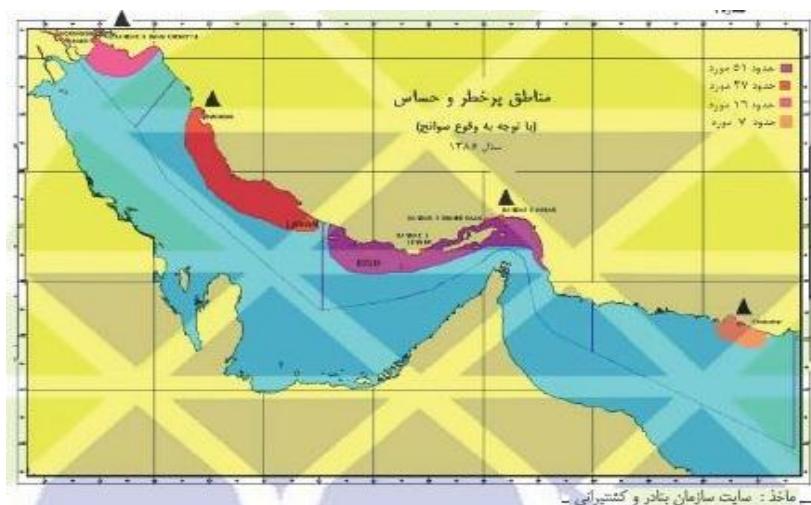
شده و بعد از بروز آن آسیب احتمالی واردہ را به حداقل رساند. در زیر شکلی تقریبی از سطح پراکندگی پرنده‌گان دریایی در سواحل جنوب ارائه می‌شود که حساسیت زیست محیطی سواحل را از این دیدگاه نشان می‌دهد.



شکل (۲۹) نواحی با خطر بالای تجمع پرنده‌گان دریایی در سواحل جنوب کشور [۱۲]

## ۷ مناطق حساس از نظر بروز حوادث

در زیر نقشه‌ای که توسط سازمان بنادر و کشتیرانی ارائه شده است نشان داده است. در این شکل مناطق حساس ساحلی مشخص شده‌اند که بر اساس حوادث اتفاق افتاده در سال ۱۳۸۶ ترسیم شده است. این نقشه می‌تواند یک دید کلی از مناطق پر خطر ساحلی را ارائه دهد.



شکل (۳۰) مناطق حساس و پر خطر ساحلی

## ۸ جریانات خلیج فارس و دریای عمان

در شکل ۳۳-۸ نوع و راستای جریانات خلیج فارس و دریای عمان به عنوان تأثیرگذارترین عامل پراکندگی و انتقال لکه‌های نفتی به سمت سواحل کشور آورده شده است. این شکل علاوه بر نقش پر رنگ

در تعیین تکلیف آلودگی در سواحل بر نحوه برخورد ما با آلودگی و تجهیز سواحل استان‌های مختلف نیز تأثیر دارد.



شکل (۳۱) جریانات دریای عمان و خلیج فارس [۳۱]