جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای برآورد خسارات آلودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و دیگر مواد زیان‌آور

(جلد دوم: دستورالعمل برآورد خسارات)

ضابطه شماره ۲-۷۶۵

آخرین ویرایش: ۲۰-۰۹-۱۳۹۹

سازمان برنامه و بودجه کشور

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

سازمان حفاظت محیط‌زیست

معاونت محیط زیست دریایی و تالاب‌ها

دفتر بررسی و مقابله با آلودگی‌های دریایی

www.doe.ir

۱۳۹۹

shaghool.ir

shaghool.ir

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره:** ۹۹/۵۶۶۵۷۸
	تاریخ: ۱۳۹۹/۱۰/۲۳

موضوع: راهنمای برآورد خسارات آلودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و دیگر مواد زیان‌آور

در چارچوب ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور موضوع نظام فنی و اجرایی یکپارچه، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، به پیوست ضابطه شماره ۷۶۵ امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران با عنوان «**راهنمای برآورد خسارات آلودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و دیگر مواد زیان‌آور**» در قالب ۲ جلد و از نوع **گروه سوم** ابلاغ می‌شود. رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۴۰۰/۰۱/۰۱ الزامی است.

جلد اول- مبانی نظری برآورد خسارات

جلد دوم- دستورالعمل برآورد خسارات

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

ش‌ش: ۴۵۹۳۰۴۲

shaghool.ir

shaghool.ir

تاریخ: ۹۸/۸/۱۹
شماره: ۹۸/۱۰/۳۴۷۷۹
پیوست: .....

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
سازمان حفاظت محیط زیست

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

بسمه تعالی

ابلاغیه به دستگاه های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و صاحبان فرایندها و تاسیسات ثابت وشناور مستقر در سواحل و دریا	شماره:
	تاریخ:

موضوع: **دستورالعمل برآورد خسارات آلودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و سایر آلاینده ها.**

با استناد به اصل یکصدو سی و هشتم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و به منظور اجرای تعهدات ناشی از قانون الحاق جمهوری اسلامی ایران به کنوانسیون بین المللی آمادگی، همکاری و مقابله در برابر آلودگی نفتی (OPRC) مصوب ۱۳۷۶ مجلس شورای اسلامی و در چارچوب سامانه ملی آمادگی، مقابله و همکاری در برابر آلودگی نفتی در دریا و رود خانه های قابل کشتیرانی (موضوع تصویب نامه شماره ۵۵۹۰۵/ت۳۵۶۲۰ه مورخ ۱۳۹۱/۲/۲۳ هیات محترم وزیران)، یک نسخه از ضوابط به شماره کد ۷۶۵ امور نظام فنی اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور و سازمان حفاظت محیط زیست کشور به عنوان **"دستورالعمل برآورد خسارات آلودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و سایر آلاینده ها"**، به پیوست ارسال و ابلاغ می‌گردد.

بدیهی است، تا زمانی که ضوابط و دستورالعمل جدیدی تصویب نشده است، از تاریخ ۹۸/۸/۱ این ضوابط و دستورالعمل آن، لازم الاجراء می باشد.

عیسی کلانتری
۹۸/۸/۱۹

shaghool.ir

shaghool.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Email: nezamfanni@mporg.ir **web: nezamfanni.ir**

shaghool.ir

shaghool.ir

باسمه تعالی

پیشگفتار

در سال‌های اخیر، شمار رویدادهای مربوط به آلودگی‌های دریایی ناشی از نشت نفت، با افزایش زیادی مواجه بوده‌است. چنین حوادثی نه فقط به محیط‌زیست اقیانوس‌ها، بلکه به اقتصادهای منطقه‌ای نیز آسیب وارد ساخته‌است. با ورود لکه‌های نفتی به مناطق ساحلی، اغلب احیای موثر آن‌ها به کار دشواری تبدیل می‌شود و موجب افزایش مقدار بقایای لکه‌های نفتی و آسیب دراز مدت وارده به محیط‌زیست دریایی و زندگی آدمی خواهد شد. نظر به فقدان وجود راهنمایی برای برآورد خسارات آلودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و... ضرورت این موضوع، دفتر بررسی و مقابله با آلودگی‌های دریایی سازمان حفاظت محیط‌زیست تهیه ضابطه «راهنمای برآورد خسارات آلودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و دیگر مواد زیان‌آور» را در قالب دو جلد، با هماهنگی امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به این سازمان ارسال نمود:

جلد اول) مبانی نظری برآورد خسارات

جلد دوم) دستورالعمل برآورد خسارات

این ضوابط پس از بررسی، براساس نظام فنی اجرایی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران تصویب و ابلاغ گردید.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضابطه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

حمیدرضا عدل

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

پاییز ۱۳۹۹

shaghool.ir

shaghool.ir

تهیه و کنترل «راهنمای برآورد خسارات آلودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و دیگر مواد زیان‌آور (جلد دوم: دستورالعمل برآورد خسارات)» [ضابطه شماره ۲-۷۶۵]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

دکتر مصطفی پناهی	دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران	دکترای مهندسی منابع طبیعی - اقتصاد جنگل و محیط زیست
شهزاد ثابتی مطلق	دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران	دانشجوی دکترای اقتصاد محیط زیست
فریبا همتیان	دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران	دانشجوی دکترای اقتصاد محیط زیست

اعضای گروه نظارت:

ضیاءالدین الماسی	سازمان حفاظت محیط زیست- دفتر بررسی و مقابله با آلودگی های دریایی	دکترای برنامه ریزی محیط زیست
فرزاد زندی	سازمان حفاظت محیط زیست- دفتر بررسی و مقابله با آلودگی های دریایی	دکترای حقوق محیط زیست

اعضای گروه تایید کننده:

ضیاءالدین الماسی	سازمان حفاظت محیط زیست- دفتر بررسی و مقابله با آلودگی های دریایی	دکترای برنامه ریزی محیط زیست
فرزاد زندی	سازمان حفاظت محیط زیست- دفتر بررسی و مقابله با آلودگی های دریایی	دکترای حقوق محیط زیست
فرزام پوراصغر سنگاچین	سازمان برنامه و بودجه کشور- امور برنامه ریزی نظارت و آمایش سرزمین	دکترای برنامه ریزی محیط زیست
محمد میرنژاد	سازمان بنادر و دریا نوردی- اداره حفاظت محیط زیست دریایی	فوق لیسانس مدیریت بنادر و کشتیرانی
علیرضا کاظمی صادقی	شرکت نفت فلات قاره ایران- حفاظت محیط زیست	فوق لیسانس مهندسی محیط زیست

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
سیّدوحیدالدین رضوانی	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

shaghool.ir

shaghool.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل سوم – دستورالعمل برآورد خسارات اقتصادی ناشی از آلودگی محیط‌زیست دریایی	**۳**
۳-۱- اهداف	۴
۳-۲- قلمروی دستورالعمل برآورد خسارات	۴
۳-۲-۱- اختلاف در ویژگی‌های محیطی	۵
۳-۲-۲- عوامل هزینه‌ای پاکسازی لکه‌های نفتی در مناطق دریایی	۶
۳-۲-۳- دسته‌بندی اقلام هزینه‌ای عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی	۱۲
۳-۳- دستورالعمل‌های پیشنهادی	۱۷
۳-۳-۱- برآورد هزینه‌های پاکسازی با استفاده از ضرایب تصحیح	۱۸
۳-۳-۲- برآورد هزینه‌ها با استفاده از «مدل تخمین هزینه‌ی لکه‌های نفتی»	۲۰
۳-۳-۳- برآورد هزینه‌ها با استفاده از مدل ابزار تحلیلی اثربخشی واکنش با لکه‌های نفتی (OSRCEAT)	۲۸
۳-۳-۴- تلفیق ارزش‌های مربوط به خدمات اکوسیستمی با ارزیابی پیامدهای نشت نفت	۹۲
۳-۴- شناسایی دستگاه‌های ذی‌مدخل و بررسی حقوق و تکالیف قانونی آن‌ها	۹۹
۳-۵- فازبندی اقدامات منجر به برآورد خسارات محیط‌زیستی	۱۰۰
۳-۵-۱- فاز (۱) پیش ارزیابی آلودگی‌های ناشی از لکه‌ی نفتی	۱۰۰
۳-۵-۲- فاز (۲): ارزیابی مالی و اقتصادی برنامه‌های واکنش و/یا پاکسازی	۱۰۱
۳-۵-۳- فاز (۳) تدوین برنامه‌های احیا و اصلاح اکوسیستم‌های آسیب‌دیده	۱۰۱
۳-۵-۴- فاز (۴) پیش بینی هزینه‌های اجرای برنامه‌های پایش و احیایی	۱۰۳
فصل چهارم – سازوکارهای پیشنهادی جبران خسارت	**۱۰۵**
منابع و مراجع	**۱۱۳**

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱- روابط متقابل هزینه‌های لکهٔ نفتی و ضرایب تعدیل مربوطه	۲۷
شکل ۳-۲- نمودار روابط متقابل عوامل موثر در خسارت‌های ناشی از لکه‌های نفتی در مدل OSRCEAT	۹۱
شکل ۳-۳- الگوی هزینه‌ی خسارت مبتنی بر GIS	۹۹

shaghool.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- هزینه‌ی هر واحد پاکسازی نفت نشت‌یافته بر حسب نوع نفت (دلار سال ۲۰۱۷)	۷
جدول ۳-۲- هزینه‌ی پاکسازی خط ساحلی بر حسب طول ساحل آلوده شده (دلار سال ۲۰۱۷)	۹
جدول ۳-۳- هزینه‌ی پاکسازی برحسب موقعیت حوادث نفتی نسبت به خط ساحل (دلار سال ۲۰۱۷)	۹
جدول ۳-۴- میانگین تقریبی هزینه‌ی عملیات پاکسازی در قاره‌ها و کشورهای مختلف (دلار سال ۲۰۱۷)	۱۰
جدول ۳-۵- هزینه‌ی پاکسازی برحسب واحد حجم نفت نشت‌یافته (دلار سال ۲۰۱۷)	۱۱
جدول ۳-۶- مقایسه‌ی هزینه‌ی پاکسازی لکه‌های نفتی در روش‌های مختلف (دلار سال ۲۰۱۷)	۱۱
جدول ۳-۷- مقایسه‌ی اثربخشی روش‌های پاکسازی	۱۲
جدول ۳-۸- اقلام هزینه‌ای عملیات پاکسازی	۱۴
جدول ۳-۹- ضرایب اصلاحی هزینه‌های پاکسازی برحسب عوامل اثرگذار	۱۹
جدول ۳-۱۰- هزینه‌های پاکسازی هر بشکه نفت برحسب دلار سال ۲۰۱۷	۲۱
جدول ۳-۱۱- هزینه‌های پایه‌ی اقتصادی- اجتماعی و محیط‌زیستی هر بشکه نفت به دلار سال ۲۰۱۷	۲۳
جدول ۳-۱۲- ضریب تعدیل هزینه‌ی پاکسازی براساس نوع محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی	۲۴
جدول ۳-۱۳- رتبه‌بندی و ضریب تعدیل ارزش‌های اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی	۲۴
جدول ۳-۱۴- ضریب تعدیل روش‌های پاکسازی و مقدار اثربخشی	۲۵
جدول ۳-۱۵- ضریب تعدیل آسیب‌پذیری آب شیرین در محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی	۲۵
جدول ۳-۱۶- ضریب تعدیل حساسیت زیستگاه‌های حیات‌وحش در محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی	۲۵
جدول ۳-۱۷- داده‌های ورودی برای محدوده‌ی تحت تاثیر خطوط ساحلی	۳۵
جدول ۳-۱۸- انتخاب شیوه‌ی مناسب واکنش برای هر یک از سواحل	۴۴
جدول ۳-۱۹- اثربخشی روش‌های واکنش برحسب نوع ساحل	۵۰
جدول ۳-۲۰- پیامد واکنش در خطوط ساحلی به تفکیک نوع ساحل	۵۱
جدول ۳-۲۱- انواع هزینه‌ها در محاسبات مدل OSRCEAT	۵۴
جدول ۳-۲۲- درصد نفت باقی‌مانده (y) برای مقادیر مختلف هریک از انواع نفت	۵۶
جدول ۳-۲۳- درصد نفت باقی‌مانده (y) برای سوخت شماره‌ی (۶) و روغن‌های روانکار	۵۹
جدول ۳-۲۴- خسارات منابع اقتصادی، اجتماعی روی آب	۶۱
جدول ۳-۲۵- ضریب اصلاحی منابع اقتصادی- اجتماعی	۶۱
جدول ۳-۲۶- خسارات منابع طبیعی روی آب	۶۲

shaghool.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۲۷- ضریب اصلاحی منابع طبیعی روی آب	۶۲
جدول ۳-۲۸- هزینه‌ی اضافی هرگالن براساس نوع نفت و روش واکنش	۶۳
جدول ۳-۲۹- کارآیی روش‌های مختلف واکنش دربرابر لکه‌های نفتی	۶۴
جدول ۳-۳۰- فهرست کنترلی آلودگی نفتی و مساحت آن در هریک از سواحل	۶۶
جدول ۳-۳۱- هزینه‌ی واکنش در ساحل برای نوع نفت موردنظر	۶۷
جدول ۳-۳۲- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای نفت‌خام متوسط (دلار سال ۲۰۱۷)	۶۸
جدول ۳-۳۳- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای بنزین (دلار سال ۲۰۱۷)	۶۸
جدول ۳-۳۴- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای سوخت هواپیما (دلار سال ۲۰۱۷)	۶۹
جدول ۳-۳۵- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای گازوییل (دلار سال ۲۰۱۷)	۷۰
جدول ۳-۳۶- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای نفت‌خام سبک (دلار سال ۲۰۱۷)	۷۰
جدول ۳-۳۷- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای نفت‌خام سنگین (دلار سال ۲۰۱۷)	۷۱
جدول ۳-۳۸- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای سوخت شماره‌ی (۶) (دلار سال ۲۰۱۷)	۷۱
جدول ۳-۳۹- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای سوخت نفتی متوسط (IFO) (دلار سال ۲۰۱۷)	۷۲
جدول ۳-۴۰- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای روغن‌های روانکار (دلار سال ۲۰۱۷)	۷۲
جدول ۳-۴۱- اثربخشی شیوه‌ی واکنش برای هر یک از انواع خطوط ساحلی	۷۳
جدول ۳-۴۲- اثربخشی شیوه‌ی واکنش برای هر یک از انواع خطوط ساحلی (برحسب درصد)	۷۴
جدول ۳-۴۳- پیامد شیوه‌ی واکنش برای هر یک از انواع خطوط ساحلی	۷۵
جدول ۳-۴۴- ضرایب اصلاحی منابع اقتصادی- اجتماعی خطوط ساحلی	۷۷
جدول ۳-۴۵- ضرایب اصلاحی منابع طبیعی خطوط ساحلی	۷۹
جدول ۳-۴۶- ارزش استفاده‌های غیرمستقیم خدمات اکوسیستمی	۹۳
جدول ۳-۴۷- ترکیب عامل توزیع توده‌ی نفتی با خدمات اکوسیستمی	۹۷
جدول ۳-۴۸- رابطه‌ی بین دامنه‌ی حجم‌های نشت‌نفت با ضریب اصلاحی حجم نشت نفت	۹۷
جدول ۳-۴۹- ماتریس سناریوها برای سه نوع نفت و سه مقدار نفت (۳۰۰، ۱۷،۰۰۰ و ۴۰،۰۰۰ تن)	۹۸

shaghool.ir

shaghool.ir

مقدمه

پر بی‌راه نیست اگر ادعا شود، درآمدهای حاصل از صادرات نفت ایران در تاریخچه‌ی یک قرن اخیر اقتصاد ملی، دارای جایگاه بی‌بدیلی بوده و پیشران موتور توسعه درکشور بوده است. این درحالی است که برخورداری از مرزهای طولانی دریایی در شمال و جنوب کشور این امکان را به‌وجود آورده است که اتکا به شیوه‌ی حمل و نقل دریایی در جابه‌جایی محموله‌های تجاری و از جمله نفت و ترکیبات نفتی با هزینه‌ای کم و ایمن‌تر بیش‌تر شود. این درحالی است که با افزایش مبادلات بین‌المللی در منطقه‌ی خلیج فارس، افزایش شمار شناورهای دریایی و گسترش رفت و آمدهای دریایی، مسایل و مشکلات در زمینه‌های مختلف (سوانح دریایی، آلودگی‌های محیط‌زیستی، ورود ترکیبات شیمیایی خطرناک به آب دریا و ...) را بیش‌تر کرده است. ازاین‌رو توجه به حفظ محیط‌زیست دریایی و تقویت سازوکارهای حقوقی مورد نیاز برای پیشگیری از بروز خسارات و تادیه‌ی حقوق خسارت دیدگان در اثر آلودگی‌های محیط‌زیستی در دهه‌های اخیر با رشد و توسعه‌ی زیادی مواجه بوده است. براین اساس، نیاز به تدوین چارچوب و دستورالعملی مناسب و عملی برای برآورد خسارات وارده به محیط‌زیست دریایی مرتبط با مواد نفتی در سال‌های اخیر آشکارتر شده و معاونت محیط‌زیست دریایی سازمان حفاظت محیط‌زیست را برآن داشت تا در این زمینه اقدام نماید.

پس از ارائه‌ی کلیاتی در مورد مبانی نظری موضوع، در جلد نخست، سعی گردیده تا در این جلد ، دستورالعمل پیشنهادی در اختیار قرار گیرد، ولی به‌نظر می‌رسد که توجه به چند نکته‌ی کلیدی در این زمینه تصویر بهتری را از خاستگاه و جهت‌گیری دستورالعمل تدوین شده در اختیار خواهد گذارد. این موارد عبارتند از:

- ترتیبات نهادین موجود در کشور از نظر تصویب قوانین و مقررات سخت‌گیرانه‌تر برای جلوگیری از پیامدهای ناگوار حوادث دریایی و ساحلی به پیروی از دگرگونی‌های بین‌المللی در این زمینه، رو به تقویت بوده‌اند. لیکن توسعه‌ی ظرفیت‌های سازمانی و اجرایی متناسب با چنین واقعیتی نبوده است. ازاین‌رو، علی‌رغم تجربیات غنی بسیاری از کشورها در این خصوص، هنوز تلاش و یا حرکتی مهم در ایران به ثبت نرسیده است.
- فقدان اطلاعات پایه‌ی مورد نیاز برای برآورد خسارات محیط‌زیستی ناشی از سوانح دریایی منجر به نشت و ریزش نفت در مناطق دریایی و ساحلی، مانع مهمی برای ورود به این عرصه درکشور به‌حساب می‌آید. ازاین‌رو، تدوین دستورالعملی مختص برای کشور و ایجاد ساختار فنی و مدیریتی مورد نیاز برای آن، با توجه به فقر اطلاعاتی موجود فعلا ناشدنی به‌نظر می‌رسد. تدوین این دستورالعمل را باید آغازی برای شکل‌گیری فرآیندی رو به تعالی در این زمینه، تلقی نمود. باید اذعان نمود که ورود به این عرصه نیازمند داده‌های زمینی فراوان از نظر موجودی (Stock) منابع دریایی و ساحلی و جریان (Flow) خدمات آن‌ها از نظر زیستی، اطلاعات هزینه‌ای مربوط به حوادث دریایی پیشین در کشور، ساختار مدیریتی و اجرایی، ابزار و تجهیزات مورد نیاز و غیره، است و هنوز تا دستیابی به چنین امکانات و اطلاعاتی با توجه به واقعیات موجود، راه درازی درپیش روی است.
- محدودیت‌های فوق‌الاشاره گویای این واقعیت هستند که دستورالعمل حاضر برآمده از چند تجربه‌ی مهم بین‌المللی بوده و اطلاق آن برای برخی ویژگی‌های اکولوژیک و تنوع موقعیت‌های جغرافیایی در کشورمان

shaghool.ir

ممکن است با کاستی‌هایی همراه باشد. بنابراین، این دستورالعمل شاید قادر به تامین نیازمندی‌های اطلاعاتی مربوط به یک اکوسیستم دریایی و ساحلی موردنظر دررابطه با مقادیر کمی، ضرایب اصلاحی و یا مرزبندی قلمروی دریایی شمال و جنوب کشور نباشد؛ زیرا پاسخ‌گویی به چنین پرسش‌هایی مستلزم انجام مطالعات ویژه بوده و استناد به نتایج گردآوری و پردازش اطلاعات جهانی موجود در این خصوص، کارگشا نخواهد بود.

- در فرآیند تدوین این دستورالعمل و برگزاری نشست‌های کارشناسی، توصیه و تاکید، تمرکز بر موضوع آلودگی‌های نفتی بوده است، چرا که کمبودهای اطلاعاتی درباره‌ی سایر مواد زیان‌آور جدی‌تر بوده و بسته به مورد ممکن است، از اقتضائات و اصول خاصی پیروی کند که خارج از دستورکار و چارچوب این بررسی هستند.
- در این دستورالعمل بسته به سطح اطلاعات موجود، چهار شیوه‌ی مختلف برای برآورد خسارات (از ساده تا پیچیده) پیشنهاد شده است. بدیهی است که استفاده از روش‌های پیچیده‌تر مستلزم ایجاد زیرساخت‌های لازم از نظر بانک اطلاعات محیطی و پایگاه داده‌ای حوادث دریایی و نیز نرم افزارهای مناسب و تخصصی است.

شیوه‌های برآورد خسارات معرفی شده در این گزارش، مبتنی بر داده‌های میدانی گردآوری شده از حوادث مختلف در گوشه و کنار دنیا بوده و از منطق محاسباتی خاصی پیروی می‌کنند. طبیعی است که پیشنهاددهندگان چنین شیوه‌هایی جزییات محاسباتی خود را منتشر نکرده و در انحصار خود داشته باشند. با این همه، تاکنون از این روش‌ها در کشورهای مختلفی استفاده شده و براساس آن‌ها هم مقالاتی در ژورنال‌های بین‌اللمی به چاپ رسیده و نرم‌افزارهایی نیز طراحی شده‌اند.

shaghool.ir

فصل ۳

دستورالعمل برآورد خسارات اقتصادی ناشی از آلودگی محیط‌زیست دریایی

shaghool.ir

۳-۱- اهداف

مهم‌ترین اهداف مربوط به تدوین دستورالعمل حاضر را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- شناسایی و پیشنهاد شیوه‌ای دقیق و جامع از نظر علمی، قابل اعتماد از نظر مدیریتی و ساده و سریع از نظر اجرایی، درخصوص ارزیابی اقتصادی خسارات آلودگی‌های ناشی از حوادث نشت نفت در مناطق دریایی و ساحلی کشور؛
- تشریح جزییات مربوط به اجرای شیوه‌های منتخب در ارزیابی خسارات در شرایط کاستی‌های اطلاعاتی موجود درباره‌ی ارزش اقتصادی سرمایه‌های طبیعی وابسته به اکوسیستم‌های دریایی و ساحلی کشور
- کمک به طراحی سازوکارهای فنی و مدیریتی مورد نیاز برای جبران خسارات وارده از سوی نهادهای حقیقی و یا حقوقی مسوول درزمینه‌ی بروز حوادث نشت نفت در مناطق دریایی و ساحلی واقع در قلمروی دولت جمهوری اسلامی ایران
- فراهم‌سازی بسترهای اطلاعاتی مورد نیاز برای تدقیق روش‌های جاری در برآورد ابعاد خسارات محیط‌زیستی ناشی از حوادث منجر به آلودگی‌های نفتی در محیط‌زیست دریایی و ساحلی کشور
- شفاف‌سازی منابع مالی قابل تادیه از واردکنندگان خسارت به محیط‌زیست دریایی برای اجرای برنامه‌های بلندمدت احیای منابع و عرصه‌های تخریب‌یافته

۳-۲- قلمروی دستورالعمل برآورد خسارات

آلودگی‌های نفتی و راه یافتن ترکیبات نفتی به دریاها ممکن است از دلایل مختلفی ناشی شوند و برخلاف باور همگانی، حوادث مرتبط با تانکرهای نفتی، تنها منبع آلودگی نفتی دریاها به شمار نمی‌آیند. تلاش‌های انجام شده برای برآورد کل هیدروکربن‌های نفتی وارده به محیط‌های دریایی، تاکنون ثمری نداشته‌اند. براساس برخی تخمین‌های به عمل آمده در رابطه با مقادیر آلودگی‌های نفتی در جهان، از ارقامی بین ۱/۷ تا ۸/۸ میلیون تن در سال سخن به میان آمده است (طاعتی‌زاده، ۱۳۸۸). این درحالی است که تنها در منطقه‌ی خلیج فارس و دریای عمان، مقدار نشت نفت به بیش از ۸۰۰۰ تن درسال بالغ می‌شود. با این همه، برای پیش بینی هزینه‌های کنونی و آتی واکنش در برابر نشت نفت‌یافته به بیرون که در قالب هزینه‌های پاکسازی شناخته می‌شوند، هنوز بررسی رویدادهای پیشین و تحلیل داده‌های تاریخی مربوط به هزینه‌های آن‌ها، مهم‌ترین رویکرد در دستورالعمل‌های مربوط به ارزیابی خسارات لکه‌های نفتی به‌شمار می‌آیند. بدیهی است که در این رابطه، عوامل مهمی مثل نوع نفت، نزدیکی به خطوط ساحلی، موقعیت مکانی، روش‌شناسی پاکسازی و واکنش، اندازه‌ی لکه‌ی نفتی و غیره، در شکل‌گیری هزینه‌های حاصله از جهات واکنش و خسارات وارده، تعیین کننده هستند.

shaghool.ir

بخش نخست این دستورالعمل، اطلاعاتی را درباره‌ی جنبه‌های مختلف مرتبط با آلودگی‌های نفتی دراختیار می‌گذارد. به‌طوری که در فصل آغازین، کلیاتی در مورد جنبه‌های مختلف مربوط به حوادث نفتی و ضرورت‌های مقابله با آن‌ها، ارائه شده و موضوعاتی نظیر رویدادهای پیشین حوادث نفتی در گوشه و کنار دنیا و در ایران، الزامات قانونی و مقرراتی در سطوح بین‌المللی و ایران، اهداف و چشم‌اندازهای مربوط به ارزیابی خسارات ناشی از رخدادهای نفتی در مناطق دریایی و ساحلی و چارچوب مفهومی مربوط به شماری از مفاهیم محیط‌زیستی و اقتصادی مرتبط با موضوع (روش‌های پاکسازی، رویکردها و فنون ارزش‌گذاری اقتصادی منابع محیط‌زیستی، هزینه‌های مرتبط با خسارات محیط‌زیستی، سطح مطلوب آلودگی و به پیروی از آن، تعیین سطح مناسب پاکسازی نفت و ...) مورد بحث قرار گرفته‌اند.

در فصل دوم با عنوان «مبانی نظری خسارات محیط‌زیستی ناشی از آلودگی‌های نفتی» سه چارچوب مهم در رابطه با ارزیابی پیامدهای محیط‌زیستی ناشی از آلودگی‌های نفتی، ارزیابی اقتصادی پیامدهای محیط‌زیستی ناشی از آلودگی‌های نفتی دریا و نیز، مقررات ناظر بر مسوولیت‌پذیری و جبران پیامدهای محیط‌زیستی آلودگی‌های نفتی در مناطق دریایی مورد بحث قرارگرفته‌اند. همچنین، به مهم‌ترین راهبردهای واکنش در برابر خسارات محیط‌زیستی مرتبط با آلودگی‌های نفتی در مناطق دریایی و ساحلی و نیز مدل‌های تحلیلی ارزیابی اقتصادی خسارات محیط‌زیستی آلودگی‌های نفتی با کمک روش‌های مبتنی بر هزینه، اشاراتی به‌عمل آمده‌است.

بخش دوم، شرح کاملی درباره‌ی چهار رویکرد متفاوت را در قالب دستورالعمل مورد نظر این نوشتار در اختیار می‌گذارد.

۳-۲-۱- اختلاف در ویژگی‌های محیطی

تنوع در ویژگی‌های محیطی از نظر پیامدهای نشت نفت از جهات اقتصادی و محیط‌زیستی، موجب می‌شود که تدوین دستورالعملی یکسان برای همه‌ی ویژگی‌ها در محیط‌های مختلف، امری ناممکن و یا دست کم، پیچیده به‌نظر برسد. خصوصیات مناطق مختلف از نظر منابع اقتصادی، اجتماعی، منابع طبیعی و محیط‌زیستی از یک سو و تفاوت‌ها در ویژگی‌های اقتصادی و فرهنگی ملل و مناطق مختلف جغرافیایی، عامل اصلی این پیچیدگی به‌شمار می‌آید. با این‌همه، در کشورهای مختلف دنیا، تاکنون دستورالعمل‌های متعددی تدوین شده و از آن‌ها در مواقع بروز حوادث منجر به ایجاد آلودگی‌های نفتی، استفاده می‌شوند. در این زمینه می‌توان به مواردی مانند «دستورالعمل برآورد خسارت برنامه نشت نفت EPA[1]»، «دستورالعمل ادعای خسارت صندوق بین المللی جبران خسارت آلودگی‌های نفتی»، «راهنمای منطقه‌ای، ارزیابی خسارت آلودگی نفتی» و «دستورالعمل ادعای خسارت مرکز میمک» اشاره کرد.

این درحالی است که در ایران تاکنون دستورالعملی برای برآورد خسارات ناشی از سوانح نفتی به عنوان یک دستورالعمل استاندارد و فراگیر تدوین نشده است. ولی تدوین دستورالعملی جامع برای ایران به دو دلیل مهم زیر، لااقل در کوتاه مدت، نامقدور به‌نظر می‌رسد: اولا وجود شرایط ناهمسان از نظر محیط‌زیست دریایی در شمال (دریای خزر) و جنوب (خلیج فارس و دریای عمان) و ثانیا، فقدان اطلاعات پایه درخصوص بسیاری از ویژگی‌های محیط‌زیستی و ارزش

shaghool.ir

اقتصادی آن‌ها. چنین کاستی بزرگی، علی‌رغم رخدادهای آلودگی نفت در گذشته که با توسعه‌ی فعالیت‌های حفاری و استخراج نفت و نیز حمل و نقل تولیدات نفتی، روند احتمالی افزایش آن‌ها دور از انتظار نخواهد بود، مورد غفلت واقع بوده‌است. در پاسخ به چنین نیازی در این نوشتار، سعی گردیده است که پس از جستجوی منابع موجود و مرور شیوه‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های گوناگون در این زمینه، به معرفی سه دستورالعمل با سه رویکرد متفاوت، پرداخته شود تا بتوان در کوتاه‌مدت، نیازمندی‌های دستگاه‌های مدیریتی مربوطه را پاسخ داده و از فرصت ایجادشده، برای تمرکز فعالیت‌ها بر تولید اطلاعات ورودی مورد نیاز و متناسب برای کشور، استفاده کرد.

۳-۲-۲- عوامل هزینه‌ای پاکسازی لکه‌های نفتی در مناطق دریایی

مقدار خسارت اقتصادی ناشی از حوادث منجر به نشت نفت در محیط‌های دریایی و ساحلی، علاوه بر عوامل انسانی (تهدید سلامت)، اقتصادی (تغییر فعالیت‌ها و عملکرد تولیدی) و محیطی (تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی غیربازاری)، تابع هزینه‌های پاکسازی است. هزینه‌های پاکسازی نیز تابعی از عوامل زیر است:

- مقدار و نوع نفت راه‌یافته به دریا،
- موقعیت مکانی و زمانی نشت نفت
- حساسیت مناطق تحت تاثیر
- محدودیت‌های جاری در رابطه با مسوولیت‌پذیری
- قوانین محلی و ملی
- فنون به‌کار گرفته‌شده برای پاکسازی
- شرایط آب و هوایی در طی عملیات پاکسازی، و
- تصمیم‌سازی انسانی

علاوه بر موارد فوق می‌توان به حجم نفت نشت یافته و طول سواحل آلوده به نفت نیز اشاره کرد. ارقامی که درپی برای هریک از عوامل ارائه شده‌اند، صرفا داده‌های گردآوری شده در بررسی‌های پیشین بوده و به‌هنگام‌سازی آن‌ها براساس شاخص‌های مناسب (مانند شاخص هزینه‌ی مصرف‌کننده) برای مطالعات جدید، ضروری خواهد بود. البته باید توجه داشت که موضوعات مربوط به هزینه‌های پاکسازی نشت نفت، اعم از مقادیر کم یا زیاد، طی دهه‌های اخیر هم پیچیده‌تر و هم گران‌قیمت‌تر شده است. تقاضای همگانی برای مسوولیت‌پذیری در قبل مشکلات و مسایل محیط‌زیستی از یک سو و افزایش دعاوی حقوقی در بسیاری از کشورها، باعث شده است که از دهه‌ی ۹۰ میلادی به این سو، هزینه‌های پاکسازی، تقریبا چهار برابر شوند. هزینه‌های پاکسازی لکه‌های نفتی کوچک حتی ممکن است برای مسببین آن‌ها، گران‌تر تمام شوند. چرا که حساسیت افکار عمومی و توجه قوانین ملی به پذیرش مسوولیت عملیات پاکسازی در این سال‌ها افزایش زیادی پیدا کرده است.

shaghool.ir

پیامد هزینه‌ای نوع نفت: نوع نفت نشت‌یافته، عامل مهمی در تعیین هزینه‌های پاکسازی است. غیر از مقدار نفت نشت‌یافته، یاد و شرایط محیطی، نوع نفت نیز با پیامدهای محیط‌زیستی مستقیم حادثه‌ی نشت نفت در ارتباط است. به‌طوری‌که اختلاف معنی‌داری بین نشت نفت از نوع سوخت دیزل شماره‌ی (۲) و نشت نفت از نوع نفت خام سنگین، از نظر پیامد و سناریوی پاکسازی وجود دارد. به‌بیان دیگر، هزینه‌های پاکسازی تا حدود زیادی بستگی به نوع نفت یا فرآورده‌های نفتی راه‌یافته به محیط‌های دریایی دارند. هراندازه نفت از پایداری و ویسکوزیته بیش‌تری برخوردار باشد، آلودگی نفت ممکن است انتشار گسترده‌تری داشته باشد و پاکسازی آن هم دشوارتر خواهد بود. ترکیب و خصوصیات فیزیکی نفت بر درجه‌ی تبخیر و انتشار طبیعی آن اثرگذار بوده و ازاین نظر بر سهولت و یا دشواری پاکسازی تاثیر خواهد داشت. نفت‌های سبک‌تر و پالایش یافته، در گستره‌ی بزرگتری پراکنش می‌یابند تا نفت‌های سنگین‌تر، مگر آنکه امولسیون‌های آب در نفت تشکیل شوند.

هزینه‌های پاکسازی نفت‌خام سبک و فرآورده‌های نفتی مانند سوخت شماره‌ی (۲) گازوییل، معمولا کم‌تر از میانگین هزینه‌های پاکسازی لکه‌های نفتی از نوع نفت‌خام سنگین یا سوخت‌های سنگین‌تری است که پایداری بیش‌تری در محیط دارند. زیرا، نفت خام سنگین و امولسیون‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای پایداری و وسیکوزیته بیش‌تری دارند و ازاین‌رو، پاکسازی آن‌ها دشوارتر بوده و به دلیل نیاز به استفاده از پخش‌کننده‌ها، اسکیمرها و پمپ‌ها، هزینه‌های بسیار بالاتری را تحمیل می‌کنند. گاهی از روش مکانیکی برای مواجهه با برخی از لکه‌های نفتی استفاده می‌شود. ولی چنین روشی ممکن است به‌دلیل تبخیر و یا حل شدن بسیار سریع نفت پس از ورود به سطح آب، چندان کارساز نباشد.

جدول شماره‌ی (۳-۱)، در بردارنده‌ی ارقامی است که هزینه‌ی عملیات پاکسازی را بر حسب نوع نفت نشت‌یافته با قیمت‌های سال ۱۹۹۹ میلادی دراختیار می‌گذارد. سپس با استفاده از «شاخص جهانی بهای مصرف کننده» (صندوق بین‌المللی پول، ۲۰۱۷)، به قیمت‌های سال ۲۰۱۷ تبدیل شده‌اند.

جدول ۳-۱- هزینه‌ی هر واحد پاکسازی نفت نشت‌یافته بر حسب نوع نفت (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع نفت	هزینه‌ی پاکسازی (آمریکا - دلار بر لیتر)	هزینه‌ی پاکسازی (غیر از آمریکا- دلار بر لیتر)	هزینه‌ی پاکسازی (میانگین جهانی - دلار بر لیتر)
نفت خام سبک	۳/۸۸	۵/۵۵	۵/۲۰
نفت خام متوسط	۱۷/۷۲	۴/۸۳	۸/۸۵
نفت خام سنگین	۲۵/۷۳	۷/۸۶	۱۰/۴۳
سوخت دیزل شماره‌ی ۲	۴/۴۰	۲/۰۸	۲/۸۱
سوخت شماره‌ی ۴	-	۲۹/۱۵	۲۹/۱۵
سوخت شماره‌ی ۵	۱۰/۶۱	۲۹/۶۲	۲۸/۳۰
سوخت شماره‌ی ۶	۲۲/۰۵	۱۹/۸۷	۲۰/۸۲

غیر از نوع و حجم نفت نشت یافته، عواملی مانند وضعیت آب و هوایی و به‌ویژه، جهت وزش باد نیز بر آلودگی‌های محیط‌زیستی اثرات مستقیمی برجای می‌گذارند. هر اندازه حجم ترکیبات سنگین و ماندگار در نفت بیش‌تر باشد، هزینه‌ی پاکسازی نیز بیش‌تر خواهد بود.

shaghool.ir

موقعیت مکانی و زمانی: به نظر اغلب کارشناسان، مهم‌ترین عامل تعیین کننده‌ی هزینه‌های پاکسازی، **موقعیت مکانی** است. برای برآورد هزینه‌ها و خسارات وارده به محیط‌زیست دریای و ساحلی، باید اطلاعات مربوط به موقعیت مکانی محدوده‌ی آلوده‌شده به مواد نفتی و «منابع در معرض خطر»[1] را دراختیار داشت. حضور حتی یک لکه‌ی نفتی کوچک در مکان و یا زمانی نامناسب، مثلا در نزدیکی یک محدوده‌ی ماندابی حساس برای مهاجرت پرندگان، یا نزدیکی ساحل در اوج فصل گردشگری، در نزدیکی یک مزرعه‌ی ماهی یا ایستگاه درحال فعالیت آب شیرین‌کن و غیره، ممکن است هزینه‌های پاکسازی را به شدت تحت تاثیر قرارداده و افزایش دهد. وقتی حادثه‌ای منجر به نشت نفت در بندری رخ دهد، باید پاکسازی به‌گونه‌ای انجام شود که رضایت خاطر مسوولین محلی و ملی و نیز دارندگان دارایی‌های خسارت دیده یا در معرض خسارت، جلب شود تا از پیامدهای حقوقی بعدی جلوگیری شود. این درحالی است که اگر حادثه‌ای نفتی مثلا باعث راهیابی ۳۴۰۰ تن نفت در آب و هوای طوفانی و دور از سواحل شود، ممکن است به‌صورت طبیعی در دریا انتشار یافته و خسارت قابل توجهی نیز وارد نکند. هنگامی که نشت نفت در محلی خاص روی می‌دهد، مهم‌ترین عوامل قابل طرح در این رابطه، عبارت خواهند بود از:

- آیا نشت نفت در جایی رخ داده است که احتمال رسیدن آن به مناطق ساحلی وجود دارد؟ آیا نشت نفت در نزدیکی ساحل و یا تحت نفوذ جریان‌های آبی و شرایط بادی رخ داده و ازاین طریق، باعث افزایش احتمال تحت تاثیر قراردادن خط ساحلی شده است؟
- چه نوع خطوط ساحلی در این زمینه در معرض آلودگی نفتی قرار گرفته‌اند؟
- خطوط ساحلی، چقدر تا عرصه‌های مسکونی فاصله دارند؟
- جمعیت ساکن برای خطوط ساحلی یا منابعی که ممکن است تحت تاثیر آلودگی نفتی قرار گیرند، تا چه اندازه ارزش قائل هستند؟

درجه‌ی حساسیت مناطق متاثر از نشت نفت: هنگام وقوع نشت نفت در نزدیکی خط ساحلی و یا منبعی بالقوه حساس، اثربخش‌ترین رویکرد هزینه‌ای برای عملیات پاکسازی، سرمایه‌گذاری در تامین تجهیزات، پرسنل و انرژی برای دورنگاهداشتن نفت از خط ساحلی و یا منبع حساس است. تجربیات پیشین نشان می‌دهند که در حوادث نشت نفت که باعث پیامدهایی بر خط ساحلی می‌شوند، حدود ۹۰ تا ۹۹ درصد از هزینه‌های پاکسازی و احیا به رویه‌های پاکسازی خط ساحلی مربوط می‌شود. دور نگاهداشتن نفت از منبع حساس به‌وسیله‌ی ایجاد سدی شناور با استفاده از روش‌های احیای مکانیکی یا انتشار مواد شیمیایی، محتاطانه‌ترین راهبرد از جهات چشم‌اندازهای مالی و حفظ محیط‌زیست است. البته، واکنش نهادهای هماهنگ کننده

1- Resources at Risk

shaghool.ir

و مسوولین محلی، براساس ارزیابی دقیق روش‌های مختلف پاکسازی برای انتخاب بهترین روش با توجه به شرایط آب و هوایی، جمعیت‌های حیات وحش حساس و عوامل ایمنی انسانی در هر مرحله از عملیات است.

علی‌الاصول، هزینه‌ای که باید از سوی آلوده‌کننده پرداخت شود، در دیدگاه‌های مسوولین دولتی که عهده‌دار وظیفه‌ی مدیریت عملیات نشت نفت هستند، چندان با اهمیت تلقی نمی‌شود. باوجود این، ازآنجا که هزینه‌ی مالی و درجه‌ی پیامد محیط‌زیستی معمولا به‌طور مستقیمی دارای همبستگی هستند، بیش‌تر تصمیم‌های محیط‌زیستی درباره‌ی رویه‌های پاکسازی با افزایش هزینه‌های مالی، کنارگذارده می‌شوند.

عوامل آغشتگی خط ساحلی به نفت: همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، پر هزینه‌ترین بخش از عملیات پاکسازی آلودگی نفتی دریا، مربوط به پاکسازی خط ساحلی است که ممکن است، ۹۰ تا ۹۹ درصد از کل هزینه‌های پاکسازی را به‌خود اختصاص دهد. زیرا نیازمند به‌کارگیری بیش‌ترین نیروی انسانی بوده و بسیار وقت‌گیر است. هنگام وقوع حوادث نفتی، گروه پاکسازی ممکن است اقدامات مختلفی را برای جلوگیری از رسیدن نفت به ساحل و آلودگی خط ساحلی، انجام دهند. اقدامات مختلفی نظیر پخش‌کننده‌ها (درصورت عدم مغایرت با قوانین و مقررات محلی موجود) ویا روش‌های مکانیکی فراساحلی و غیره برای جلوگیری از ورود لکه‌های نفتی به خط ساحلی در این زمینه، کاربرد دارند. به‌سبب افزایش آگاهی از پیامدهای اکولوژیکی تاکتیک‌های پاکسازی خطوط ساحلی، تمایل به استفاده از روش‌های دستی‌تر به‌جای استفاده از ماشین‌آلات سنگین‌تر و یا شستشو با آب گرم، بیش‌تر شده‌است. حتی گاهی گزینه‌های پاکسازی طبیعی در محل‌های ساحلی با جدیت بیش‌تری بررسی می‌شوند.

براساس فاصله‌ی محل نشت نفت تا خط ساحلی، حوادث نفتی را می‌توان به سه دسته‌ی فراساحلی، نزدیک به ساحل (در فاصله ۵ کیلومتری از خط ساحلی) و بندرگاه تقسیم کرد. در جداول زیر، هزینه‌های پاکسازی خطوط ساحلی برحسب طول ساحل آلوده شده و نیز باتوجه به موقعیت مکانی آن‌ها نسبت به ساحل، ارائه شده‌اند.

جدول ۳-۲- هزینه‌ی پاکسازی خط ساحلی بر حسب طول ساحل آلوده شده (دلار سال ۲۰۱۷)

طول ساحل آلوده شده (km)	هزینه‌ی پاکسازی (آمریکا - دلار بر لیتر)	هزینه‌ی پاکسازی (میانگین جهانی - دلار بر لیتر)
۰-۱	۳/۲۲	۶/۲۱
۲-۵	۷/۳۱	۷/۰۷
۸-۱۵	۱۲/۸۶	۷/۱۷
۲۰-۹۰	۱۸/۵۱	۸/۰۷
۱۰۰	۳۳/۳۲	۱۳/۹۰
۵۰۰	۶۳/۴۱	۲۰/۰۷

جدول ۳-۳- هزینه‌ی پاکسازی برحسب موقعیت حوادث نفتی نسبت به خط ساحل (دلار سال ۲۰۱۷)

موقعیت حادثه	هزینه پاکسازی (آمریکا - دلار بر لیتر)	هزینه‌ی پاکسازی (میانگین جهانی - دلار بر لیتر)
فراساحل	۸/۳۹	۹/۹۹
نزدیک ساحل	۳۰/۵۹	۲۷/۳۹
بندرگاه	۴۱/۵۹	۲۴/۰۱

shaghool.ir

نتایج جدول فوق نشان می‌دهد که هزینه‌ی پاکسازی آلودگی نفتی در نزدیکی ساحل، حدود سه برابر هزینه‌های پاکسازی در فراساحل است. زیرا با افزایش احتمال رسیدن نفت نشت‌یافته به خط ساحلی و آلوده‌ساختن آن، پاکسازی محل آلودگی مستلزم صرف وقت و هزینه‌های بیش‌تری است.

اختلاف‌های منطقه‌ای در هزینه‌ها: شاید مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده‌ی هزینه‌های پیامد و واکنش در برابر لکه‌های نفتی، موقعیت جغرافیائی وقوع آن‌ها است. نزدیکی یک لکه‌ی نفتی به مکان‌های حساس از نظر محیط‌زیستی، اقتصادی و سیاسی به مقدار زیادی بر هزینه‌های واکنش اثرگذار است. رژیم سیاسی مربوط به مکان جغرافیایی که درآن نشت نفت روی داده است، تعیین کننده‌ی استانداردهای مربوط به «مقدار پاکسازی مورد نیاز» است. گزینه‌های مربوط به روش‌های غیرمکانیکی یا همان شیوه‌های دستی پاکسازی، هزینه‌های نیروی انسانی، تجهیزات، تدارکات مربوط به واکنش، عوامل مربوط به بیمه، مسوولیت و جبران غرامت، همگی در این زمینه، متاثر از رژیم‌های سیاسی مناطق مختلف هستند. از این‌رو، هزینه‌ی عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی در مناطق مختلف دنیا، دارای تفاوت‌های معنی‌داری است. در جدول شماره‌ی (۳-۴)، میانگین تقریبی هزینه‌ها در قاره‌ها و برخی کشورهای شاخص، ارائه شده است.

میانگین نشت نفت در ایالات متحده‌ی آمریکا، از هزینه‌ای معادل ۱۶ دلار برای هر گالن و یا ۵۰۴ دلار آمریکا برای هر بشکه نفت برخوردار است. این هزینه شامل پاکسازی و خسارات مربوطه است.

جدول ۳-۴- میانگین تقریبی هزینه‌ی عملیات پاکسازی در قاره‌ها و کشورهای مختلف (دلار سال ۲۰۱۷)

منطقه	کشور	هزینه‌های پاکسازی (دلار بر لیتر)	منطقه	کشور	هزینه‌های پاکسازی (دلار بر لیتر)
آمریکای شمالی	آمریکا	۳۱/۲۶		فرانسه	۲/۸۱
	کانادا	۷/۹۴		فنلاند	۲/۵۸
	میانگین هزینه	۲۴/۱۸		میانگین هزینه	۱۳/۱۹
آمریکای لاتین	ونزوئلا	۱۴/۴۱	خاورمیانه	اسرائیل	۲/۸۲
	برزیل	۶/۸۳		امارات متحده‌ی عربی	۰/۷۷
	آرژانتین	۲/۸۲		میانگین هزینه	۱/۲۹
	شیلی	۱/۱۱	اقیانوسیه	استرالیا	۷/۳۱
	میانگین هزینه	۳/۷۳		نیوزیلند	۳/۴۱
آفریقا	مصر	۵/۴۰		میانگین هزینه	۶/۹۵
	آفریقای جنوبی	۳/۵۶	آسیا	مالزی	۹۳/۶۰
	نیجریه	۲/۱۶		ژاپن	۴۲/۲۴
	میانگین هزینه	۳/۸۶		کره‌ی جنوبی	۱۵/۶۴
اروپا	نروژ	۲۸/۲۰		هنگ کنگ	۵/۴۳
	دانمارک	۱۳/۶۵		فیلیپین	۰/۸۳
	بریتانیا	۳/۷۶		میانگین هزینه	۳۳/۵۵

حجم آلودگی: ازآنجا که درحوادث نفتی هزینه‌های تدارکات، حمل و نقل، پشتیبانی و نظارت بر پاکسازی، تقریبا یکسان و اغلب، مستقل از حجم آلودگی است، با افزایش حجم آلودگی نفتی دریایی، هزینه‌های تمام شده‌ی عملیات پاکسازی به‌ازای واحد حجم نفت نشت یافته، کاهش خواهد یافت. چنین هزینه‌هایی درقالب جدول شماره‌ی (۳-۵) ارائه شده‌اند:

shaghool.ir

جدول ۳-۵- هزینه‌ی پاکسازی برحسب واحد حجم نفت نشت‌یافته (دلار سال ۲۰۱۷)

حجم نفت نشت یافته (لیتر)	هزینه‌ی پاکسازی (دلار بر لیتر)
۳۷۹ -۳.۷۸۵	۹۵/۰۵
۳.۷۸۵ -۱۸.۹۲۵	۳۷/۸۷
۱۸.۹۲۵-۳۷.۸۵۰	۱۳/۰۴
۳۷.۸۵۰-۳۷۸.۵۰۰	۱۱/۹۱
۳۷۸.۵۰۰-۱.۸۹۲.۵۰۰	۷/۷۹
۱.۸۹۲.۵۰۰-۳.۷۸۵.۰۰۰	۴/۴۹
۳.۷۸۵.۰۰۰ -۳۷.۸۵۰.۰۰۰	۲/۸۹
بیش‌تر از ۳۷.۸۵۰.۰۰۰	۰/۴۳

به‌طور خلاصه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پاکسازی آلودگی‌های نفتی ناشی از نشت و راهیابی آن به مناطق دریایی، بسیار پرهزینه است. انجام واکنش‌های اثربخش، بدون برنامه‌ریزی و پایش دقیق و نیز دراختیار داشتن شمار بزرگی از کارکنان به‌خوبی آموزش دیده و مصالح و تجهیزات موثر در این زمینه، ناممکن است. در مواردی که واکنش‌های درقبال حوادث نفتی ناقص انجام شوند و یا لکه‌های نفتی بر منابع حساس، اثر منفی داشته باشند، خسارات حاصله ممکن است با افزایش بیش‌تری مواجه شوند.

پیامدهای هزینه‌ای راهبرد پاکسازی: راهبرد پاکسازی هم نقش مهمی در تعیین هزینه‌های پاکسازی دارد. به‌ویژه، استفاده از پخش‌کننده‌ها تاحدود زیادی باعث کاهش هزینه‌های کلی پاکسازی می‌شود (اتکین، ۱۹۹۸a). چنین کاهش هزینه‌ای را می‌توان به هزینه‌های کم‌تر نیروی انسانی نسبت داد. چرا که کارکنان کم‌تری در زمانی کوتاه‌تر مورداستفاده قرار می‌گیرند و درعین‌حال، پیامدهای حاصله بر خطوط ساحلی نیز کم‌تر خواهند بود. حتی به‌طور کلی، به تجهیزات کم‌تری نیاز وجود دارد. برعکس درهنگام استفاده از روش‌های پاکسازی دستی در مقایسه با روش پخش‌کننده‌ها، هزینه‌های نیروی انسانی به‌صورت چشمگیری افزایش پیدا می‌کنند. داده‌های هزینه‌ای مربوط به بیش از ۲۰۰ حادثه‌ی بروز لکه‌ی نفتی در مطالعه‌ی اتکین (۲۰۰۰) مورد تحلیل واقع شده و به برآوردهایی دررابطه با هزینه‌های اجرای هریک از شیوه‌های پاکسازی منجر شده است. در جدول شماره‌ی (۳-۶)، هزینه‌ی روش‌های متداول پاکسازی با یکدیگر مقایسه و ارائه شده‌اند.

جدول ۳-۶- مقایسه‌ی هزینه‌ی پاکسازی لکه‌های نفتی در روش‌های مختلف (دلار سال ۲۰۱۷)

تکنیک پاکسازی	میانگین هزینه‌ی پاکسازی دلار/تن	میانگین هزینه‌ی پاکسازی دلار/لیتر
- فقط پخش‌کننده‌ها	۲،۹۶۶/۲۰	۲/۶۶
- پخش‌کننده‌ها در مراحل اولیه	۳،۴۷۲/۱۲	۳/۱۲
- پخش‌کننده‌ها در مراحل ثانویه و سوم	۱۹،۳۲۷/۲۲	۱۷/۳۷
- فقط سایر روش‌ها (بدون پخش‌کننده‌ها)	۱۷،۳۸۵/۱۱	۱۵/۶۳

یکی از نکات اساسی در رابطه با جنبه‌های اقتصادی عملیات مربوط به واکنش (مانند احیای مکانیکی، کاربرد پخش‌کننده‌ها، سوزاندن درجای نفت، احیای طبیعی و غیره)، موضوع اثربخشی هزینه‌ای است. این موضوع هم برای

shaghool.ir

دست‌اندرکاران عملیات واکنش (سازمان بنادر و دریانوردی) و هم عملیات احیا (سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست و شیلات)، از اهمیت زیادی برخوردار است. دستیابی به اطلاعات موثق در مورد هزینه‌های واکنش و اثربخشی گزینه‌های مختلف واکنش، در گذشته امر دشواری تلقی می‌شد و هنوز هم در مواردی، کار ساده‌ای نیست. از زمانی که کسب مجوزهای قانونی اولیه برای استفاده از مواد پخش‌کننده و حتی سوزاندن درجای نفت در بسیاری از کشورها و به‌ویژه آمریکا، اجباری شده است، توجه به انتخاب عملیات واکنش از میان گزینه‌های مختلف نیز از اهمیت زیادی برخوردار شده است. این درحالی است که انتظارات مردم و مسوولین مربوطه درباره‌ی حذف لکه‌های نفتی و احیای مناطق خسارت دیده به طرز موثر، نیاز به داشتن اطلاعات بهتر برای تصمیم‌سازی درمورد واکنش و احیا را بیش‌تر کرده است.

جدول ۳-۷- مقایسه‌ی اثربخشی روش‌های پاکسازی

روش پاکسازی	اثربخشی (درصد)
مواد پخش کننده	۸۰-۹۰
سوزاندن درجا	۹۰-۹۸
مهار و بازیافت مکانیکی	۱۰-۲۰
طبیعی	حداکثر ۹۰ در شرایط مناسب
حذف دستی	متغیر

کلید کاهش کلی هزینه‌های مالی نشت نفت، کاهش خسارات محیط‌زیستی، اقتصادی و آسیب‌های وارده به دارایی‌ها است. بهترین راهبرد برای کاهش خسارات، حذف نفت تا جایی که ممکن است و پیشگیری از اثرگذاری نفت نشت یافته بر خطوط ساحلی و سایر اماکن حساس است. پس باید واکنش در برابر نشت نفت، سریع و اثربخش باشد. تجربیات طولانی پیشین در زمینه اقدام در برابر لکه‌های نفتی نشان داده‌اند که زمان، آمادگی قبلی، کارکنان ماهر و دوره دیده، برنامه‌ریزی مناسب و واقع‌بینانه برای شرایط اضطراری که درآن نفرات و منابع (امکانات) برای انجام عملیات هماهنگ شوند، کلید کاهش خسارات و در نتیجه هزینه‌های مربوطه است. البته، به‌روز رسانی برنامه‌های آموزشی کارکنان، تجهیزات و برنامه‌ریزی شرایط اضطراری نیز از اهمیت زیادی برخوردار است.

۳-۲-۳- دسته‌بندی اقلام هزینه‌ای عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی

ارزیابی انواع خسارات ناشی از نشت نفت، مستلزم دراختیار داشتن چارچوبی برای ارزیابی ماهیت خسارات و نیز گردآوری اطلاعات لازم درباره‌ی ابعاد هزینه‌ای خسارات بالقوه است. از نقطه نظر جامعه، هزینه‌های مرتبط با خسارات نشت نفت هم دارای ابعاد خصوصی و هم ابعاد اجتماعی است. هزینه‌های خصوصی متوجه فرد یا بنگاهی است که با عملیات تولید یا انتقال نفت و ترکیبات نفتی سر و کار دارد و هزینه‌های خارجی نیز به طرف‌های ثالث مانند دولت، قربانیان و منابع طبیعی مربوط می‌شود که در نهایت، هزینه‌های اجتماعی تلقی می‌شود. البته باید تاکید کرد که از نقطه‌نظر جامعه، همه‌ی هزینه‌های خارجی نشت نفت همان هزینه‌های اجتماعی هستند. چنین هزینه‌هایی گویای منابع واقعی هستند که در صورت استفاده از آن‌ها در جایی دیگر و یا به‌صورتی دیگر، باعث ایجاد فایده‌ی اجتماعی می‌شوند.

shaghool.ir

ضمنا، همه‌ی هزینه‌های خصوصی نشت یک حادثه‌ی نفتی، به‌غیر از خسارات حاصل از مجازات نقدی و کیفری، هم هزینه‌های اجتماعی هستند. خسارات ناشی از مجازات به صورت‌های نقدی و یا کیفری، غیر از مواردی که برای جبران خسارات وارده به طرف سوم تعیین می‌شوند، باعث انتقال دارایی‌ها از یک طرف (بنگاه‌ها) به طرف دیگر (دولت) می‌شود. این قبیل خسارات دارای کاربرد بازدارنده یا تعذیری بوده و آن‌ها را نمی‌توان در گروه هزینه‌های اجتماعی قرارداد.

اگرچه، هر حادثه‌ی نشت نفتی قابلیت ایجاد چنین هزینه‌هایی را به‌صورت بالقوه دارد، ولی گاهی ممکن است برخی از حوادث نشت نفت، هزینه‌ای را به‌دنبال نداشته باشد و یا هزینه‌های احتمالی، بسته به شرایط تغییرات زیادی داشته باشند. ازاین نظر، دسته‌بندی ارائه شده در این بخش نیز ممکن است بسته به نوع حادثه، کاربردهای متفاوتی داشته باشد. هزینه‌ی انتشار نفت در نهایت، بستگی به عوامل زیادی دارد. عواملی نظیر نوع نفت، الگوهای آب و هوایی در زمان نشت نفت، نزدیکی به صنعت، گردشگری، تفرج و عرصه‌های حساس از نظر محیط‌زیستی در این زمینه اهمیت دارند. از آنجا که نفت میل زیادی به پراکنده شدن در آب دارد، هزینه‌های مرتبط با نشت‌های کوچک مقیاس، قابل صرفه‌نظر کردن هستند. از آنجا که اغلب نشت‌های کوچک نفت را می‌توان به سادگی محدود کرد و یا خود به خود، پراکنش می‌یابند، آسیب کمی وارد می‌سازند. حتی لکه‌های بزرگ نفتی هم، اگر به سواحل و مناطق حساس نزدیک نشوند، دارای پیامدهای اندک و قابل چشم پوشی خواهند بود.

در این بخش، سعی شده است تا دسته‌بندی کامل و نظام‌مندی از عناوین و رئوس هزینه‌ای دراختیار قرار گیرد. هریک از عناوین هزینه‌ای به تفکیک خصوصی و خارجی (اجتماعی) را می‌توان در چارچوب زیر دسته‌بندی کرد:

- هزینه‌های خصوصی

- خسارت وارده به تاسیسات و تجهیزات نفتی
- هزینه‌های کنترلی برای توقف یا کاهش انتشار نفت (نصب کلاهک برای انسداد فوران نفت، پخش کننده‌ها، سوزاندن کنترل شده‌ی نفت)
- هزینه‌های پاکسازی از سوی طرف‌های مسوول
- نفت از دست رفته
- هزینه دادرسی

- هزینه‌های خارجی (اجتماعی)

- از دست رفتن عمر و آسیب به نیروی کار
- هزینه‌های کنترلی برای توقف یا کاهش انتشار نفت (نصب کلاهک برای انسداد فوران نفت، پخش کننده‌ها، سوزاندن کنترل شده‌ی نفت)
- هزینه‌های پاکسازی تحمیل شده به نهادهای دولتی

shaghool.ir

- هزینه‌ی ترمیم زیرساخت‌های عمومی
- درآمد ازدست رفته کسب و کار تحت تاثیر قرارگرفته (صید ماهی، گردشگری و ...)
- ارزش از دست رفته‌ی مصرف‌کننده به‌دلیل تغییر در خرید و یا رفتارها
- خسارات وارده به منابع طبیعی
- هزینه‌ی دادرسی (هم از سوی دولت و هم از سوی قربانیان)

مطابق با اتکین، فهرست کاملی از عناوین و اقلام هزینه‌ای مرتبط با هزینه‌های عملیات پاکسازی تهیه شده و در جدول زیر ارائه گردیده است.

جدول ۳-۸- اقلام هزینه‌ای عملیات پاکسازی

رئوس اصلی هزینه‌های پاکسازی	اقلام هزینه‌ای هر یک از بخش‌های عملیات پاکسازی
هزینه‌های مربوط به حوادث نفتکش‌ها	ارزش نفت از دست‌رفته
	ارزش نفتکش از بین‌رفته
	تعمیرات نفتکش
	امداد و نجات نفتکش
هزینه‌ی تهیه‌ی گزارش حادثه	هزینه‌های استانی/منطقه‌ای
	هزینه‌ی ملی
	هزینه‌ی بیمه‌گر
	هزینه‌ی صندوق بین‌المللی
هزینه‌های اولیه‌ی پاکسازی	مشاوره (برنامه‌ریزی راهبردی پاکسازی)
	هزینه‌های مرتبط با هماهنگ‌کننده در صحنه‌ی حادثه
	هزینه‌ی مرکز فرماندهی
	ارتباطات و مخابراتی
هزینه‌های مهار و بازیابی مکانیکی	عوارض اجاره‌ای سدهای شناور/اسکیمر
	نیروی کار (حقوق و مزایا)
	لباس حفاظتی و تجهیزات ایمنی کارکنان
	تدارکات (مانند خوراک، اقامت، آب آشامیدنی و بهداشت)
	تعمیر و جایگزینی تجهیزات
	استهلاک تجهیزات
	اجاره پمپ‌های مکنده
	ذخیره سازی/جداسازی نفت
	دفع نفت و پساب آلوده به نفت
	دریافت مجوز دفع پساب
هزینه‌های استفاده از مواد پخش‌کننده	دریافت مجوز استفاده از مواد پخش‌کننده
	خرید پخش‌کننده‌های شیمیایی
	عوارض اجاره‌ای برای استفاده از دستگاه‌های پخش‌کننده
	تعمیر و جایگزینی تجهیزات
	استهلاک تجهیزات
	نیروی کار (حقوق و مزایا)
	تدارکات (مانند خوراک، اقامت، آب آشامیدنی و بهداشت)
	لباس حفاظتی و تجهیزات ایمنی کارکنان

shaghool.ir

ادامه جدول ۳-۸- اقلام هزینه‌ای عملیات پاکسازی

رئوس اصلی هزینه‌های پاکسازی	اقلام هزینه‌ای هر یک از بخش‌های عملیات پاکسازی
هزینه‌های درمان‌های زیستی	دریافت مجوز استفاده از درمانگرهای زیستی
	مشاوره‌های تخصصی
	تهیه‌ی کودهای شیمیایی
	تهیه‌ی مخلوط میکروبی
	عوارض اجاره‌ای برای استفاده از تجهیزات مواد درمانگر زیستی
	نیروی کار (حقوق و مزایا)
	تدارکات (مانند خوراک، اقامت، آب آشامیدنی و بهداشت)
	لباس حفاظتی و تجهیزات ایمنی کارکنان
هزینه‌های مربوط به سوزاندن درجای نفت	دریافت مجوز برای سوزاندن درجای آلودگی‌های نفت
	مشاوره‌ی تخصصی
	تهیه‌ی سد ضدآتش شناور
	عوارض اجاره‌ای تجهیزات جرقه‌زن
	تعمیر و جایگزینی تجهیزات
	نیروی کار (حقوق و مزایا)
	تدارکات (مانند خوراک، اقامت، آب آشامیدنی و بهداشت)
	آزمایش‌های سنجش کیفیت هوا
	لباس حفاظتی و تجهیزات ایمنی کارکنان
هزینه‌های پاکسازی دستی خطوط ساحلی	نیروی کار (حقوق و مزایا)
	تدارکات (مانند خوراک، اقامت، آب آشامیدنی و بهداشت)
	لباس حفاظتی و تجهیزات ایمنی کارکنان
	عوارض اجاره‌ای تجهیزات سنگین
	تعمیر و جایگزینی تجهیزات
	استهلاک تجهیزات
	تجهیزات و مواد مصرفی
	پایش بلندمدت
هزینه‌های اضافی مربوط به هریک از روش‌های پاکسازی	آسیب‌دیدگی و اختلال در سلامت نیروی کار عملیات پاکسازی
	بیمه و جبران خسارت کارکنان
	آسیب‌های وارده مربوط به عملیات پاکسازی (مانند وارد آمدن خسارت به دارایی‌ها)
	روابط عمومی و ارتباط با رسانه‌ها
هزینه‌های احیای جمعیت حیات وحش	ساخت مرکز امداد و نجات حیات وحش
	خرید تعمیر و جایگزینی تجهیزات تجهیزات
	استهلاک تجهیزات
	وسایل اداری مصرفی (مانند شوینده‌ها، سرنگ‌های تغذیه)
	مواد غذایی لازم برای جانوران
	مشاوره‌های دامپزشکی
	امکانات دامپزشکی (مانند دارو، سرنگ)
	نیروی کار غیرداوطلب (حقوق و مزایا)
	پژوهش‌های ردیابی پس از انجام اقدامات امداد و نجات حیات وحش
ارزیابی خسارات وارده به منابع طبیعی	احیا (مانند بازکاشت گیاهان تالابی آسیب دیده، احیای جمعیت ماهیان)
	کاهش ارزش منابع طبیعی (کاهش خدمات ناشی از خسارات نشت نفت)
	ارزیابی خسارت (ارزشیابی کارشناسی خسارت نشت نفت)
	انجام پیمایش ارزش‌گذاری مشروط (تعیین ارزش‌های غیراستفاده‌ای منابع تحت تاثیر قرارگرفته)

shaghool.ir

ادامه جدول ۳-۸- اقلام هزینه‌ای عملیات پاکسازی

رئوس اصلی هزینه‌های پاکسازی	اقلام هزینه‌ای هر یک از بخش‌های عملیات پاکسازی
هزینه‌های پژوهش و بررسی	مشاوره‌های پژوهشی
	نیروی کار پژوهشی (حقوق و مزایا)
	تامین تجهیزات پژوهشی و هزینه‌های پیش‌بینی نشده
	پایش بلند مدت
	انتشار نتایج پژوهش‌های انجام شده
دعاوی مرتبط با خسارات اقتصادی و محیط‌زیستی وارده به دارایی‌ها	حق الوکاله‌ی مورد نیاز برای فرآیند دادرسی
	سایر هزینه‌های قانونی/دادرسی
	حل و فصل اختلافات حقوقی
جزای نقدی و کیفری	عوارض قانونی
	جزای نقدی جرائم
	جرائم مربوط به قصور در حین عملیات پاکسازی
	مجازات مدنی

بررسی پیامدهای غیرمحیط‌زیستی مربوط به نشت نفت نیز در برنامه‌های ارزیابی خسارات، از اهمیت زیادی برخوردار هستند. ممکن است در برخی موارد، هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی و درموارد دیگر پیامدهای مستقیم یا غیرمستقیم در محیط‌زیست و گاهی نیز هردو (هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی و پیامدهای محیط‌زیستی)، در معادلات ریسک برجسته شده و در طرف «عواقب و نتایج» قرارگیرند. در این رابطه موارد زیر از اهمیت بیش‌تری برخوردار هستند:

- خسارت به فعالیت‌های صیادی تجاری و ماهیگیری معیشتی و تفرجی که باعث مرگ و میر یا صدمه به موجودی ماهیان شده و به اختلال فعالیت‌های صیادی و ماهیگیری منجر می‌شوند؛
- آسیب دیدن بنادر که اختلال در آمد و شد شناورها و آلودگی تاسیسات بندری با نفت را به‌دنبال دارد؛
- خسارت به گردشگری و فعالیت‌های تفرجی دراثر آسیب‌دیدن سواحل، دارایی‌ها و پارک‌های ساحلی و سایر عرصه‌های تفرجی، دراثر راهیابی و انتشار نفت که منجر به نشت نفت در سواحل دریا و دیگر بخش‌های ساحلی و پارک‌ها و مناطق تفرجی می‌شود؛
- آسیب واردن شدن به فعالیت‌های فرهنگی بومی‌ها و آلوده شدن اراضی و منابع ساحلی تحت مالکیت جوامع محلی و بومی (اقوام مختلف) به نفت؛
- اختلال در فعالیت‌های آموزشی-طبیعت‌گردی مرتبط با تماشای حیات وحش، غواصی و شنا و فعالیت‌های دیگر دراثر راهیابی نفت به زیستگاه‌های طبیعی.

بخش مهمی از این پیامدها را می‌توان با توجه به از دست رفتن درآمدهای مبتنی بر تاخیرها و یا صدمات وارده به فعالیت‌های تجاری و غیرتجاری قابل ارزش‌گذاری پولی ازنظر پیامدهای کمی حاصله، کمی‌سازی کرد. سایر هزینه‌ها، به ویژه آنجا که به کمی‌سازی ارزش‌های فرهنگی بومیان مربوط می‌شود، بسیار دشوار است. گاهی باید پیامدها را به‌صورت کیفی ارزیابی کرد (نظیر آنچه درمورد مقیاس ۵ نمره‌ای شرح داده شد). بیش‌تر پیامدها، نسبتا کوتاه مدت بوده و منابع

shaghool.ir

اقتصادی ممکن است، ارزش اصلی خود را در مدت زمانی معین باردیگر به دست‌آورند. البته، برای برخی منابع دیگر، بازیابی ارزش پیامدهای نامطلوب، ممکن است در زمانی طولانی‌تر تحقق یابد.

برای تخمین هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی نشت نفت، برمبنای نوع محل، منابع در معرض خطر، نوع نفت و حجم نفت، مدل‌های مختلفی توسعه یافته‌اند. مثلا، «مدل ابتدایی تخمین هزینه‌های نشت نفت» (BOSCEM[1]) و بخش‌هایی از «ابزار تحلیلی اثربخشی هزینه‌ای واکنش در برابر نشت نفت» (OSRCEAT[2]) برای این منظور، کاربرد دارند که در بخش‌های بعدی، جزییات مربوطه دراختیار قرار خواهند گرفت.

در قالب واکنش در برابر هر حادثه یا سانحه‌ی نشت نفت، مجموعه‌ای از «اقدامات پاکسازی» مطرح هستند که بسته به بزرگی لکه‌ی نفتی، موقعیت مکانی، نوع نفت و روش واکنش، هزینه‌های زیادی را در بر خواهد داشت. عملیات واکنش در برابر نشت نفت، هزینه‌های گوناگونی نظیر تجهیزات، نیروی انسانی، پشتیبانی تدارکاتی، دفع پسماندها، پایش و نظارت دولتی در جریان فازهای مختلف عملیات واکنش و غیره را در بر می‌گیرد. مدل‌های BOSCEM و OSRCEAT، هزینه‌های واکنش به نشت نفت را برحسب عوامل مربوط به محل، نوع نفت، حجم نفت نشت یافته و اقدامات واکنشی مورد نیاز، برآورد می‌سازند.

تخمین‌های دقیق‌تری را می‌توان با استفاده از «تحلیل سرنوشت نفت» و خروجی‌های مسیر حرکت نفت و با کمک مدلسازی و تعیین مقدار منابع و زمان مورد نیاز برای انواع مختلفی از راهبردهای واکنش، به‌عمل آورد. هزینه‌های واکنش در خطوط ساحلی را می‌توان از روی الگوریتم‌های توسعه‌یافته براساس تحلیل واکنش‌های پیشین در برابر نفت و مقدار کار و منابع مورد نیاز برای برداشت لکه‌ی نفتی از انواع مختلف خطوط ساحلی، محاسبه کرد.

۳-۳- دستورالعمل‌های پیشنهادی

پیش از ارائه‌ی توضیحات تفصیلی‌تر در مورد چهار دستورالعمل پیشنهادی، لازم است تذکرات زیر دراختیار قرارگیرند:

- ماخذ ارقام پولی ارایه شده در دستورالعمل‌های پیشنهادی، عمدتا برحسب دلار آمریکا بوده و به سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۶ مربوط می‌شوند. برای به‌هنگام سازی آن‌ها، از «شاخص بهای مصرف کننده‌ی» آمریکا در طول سال‌های مختلف و تا سال ۲۰۱۷ و با استناد به گزارش‌های صندوق بین‌المللی استفاده شده است.
- بخشی از حوادث و سوانح منجر به آلودگی نفتی به آلوده‌کنندگان غیرایرانی در آب‌های سرزمینی دولت جمهوری اسلامی ایران مربوط بوده و از این‌رو توصیه می‌شود در محاسبات مربوط به خسارات اقتصادی وارده، صرفا از ارقام دلاری استفاده شوند.

1- Basic Oil Spill Cost Estimation Model
2- Oil Spill Response Cost Effectiveness Analytical Tool

shaghool.ir

- خسارت وارده از سوی آن دسته از حوادث منجر به آلودگی نفتی در مناطق دریایی و ساحلی با منشا ملی، باید برحسب ریال برآورد شده و در دعاوی حقوقی مورد استناد قرار گیرند. برای تبدیل دلار به ریال در این زمینه، می‌توان از گزارش شاخص‌های اقتصادی بانک مرکزی در رابطه با نرخ برابری ریال با دلار آمریکا استفاده کرد. از این‌رو از حاصل‌ضرب این عدد در ارقام دلاری خسارات می‌توان معادل ریالی آن‌ها را محاسبه کرد.

۳-۳-۱- برآورد هزینه‌های پاکسازی با استفاده از ضرایب تصحیح

در روش ساده‌ی «برآورد هزینه‌های پاکسازی با استفاده از ضرایب اصلاحی»، همه‌ی اقلام مندرج در فهرست هزینه‌های پاکسازی و براساس سناریوهای مختلف احتمالی، به‌عنوان مبنای محاسبات در نظر گرفته می‌شوند. برای این منظور، از رابطه‌ی زیر برای برآورد هزینه‌ی پاکسازی آلودگی نفتی برای سناریوی i استفاده می‌شود.

$$C_{ui} = C_{li}.t_i.o_i.m_i.s_i$$

$$C_{li} = r_i l_i C_n$$

$$C_{ei} = C_{ui}.A_i$$

عناوین هریک از متغییرها در این روابط عبارتند از:

C_{ui}: هزینه‌ی واکنش در مقابل نفت نشت‌یافته به‌ازای هرواحد برای سناریوی i

C_{li}: هزینه‌ی هر واحد نفت نشت‌یافته برای سناریوی i

C_n: هزینه‌ی کلی هر واحد از نفت نشت‌یافته در کشور n

C_{ei}: هزینه‌ی کل برآوردی برای واکنش با سناریویi

t_i: عامل اصلاحی مربوط به نوع نفت برای سناریوی i

o_i: عامل اصلاحی آغشتگی به نفت خط ساحلی برای سناریوی i

m_i: عامل اصلاحی روش پاکسازی آلودگی نفتی برای سناریوی i

s_i: عامل اصلاحی اندازه‌ی لکه‌ی نفتی برای سناریوی i

r_i: عامل اصلاحی موقعیت منطقه‌ای آلودگی نفتی برای سناریوی i

l_i: ضریب اصلاحی موقعیت محلی آلودگی نفتی برای سناریوی i

A_i: مقدار نشت نفت مشخص شده برای سناریوی i

برای استفاده از روابط بالا، ابتدا باید هزینه‌های پاکسازی، C_n (هزینه‌ی عمومی هر واحد از حجم نفت نشت‌یافته) را محاسبه کرد. میانگین تقریبی هزینه‌ی عملیات پاکسازی در قاره‌ها و کشورهای مختلف، قبلا در جدول شماره‌ی (۳-۴) ارائه شدند.

shaghool.ir

عوامل و ضرایب تصحیح t_i ،o_i ،m_i ،s_i ،r_i نیز در جدول شماره‌ی (۳-۹) دراختیار قرار گرفته‌اند. ضریب تصحیح محلی l_i به هزینه‌های محلی بستگی دارد. مثلا، اگر هزینه‌های نیروی انسانی در محلی ۱۵٪ بیش از منطقه‌ی مرجع باشد، ضریب محلی، ۱/۱۵ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۳-۹- ضرایب اصلاحی هزینه‌های پاکسازی برحسب عوامل اثرگذار

عامل هزینه	ضریب اصلاحی
نوع نفت نشت‌یافته	
نفت خام سبک	۰/۳۲
نفت خام	۰/۵۵
نفت خام سنگین	۰/۶۵
سوخت شماره ۲ (دیزل)	۰/۱۸
سوخت شماره ۴	۱/۸۲
سوخت شماره ۵	۱/۸۲
سوخت شماره ۶	۰/۷۱
طول ساحل آلوده شده (Km)	
۰ تا ۱	۰/۴۷
۲ تا ۵	۰/۵۴
۸ تا ۱۵	۰/۵۴
۲۰ تا ۹۰	۰/۶۱
۱۰۰	۱/۰۶
۵۰۰	۱/۵۳
روش اولیه‌ی پاکسازی	
مواد پخش‌کننده	۰/۴۶
سوزاندن درجا	۰/۲۵
مکانیکی	۰/۹۲
دستی	۱/۸۹
پاکسازی طبیعی	۰/۱۰
اندازه‌ی لکه‌ی نفتی	
کم‌تر از ۳۴ تن	۲/۰۰
۳۴ تا ۳۴۰ تن	۰/۶۵
۳۴۰ تا ۱۷۰۰ تن	۰/۲۷
۱۷۰۰ تا ۳۴۰۰ تن	۰/۱۵
۳۴۰۰ تا ۳۴۰۰۰ تن	۰/۰۵
بیش از ۳۴ هزارتن	۰/۰۱
موقعیت مکانی آلودگی	
نزدیک به ساحل	۱/۴۶
بندرگاه	۱/۲۸
فراساحل	۰/۴۶

مدلی که در این قسمت ارائه شده، بسیار شبیه مدل تجربی NOAA (۱۹۸۳) است که بعدها از سوی اداره‌ی خدمات مدیریت معادن آمریکا (MMS) اصلاح شد. NOAA این مدل را براساس داده‌های گردآوری شده از حادثه‌ی نشت نفت آموکو کادیز نموده بود. در مدل اولیه فرض براین بود که کنترل لکه‌ی نفتی (برداشت و احیا) حدود ۱۵ درصد از کل هزینه‌های پاکسازی را دربر می‌گیرد و هزینه‌های پاکسازی خطوط ساحلی و برداشت نفت نیز ۸۵٪ هزینه‌ها را به خود

shaghool.ir

اختصاص می‌دهند. بعدها، MMS این مدل را با توجه به فاکتورهای اثرگذار بر هزینه‌ی کل و برمبنای درصدهای هریک از هزینه‌ها، اصلاح نمود. مثلا استفاده از پخش‌کننده‌ها باعث کاهش احتمالی هزینه‌ها تا ۱۰٪ خواهد شد. دمای آب ممکن است هزینه‌های برداشت را تا ۱۵٪ افزایش یا کاهش دهد. همچنین، نزدیکی به سازمان‌های واکنش موثر و تجهیزات واکنش نیز ممکن است هزینه‌ها را تا ۱۵٪ افزایش یا کاهش دهند. درعین‌حال، هزینه‌ی پاکسازی خطوط ساحلی نیز ممکن است تا ٪۴۵، بسته به نوع خط ساحل، تا ۲۰٪ بسته به هزینه‌های منطقه‌ای عملیات و تا ۱۰٪ بسته به انرژی امواج در دریا، افزایش یا کاهش را به دنبال داشته باشد.

۳-۳-۲- برآورد هزینه‌ها با استفاده از «مدل تخمین هزینه‌ی لکه‌های نفتی»

در «مدل ابتدایی تخمین هزینه‌ی لکه‌های نفتی[1]» (BOSCEM)، هزینه‌های پاکسازی، زیست‌محیطی و خسارات اقتصادی- اجتماعی برآورد و رابطه‌ی بین خسارات و نوع لکه‌ی نفتی مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای کاهش اثرات لکه‌های نفتی و برنامه‌ریزی واکنش دربرابر لکه‌های نفتی احتمالی، عوامل مختلف در قالب این روش، در نظر گرفته شده و با یکدیگر ادغام می‌شوند. این عوامل عبارتند از اثر حجم و اندازه‌ی لکه‌ی نفتی بر ارزش‌های اقتصادی- اجتماعی محدوده تاثیر پذیرفته، آسیب‌پذیری ذخایر آب شیرین، میزان حساسیت زیستگاه‌های حیات وحش و نیز نوع و موقعیت محدوده‌ی متاثر از آلودگی نفتی.

برای برآورد خسارات ناشی از نشت نفت در مدل BOSCEM، باید اطلاعات مختلفی در رابطه با نوع و حجم نفت، زمان وقوع نشت و غیره گردآوری شوند. براین اساس، اطلاعات ورودی مدل را می‌توان به شرح زیر، معرفی کرد:

- حجم نفت نشت‌یافته (برحسب گالن).
- هزینه‌های پایه‌ی پاکسازی با توجه به نوع نفت نشت‌یافته، روش پاکسازی و ارزش‌های اقتصادی- اجتماعی و محیط‌زیستی محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی
- ضریب تعدیل مربوط به ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی
- ضریب مربوط به نوع محیط محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی
- ضریب تعدیل مربوط به روش اولیه‌ی واکنش و میزان اثرگذاری آن
- ضریب تعدیل مربوط به آسیب‌پذیری ذخایر آب شیرین محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی
- ضریب تعدیل مربوط به حساسیت زیستگاه حیات وحش در محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی

برای محاسبه‌ی «**مجموع هزینه‌های عملیات پاکسازی**» باید سه مولفه‌ی: «هزینه‌های کل پاکسازی»؛ «کل هزینه‌های مربوط به خسارات اقتصادی و اجتماعی» و «هزینه‌های کل خسارات محیط‌زیستی» تعیین کرد.

1- Basic Oil Spill Cost Estimation Model

shaghool.ir

یعنی:

$$SCC = TCC + TECL + TEND$$

در این رابطه:

- مجموع هزینه‌های عملیات پاکسازی با SCC،
- هزینه‌های کل پاکسازی با TCC
- کل هزینه‌های مربوط به خسارات اقتصادی و اجتماعی با TECL
- کل هزینه‌های خسارات محیط‌زیستی با TEND

نشان داده شده است.

سایر متغییرهای مورد نیاز نیز از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

(۳-۱) هزینه‌های کل پاکسازی= مقدار نفت نشت‌یافته×ضریب تعدیل × میانگین هزینه‌ی پاکسازی هر بشکه نفت نشت‌یافته

(۳-۲)

کل هزینه‌های مربوط به خسارت اقتصادی و اجتماعی= مقدار نفت نشت‌یافته × ضریب تعدیل × میانگین هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی هر بشکه نفت نشت‌یافته

(۳-۳)

کل هزینه‌های خسارات زیست محیطی= مقدار نفت نشت‌یافته × ۰/۵ (ضریب تعدیل آسیب‌پذیری ذخایر آب شیرین + ضریب تعدیل حساسیت زیستگاه‌های حیات وحش) × میانگین هزینه‌های زیست‌محیطی هر بشکه نفت نشت‌یافته

برای تخمین هزینه‌ها در شرایط فقدان و یا عدم دسترسی به اطلاعات کافی، می‌توان از برآوردهای ارائه شده در جدول شماره‌ی (۳-۱۰) استفاده کرد. شایان ذکر است که هزینه‌های مربوط به خسارات زیست‌محیطی هر بشکه نفت را باید با توجه به نوع و حجم نفت نشت‌یافته برآورد کرد. برای به‌روزرسانی برآوردهای هزینه‌های دلاری متعلق به ایالات متحده‌ی آمریکا درسال انجام مطالعات پایه، از داده‌های مربوط به «شاخص بهای مصرف کننده» (CPI) متعلق به صندوق بین‌المللی پول در سال ۲۰۱۷ استفاده شده است.

جدول ۳-۱۰- هزینه‌های پاکسازی هر بشکه نفت برحسب دلار سال ۲۰۱۷

نوع نفت	حجم نفت ریخته شده (بشکه)	پاکسازی به روش مکانیکی (دلار)					پاکسازی با استفاده از مواد پخش‌کننده (دلار)		پاکسازی به‌روش سوزاندن درجا (دلار)	
		٪۰	٪۱۰	٪۲۰	٪۵۰		کم	زیاد	٪۵۰	٪۸۰
نفت سبک	کم‌تر از ۱۶	۱۳۶	۱۱۵	۹۵	۷۷		۴۹	۳۴	۳۵	۱۸
	۱۶ تا ۳۲	۱۳۳	۱۱۳	۹۲	۷۵		۴۸	۳۳	۳۴	۱۶
	۳۲ تا ۳۲۰	۱۳۲	۱۱۱	۹۱	۷۳		۴۶	۳۱	۳۳	۱۵
	۳۲۰ تا ۳۲۰۰	۱۱۸	۹۸	۸۰	۵۶		۳۵	۲۴	۲۴	۱۲
	۳۲۰۰ تا ۳۲ هزار	۱۰۰	۸۴	۶۷	۳۵		۲۳	۱۴	۱۴	۷
	بیش از ۳۲ هزار	۴۲	۳۵	۲۳	۱۶		۱۵	۸	۱۰	۴

shaghool.ir

ادامه جدول ۳-۱۰- هزینه‌های پاکسازی هر بشکه نفت برحسب دلار سال ۲۰۱۷

نوع نفت	حجم نفت ریخته شده (بشکه)	پاکسازی به روش مکانیکی (دلار)				پاکسازی با استفاده از مواد پخش‌کننده (دلار)		پاکسازی به‌روش سوزاندن درجا (دلار)	
		٪۰	٪۱۰	٪۲۰	٪۵۰	کم	زیاد	٪۵۰	٪۸۰
نفت سنگین	کم‌تر از ۱۶	۵۹۷	۵۲۴	۴۵۵	۴۲۱	۱۹۰	۱۲۱	۱۷۰	۸۷
	۱۶ تا ۳۲	۵۹۵	۵۲۳	۴۵۴	۴۲۰	۱۸۹	۱۱۹	۱۶۸	۸۶
	۳۲ تا ۳۲۰	۵۹۲	۵۲۱	۴۵۲	۴۱۸	۱۸۷	۱۱۸	۱۶۷	۸۴
	۳۲۰ تا ۳۲۰۰	۵۵۷	۴۸۷	۴۱۸	۳۶۳	۱۴۰	۸۴	۱۴۰	۶۹
	۳۲۰۰ تا ۳۲ هزار	۲۴۳	۲۰۹	۱۷۴	۱۴۰	۸۰	۷۳	۹۸	۵۶
	بیش از ۳۲ هزار	۱۱۸	۱۰۵	۹۱	۴۹	۷۲	۶۷	۷۶	۳۵
نفت خام متوسط	کم‌تر از ۱۶	۲۹۹	۲۷۰	۲۵۷	۲۰۸	۱۱۵	۷۲	۱۰۲	۶۵
	۱۶ تا ۳۲	۲۹۶	۲۶۸	۲۵۴	۲۰۵	۱۱۴	۷۱	۱۰۰	۶۴
	۳۲ تا ۳۲۰	۲۹۲	۲۶۵	۲۵۱	۲۰۲	۱۱۱	۶۹	۹۸	۶۲
	۳۲۰ تا ۳۲۰۰	۲۶۵	۲۵۱	۲۳۶	۱۸۷	۱۰۰	۴۲	۸۴	۴۲
	۳۲۰۰ تا ۳۲ هزار	۱۶۷	۱۶۰	۱۵۳	۱۲۵	۶۷	۳۹	۴۹	۲۲
	بیش از ۳۲ هزار	۱۲۵	۱۱۱	۱۰۳	۸۷	۷۹	۱۸	۳۰	۱۵
ترکیبات نفتی فرار	کم‌تر از ۱۶	--	۱۴۰	--	--	--	--	--	--
	۱۶ تا ۳۲	--	۱۳۹	--	--	--	--	--	--
	۳۲ تا ۳۲۰	--	۱۳۶	--	--	--	--	--	--
	۳۲۰ تا ۳۲۰۰	--	۷۵	--	--	--	--	--	--
	۳۲۰۰ تا ۳۲ هزار	--	۳۱	--	--	--	--	--	--
	بیش از ۳۲ هزار	--	۱۰	--	--	--	--	--	--

تذکر: نکات مهم برای استفاده از جدول:

- برآوردها براساس قیمت هر گالن در مدل فرضی اتکین و دیگران (۲۰۰۳)، با کمک ضریب تعدیل هزینه‌های پاکسازی و درصد کاهش آلودگی برآورد شده‌اند. مدل‌سازی به نوع نفت و مسیر پراکنش آن بستگی دارد (فرانسوا، مک کی و دیگران، ۲۰۰۲).
- هزینه‌های پاکسازی به روش مکانیکی، شامل بازیافت مکانیکی سطح آب، رفع آلودگی نفتی در خطوط ساحلی، تجهیزات، کنترل منبع و سد شناور محافظ هستند.
- هزینه‌های پاکسازی به روش مواد پخش کننده، شامل واکنش درسطح آب با استفاده از مواد پخش‌کننده، رفع آلودگی نفتی در خطوط ساحلی، تجهیزات، کنترل منبع و سدهای شناور محافظ هستند.
- کاهش آلودگی نفتی در خطوط ساحلی متناسب با درصد رفع آلودگی نفتی در سطح آب است. زیاد/کم بدان معنی است که رفع آلودگی با روش مواد پخش‌کننده برای سوخت سبک و نفت خام، ۴۰ تا ۸۰ درصد و برای نفت سنگین ۳۵ تا ۷۰ درصد می باشد.
- هزینه‌های سوزاندن نفت درجا، شامل هزینه‌ی عملیات سوزاندن نفت در دریا، طبق مطالعه‌ی آلن و فرک (۱۹۹۳) و نیز هزینه‌های پاکسازی خطوط ساحلی است.
- منظور از نفت سبک، نفت‌خام سبک و روغن‌های سبک است.
- منظور از نفت سنگین، نفت خام سنگین، روغن‌های روانکار، قیر و روغن سوخته است.

shaghool.ir

- منظور از نفت خام متوسط (غیر از موارد موسوم به نفت خام سبک یا سنگین)، سوخت‌های متوسط، موم‌ها، چربی حیوانات، سایر نفت‌ها، روغن‌های خوراکی، روغن‌های گیاهی غیرخوراکی و روغن‌های معدنی است.
- منظور از ترکیبات فراری، سوخت هواپیما، نفت سفید، سوخت شماره‌ی یک و میعانات نفت خام است.

جدول ۳-۱۱- هزینه‌های پایه‌ی اقتصادی- اجتماعی و محیط‌زیستی هر بشکه نفت به دلار سال ۲۰۱۷

نوع نفت	حجم آلودگی (بشکه)	هزینه‌ی پایه (دلار برای هربشکه)	
		اقتصادی- اجتماعی	محیط‌زیستی
ترکیبات نفتی فرار	کم‌تر از ۱۶	۸۸/۳	۶۵/۲
	۱۶ تا ۳۲	۳۵۹/۸	۶۱/۱
	۳۲ تا ۳۲۰	۵۴۳/۲	۴۷/۵
	۳۲۰ تا ۳۲۰۰	۲۴۴/۴	۴۰/۷
	۳۲۰۰ تا ۳۲ هزار	۱۲۲/۲	۲۰/۴
	بیش از ۳۲ هزار	۹۵/۱	۱۳/۶
نفت خام سبک	کم‌تر از ۱۶	۱۰۸/۶	۱۱۵/۴
	۱۶ تا ۳۲	۴۴۸/۱	۱۰۸/۶
	۳۲ تا ۳۲۰	۶۷۹/۰	۹۵/۱
	۳۲۰ تا ۳۲۰۰	۲۷۱/۶	۸۸/۳
	۳۲۰۰ تا ۳۲ هزار	۱۳۵/۸	۴۰/۷
	بیش از ۳۲ هزار	۱۲۲/۲	۳۳/۹
نفت خام سنگین	کم‌تر از ۱۶	۲۰۳/۷	۱۲۹/۰
	۱۶ تا ۳۲	۸۱۴/۷	۱۲۲/۲
	۳۲ تا ۳۲۰	۱۲۲۲/۱	۱۱۵/۴
	۳۲۰ تا ۳۲۰۰	۶۷۹/۰	۱۰۱/۸
	۳۲۰۰ تا ۳۲ هزار	۲۷۱/۶	۵۴/۳
	بیش از ۳۲ هزار	۲۳۷/۶	۴۷/۵
نفت خام متوسط	کم‌تر از ۱۶	۶۷/۹	۱۲۲/۲
	۱۶ تا ۳۲	۲۷۱/۶	۱۱۸/۱
	۳۲ تا ۳۲۰	۴۰۷/۴	۱۰۸/۶
	۳۲۰ تا ۳۲۰۰	۱۹۰/۱	۹۹/۱
	۳۲۰۰ تا ۳۲ هزار	۹۵/۱	۴۷/۵
	بیش از ۳۲ هزار	۸۱/۵	۴۰/۷

تذکر: برآوردها، براساس قیمت هر گالن در مدل فرضی اتکین و دیگران (۲۰۰۳) و با کمک ضریب تعدیل هزینه‌های پاکسازی و درصد کاهش آلودگی برآورد شده‌اند. مدل‌سازی به نوع نفت و مسیر پراکنش آن بستگی دارد (فرانسوا، مک کی و دیگران، ۲۰۰۲) و گزینه‌های قبلی با توجه به تاثیر نوع نفت بر اساس مشخصات موجود، (مانند مدل NOAA ADIOS برآورد شده‌اند.

shaghool.ir

جدول ۳-۱۲- ضریب تعدیل هزینه‌ی پاکسازی براساس نوع محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی

نوع محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی	ضریب تعدیل
آب آزاد/ساحل	۱
خاک/ماسه	۰/۶
سنگی/ صخره‌ای	۰/۵
تالاب	۱/۶
زمین جزر و مدی	۱/۴
علفزار	۰/۷
جنگل	۰/۸
تایگا	۰/۹
توندرا	۱/۳

تذکر: مقادیر ضریب، برحسب مقدار انتشار نفت، نفوذپذیری در عمق، درجه‌ی حساسیت محدوده‌ی تحت تاثیر قرارگرفته، کارکنان و تجهیزات مورداستفاده در عملیات پاکسازی، تغییر می‌نماید.

جدول ۳-۱۳- رتبه‌بندی و ضریب تعدیل ارزش‌های اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی

درجه‌ی ارزش	ویژگی‌های محدوده‌ی تحت‌تاثیر آلودگی نفتی	مصادیق	ضریب تعدیل
شدید	محدوده‌های دارای ارزش اقتصادی- اجتماعی بالا که با آلودگی نفتی، بالقوه مستعد آسیب‌های قابل توجه و درازمدت هستند.	محدوده‌های مرتبط با معیشت مردم (مانند مناطق حساس صید تجاری، مزارع پرورش آبزیان)	۲
بسیار بالا	محدوده‌های دارای ارزش اقتصادی- اجتماعی بالا که درصورت آلودگی نفتی، بالقوه مستعد آسیب‌های درازمدت هستند.	پارک‌های ملی، زون‌های گردشگری، مناظر طبیعی و مناطق تاریخی	۱/۷
بالا	محدوده‌های دارای ارزش اقتصادی- اجتماعی متوسط که درصورت آلودگی نفتی، بالقوه مستعد آسیب‌های درازمدت هستند.	زون‌های تفرجی، مناطق صید تفریحی، مزارع، چراگاه‌ها	۱
متوسط	محدوده‌های دارای ارزش اقتصادی- اجتماعی متوسط که درصورت آلودگی نفتی، بالقوه مستعد آسیب‌های کوتاه‌مدت هستند.	زون‌های مسکونی، بوستان‌های بیرون از شهر، حاشیه‌ی جاده‌ها	۰/۷*
کمپ	محدوده‌های دارای ارزش اقتصادی- اجتماعی کم که درصورت آلودگی نفتی، ممکن است در کوتاه‌مدت تحت‌تأثیر آلودگی قرار گیرند.	زون‌های صنعتی کوچک، مناطق تجاری، مناطق شهری	۰/۳
کم‌ترین ارزش	محدوده‌های دارای ارزش اقتصادی- اجتماعی کم که درصورت آلودگی نفتی، دچار آسیب کوتاه‌مدت و ناچیزی می‌شوند.	زون‌های صنعتی بزرگ، اماکن تخلیه‌ی پساب	۰/۱

تذکر:

- منظور از آسیب‌های درازمدت، اثرات ماندگار از چند ماه تا چند سال را می‌گویند که ماه‌ها تا سال‌ها پس از آلودگی نفتی، نسبتا غیرقابل بازگشت هستند.
- منظور از آسیب‌های کوتاه‌مدت، اثراتی را می‌گویند که چند روز تا چند هفته پس از وقوع حادثه، عموما قابلیت برگشت دارند.

shaghool.ir

جدول ۳-۱۴- ضریب تعدیل روش‌های پاکسازی و مقدار اثربخشی

روش پاکسازی	مقدار اثربخشی حذف نفت	ضریب تعدیل
بازیابی مکانیکی	٪۰	۱/۱۵
	٪۱۰	۱
	٪۲۰	۰/۸۵
	٪۵۰	۰/۵۵
مواد پخش‌کننده	نفت‌سبک، نفت‌خام، سوخت سبک، (کم) (٪۴۰)	۰/۴۵
	نفت‌های سبک، نفت‌خام، سوخت‌های سبک، (زیاد) (٪۸۰)	۰/۲۵
	نفت‌های سنگین، (کم) (٪۳۵)	۰/۴
	نفت‌های سنگین، (زیاد) (٪۷۰)	۰/۳۵
سوزاندن درجا	٪۵۰	۰/۵۵
	٪۸۰	۰/۲۵

تذکر:

- ضریب تعدیل براساس درصد کاهش گسترش نفت، آلودگی خطوط ساحلی و با توجه به روش پاکسازی، تعیین می‌شود.
- منظور از کم/زیاد، حذف نفت با استفاده از مواد پخش‌کننده برای سوخت‌های سبک و نفت‌خام ۴۰ تا ۸۰ درصد و برای نفت‌های سنگین ۳۵ تا ۷۰ درصد است (پوند و دیگران ۲۰۰۰).

جدول ۳-۱۵- ضریب تعدیل آسیب‌پذیری آب شیرین در محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی

دسته‌بندی ذخایر آب	ضریب تعدیل هزینه
ذخیره‌ی آب حیات‌وحش	۱/۷
آب آشامیدنی	۱/۶
کاربرد تفرجی	۱
کاربرد صنعتی	۰/۴
شاخه‌ی رودخانه‌های آب آشامیدنی و تفرجی	۱/۲
سایر موارد ذکر نشده	۰/۹

جدول ۳-۱۶- ضریب تعدیل حساسیت زیستگاه‌های حیات‌وحش در محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی

نوع زیستگاه	ضریب تعدیل
شهری/صنعتی	۰/۴
حاشیه‌ی جاده/حومه	۰/۷
رودخانه/نهر	۱/۵
تالاب	۴
کشاورزی	۲/۲
علفزار خشک	۰/۵
دریاچه/استخر	۳/۸
مصب رودخانه	۱/۲
جنگل	۲/۹
تایگا	۳
توندرا	۲/۵
سایر مناطق حساس	۳/۲

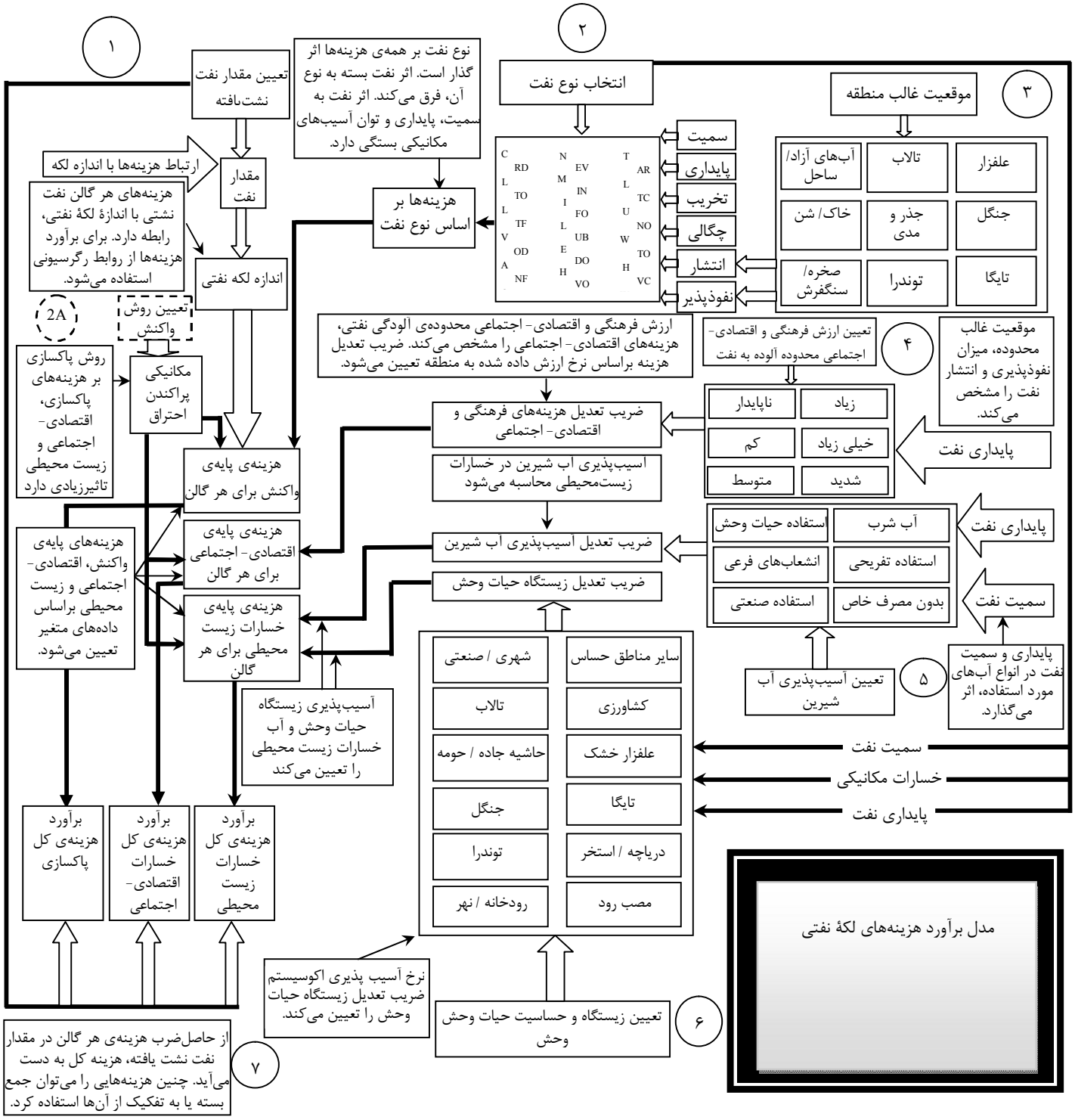
shaghool.ir

تذکر:

- اگر در محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی، زیستگاه‌های مختلفی وجود داشته باشد، زیستگاهی که دارای بیش‌ترین فراوانی باشد در نظر گرفته می‌شود. اگر در میان پراکنش زیستگاه‌ها رابطه‌ای وجود داشته باشد، گروهی که دارای بیش‌ترین حساسیت و آسیب‌پذیری است (بیش‌ترین ضریب تعدیل)، مورد انتخاب قرار می‌گیرد. همچنین می‌توان میانگین ضرایب زیستگاه‌ها را به‌عنوان روشی جایگزین انتخاب کرد.
- برای برآورد هزینه‌های موردنظر در این مدل، از اطلاعات مربوط به بیش از ۴۲۸۶۰ نشت نفتی کم‌تر از ۵۰ گالن روی داده در گذرگاه‌های آبی مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۲، استفاده شده‌است.
- برای تعیین ضرایب تعدیل، حوادث نفتی بر اساس نوع و حجم نفت نشت‌یافته و نیز ویژگی‌های عمومی محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی، طبقه‌بندی و تحلیل شده‌اند.
- هزینه‌های پاکسازی، خسارات اقتصادی- اجتماعی و زیست‌محیطی برمبنای شاخص قیمت مصرف‌کننده‌ی شهری و منطقه‌ای و تفاوت تورم سالیانه و بر اساس دلار سال ۲۰۰۲ تعیین شده است.

شکل زیر، ارتباط بین هزینه‌های لکه نفتی را با ضرایب تعدیل مختلف استفاده شده در مدل BOSCEM نشان می‌دهد.

shaghool.ir



شکل ۳-۱- روابط متقابل هزینه‌های لکهٔ نفتی و ضرایب تعدیل مربوطه

تذکر: شماره‌های داخل دایره‌ها ترتیب گام‌های کاربر را نشان می‌دهد.

shaghool.ir

۳-۳-۳- برآورد هزینه‌ها با استفاده از مدل ابزار تحلیلی اثربخشی واکنش با لکه‌های نفتی (OSRCEAT)

برای مقایسه‌ی هزینه‌ها و فواید واکنش (عملیات پاکسازی) در برابر حوادث منجر به نشت نفت، از روشی موسوم به «ابزار تحلیلی اثربخشی واکنش دربرابر نشت نفت[1]» OSRCEAT[2] استفاده می‌شود. این روش که به وسیله داگمار اشمیت اتکین (۲۰۰۵) ابداع و در قالب مقاله‌ای ارائه شده، ماخذ اصلی همه مطالب مرتبط با این روش (اعم از جداول و شکل ها)، بوده و در فهرست منابع پایانی آدرس دهی شده است، نوعی تحلیل هزینه-فایده‌ی گزینه‌های مختلف واکنش در هنگام رخدادهای منجر به تشکیل لکه‌های نفتی (به‌صورت فرضی یا واقعی)، است. با کمک چنین ابزاری، دست‌اندرکاران برای انجام برنامه‌ریزی اقدامات مناسب برای رویارویی با حوادث احتمالی، قادرخواهند بود که فرآیند تصمیم‌گیری و نیز روش‌های مختلف واکنش با لکه‌های نفتی را با دقت بیش‌تری مورد ارزیابی قراردهند. برای استفاده از این مدل باید رشته‌ای از محاسبات عددی مبتنی بر به‌کارگیری قلم، کاغذ و ماشین حساب و یا از طریق نرم‌افزاری مناسب برای این منظور را دنبال کرد.

پارامترهای ورودی مرتبط با عوامل مکانی و گزینه‌های مورد نظر برای واکنش، امکان لازم برای محاسبه‌ی هزینه‌های واکنش، هزینه‌ی محیط‌زیست (منابع طبیعی) و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی نفت نشت‌یافته را درقالب مدل OSRCEAT فراهم می‌سازد. برای این منظور، خسارات لکه‌های نفتی در دو وضعیت «با» و «بدون» پاسخ (اصلاحی که در اثر واکنش موردنظر است) واکنش داده می‌شوند. خسارات مربوط به پاسخ (واکنش) از اختلاف خسارات در دو حالت «با» و «بدون» انجام واکنش، کسر می‌شوند تا فواید پاسخ محاسبه شوند. پس از آن، هزینه‌ی محاسبه‌شده برای پاسخ با فایده‌ی واکنش مورد مقایسه قرار می‌گیرد. همچنین از این روش، می‌توان برای مقایسه‌ی گزینه‌های مختلف پاسخ و نیز فوایدبالقوه‌ی پاسخ‌ها (واکنش‌ها)ی احتمالی برای بیشینه‌کردن فایده‌ی واکنش، استفاده کرد. به‌بیان دیگر، این ابزار تحلیلی تصمیم‌سازی امکان مقایسه‌ی فواید و هزینه‌های نسبی مربوط به هریک از گزینه‌های مختلف واکنش ایجاد کرده و باعث می‌شود تا بتوان عوامل مختلف اثربخشی هزینه‌ای گزینه‌های مختلف عملیات واکنش را در تحلیل خالص فواید محیط‌زیستی لحاظ‌ساخت. با دراختیار داشتن اطلاعات خاص هر حادثه (یا سناریوی فرضی خاص) در رابطه با هزینه‌های واکنش (با روش‌شناسی مشخص)، کارآیی واکنش، پیامدهای محیط‌زیستی، پیامدهای اقتصادی و اجتماعی و اثربخشی هزینه‌ای، مسوولین مربوطه قادر خواهند بود تا گزینه‌های آگاهانه‌تری را طی عملیات واقعی واکنش انتخاب کنند. همچنین از این طریق، هزینه‌های بالقوه مربوط به گزینه‌های مختلف واکنش و نیز اثربخشی بالقوه راهبردهای واکنش در

1-
2- Oil Spill Response Cost-Effectiveness Analytical Tool

shaghool.ir

برابر حوادث مرتبط با لکه‌های نفتی، بهتر درک و ارزشیابی شده و به بهبود دقت و کیفیت برنامه‌ریزی اضطراری یا راهبردی در این زمینه، یاری می‌رسانند.

شایان ذکر است که پس از وقوع یک حادثه‌ی[1] نفتی باید در زمانی کوتاه و به‌صورت فوری، برنامه‌ریزی دقیقی برای گردآوری نفت نشت‌یافته انجام شود تا پیامدهای مخرب آن کاهش یافته و خسارات محیط‌زیستی به حداقل برسد.

مدل OSRCEAT غیر از برآورد هزینه‌های ناشی از خسارات نشت نفت، امکان ارزشیابی فهرستی از پرسش‌های زیر را نیز فراهم می‌سازد.

- پس از حذف نفت از سطح آب و با در نظر گرفتن رفتار آن (مانند تبخیر و پراکنش، شرایط غالب دمایی آب و باد، کارآیی واکنش مبتنی بر پخش نفت و زمان‌بندی واکنش)، چه مقدار نفت باقی خواهدماند؟
- برداشت نفت از سطح آب دارای چه پیامدهایی ازنظر منابع اقتصادی و اجتماعی بوده و این پیامدها تا چقدر هستند؟
- نفت موجود در خطوط ساحلی، چگونه پخش شده‌اند؟
- چه انواعی، چه مقدار و تا چه اندازه از خطوط ساحلی، تحت تاثیر قرار گرفته‌اند؟
- کدام منابع طبیعی واقع در خطوط ساحلی و تا چه اندازه، تحت تاثیر قرار گرفته‌اند؟
- عملیات واکنش در خطوط ساحلی دارای چه پیامدهایی بر منابع طبیعی این مناطق هستند؟
- عملیات واکنش در خطوط ساحلی تا چه اندازه خسارات نفتی را کاهش می‌دهد؟
- هزینه‌ی کل واکنش در برابر نفت نشت‌یافته به آب و خطوط ساحلی چقدر است؟
- هزینه‌ی کل خسارات وارده به منابع طبیعی موجود در دریا و خطوط ساحلی چقدر است؟
- هزینه‌ی کل خسارات وارده به منابع اقتصادی و اجتماعی مرتبط با دریا و خطوط ساحلی، چقدر است؟
- نسبت هزینه-فایده‌ی واکنش چقدر است؟

۳-۳-۳-۱- محدودیت‌های استفاده از مدل

ارزش‌ها و فرمول‌های استفاده شده برای برآورد هزینه‌ها، پیامدها، اثربخشی و فواید ابزار تحلیلی اثربخشی واکنش دربرابر نشت نفت، مبتنی بر داده‌های دردسترس مربوط به موارد واقعی نشت نفت، مطالعات میدانی، آزمون‌های آزمایشگاهی،

۱- براساس راهنمای استقرار و توسعه نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، و سیستم یکپارچه مدیریت وزارت نفت ۱۳۸۷، منظور از حادثه (Incident)، رخدادی است که باعث وارد شدن آسیب به سلامت، بروز بیماری، خسارت به سرمایه یا شخص ثالث و محیط‌زیست به‌صورت بالفعل و یا بالقوه می‌شود.

shaghool.ir

مشاهدات پاسخ‌دهندگان و پژوهشگران درباره‌ی نشت نفت و نیز مدلسازی لکه‌های نفتی فرضی است. بدین ترتیب، تقریب‌ها، برآوردها و میانگین‌گیری‌های بسیاری از هزینه‌ها و پیامدهای ذاتی در الگوریتم‌های ابزار به‌چشم می‌خورند.

درحقیقت، هر لکه‌ی نفتی را باید رخدادی ویژه و منحصر به فرد دانست که دارای مجموعه‌ی خاصی از شرایط مربوط به‌آن، است. این شرایط گاهی آنچنان خاص می‌شوند که ممکن است استفاده از OSRCEAT و یا هر مدل دیگری را منتفی سازند. از سوی دیگر، نتایج تحلیل هزینه‌فایده‌ی به‌دست آمده از استفاده از این مدل، هم به داده‌های ورودی بستگی دارد و هم به کاربرد الگوریتم‌های مدل. از یک سو خطای بالقوه‌ای که ممکن ست درمورد هر یک از عوامل مدل وجود داشته باشد و از سوی دیگر، ویژه بودن هر حادثه‌ی نفتی مشخص، گویای کاهش درستی در استفاده از چنین مدلی است. بدین ترتیب، OSRCET را باید ابزار کمکی در اقدامات واکنش در برابر نشت نفت و فرآیند تصمیم‌سازی مرتبط با برنامه‌ریزی شرایط اضطراری به‌شمار آورد و مبنای مناسبی را برای بحث درباره‌ی ارزشیابی و تحلیل گزینه‌های واکنش ایجاد می‌کند. براین اساس، استفاده از بهترین اطلاعات قابل دسترس برای یک نشت نفتی مشخص و توجه به راهنمایی‌های تجربی مسوولین واکنش در این زمینه، یک ضرورت به‌شمار می‌آید. بدون تردید، در بسیاری از حوادث منجر به نشت نفت و شکل‌گیری لکه‌های نفتی، حساسیت‌ها و ملاحظات خاصی در مورد منابع موردنظر وجود دارند که باید در گزینه‌های واکنش به آن‌ها توجه نمود.

۳-۳-۳-۲- داده‌های ورودی مورد نیاز

- در گام نخست باید برای محاسبه‌ی «هزینه‌ی واکنش در دریا» و «هزینه‌ی واکنش در خط ساحلی» تصمیم‌گیری کرد. از جمع بستن این دو نوع هزینه، «هزینه‌ی کل واکنش» به‌دست خواهد آمد.
- در گام دوم باید دررابطه با «خسارات منابع طبیعی» و «خسارات اقتصادی-اجتماعی» تصمیم‌گیری کرد. از جمع بستن این دو نوع خسارت، «خسارات کل» به‌دست خواهد آمد.
- درگام سوم، باید محاسبات زیر را انجام داد: «هزینه‌ی کل واکنش»؛ «هزینه‌ی خسارات» و «خسارات واکنش (خساراتی که دراثر عملیات واکنش ایجاد می‌شوند». پس از آن، «فواید واکنش» برمبنای واکنش‌های مشخص شده (در مقایسه با عدم انجام واکنش) محاسبه می‌شود. با استفاده از فواید واکنش است که می‌توان راهبردهای واکنش را موردمقایسه قرارداد.

داده‌هایی که برای متغییرهای مختلف باید در نظر گرفت، دو نوع هستند. یعنی، برای واردکردن داده‌ها یا باید ارزشی را برای برخی از متغییرها مشخص کرد و یا ارزشی را برای سایر متغییرها، *انتخاب* نمود. یعنی برای برخی از متغییرها (مانند مقدار نفت نشت‌یافته) باید ارزشی را مشخص و درمدل وارد کرد. برای سایر متغییرها، باید ارزشی را ازمیان رشته‌ای از انتخاب‌های موجود انتخاب کرد. مثلا، نوع نفت را به صورت «نفت متوسط» یا «نفت سبک» مشخص می‌کنند. برای بیش‌تر متغییرها، گزینه‌هایی به صورت پیش‌فرض وجود دارند و اگر برای آن‌ها ارزشی انتخاب شود، به‌صورت پیش فرض ارزشی در مدل در نظرگرفته خواهدشد. چنین ارزش‌های پیش‌فرضی در اختیار قرار خواهند گرفت.

shaghool.ir

فهرست داده‌های مورد نیاز برای ورود به مدل، در بخش زیر ارائه شده و شرح کوتاهی در مورد هریک از آن‌ها در اختیار قرار گرفته‌است.

- مقدار نفت راه‌یافته به دریا

برای این منظور، باید مقدار نفت نشت‌یافته را با واحدی مناسب مانند گالن[۱]/بشکه/تن/مترمکعب و غیره، مشخص کرد.

توجه: حداقل اندازه‌ی نشت نفت به‌صورت پیش‌فرض، درمدل، ۵۰۰ گالن (۱۱/۹ بشکه) است.

- نوع نفت

اطلاع داشتن درمورد نوع نفت نشت‌یافته دارای اهمیت است. در این مدل، انواع زیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند:

- بنزین
- سوخت هواپیما
- گازوییل
- نفت‌خام سبک
- نفت‌خام سنگین
- نفت‌خام متوسط
- سوخت شماره‌ی (۶)
- نفت سوختی متوسط (IFO)
- روغن روانکار

توجه: پیش فرض مدل، نفت‌خام متوسط است.

- روش پاکسازی بر روی آب

تعیین روش پاکسازی و واکنش با آلودگی نفتی بر سطح آب، عامل تعیین‌کننده‌ای است. حالت‌های ممکن در این زمینه، عبارتنداز:

- عدم اقدام برای مقابله
- پاکسازی به روش مکانیکی
- پاکسازی به روش سوزاندن

۱- همه‌ی محاسبات در داخل مدل برحسب گالن انجام می‌شوند. ولی می‌توان واحد بشکه (۱بشکه=۴۲ گالن)، تن (۱تن=۲۹۴ گالن)، مترمکعب (۱ مترمکعب= ۲۶۴/۲ گالن) را نیز انتخاب کرد. نتایج نهایی، نسبت‌های بدون بعد و واحد نشت هم غیرمادی است.

shaghool.ir

- روش استفاده از مواد پخش‌کننده.

توجه: حالت پیش فرض مدل؛ «عدم واکنش» است.

- فاصله تا ساحل

منظور فاصله‌ی لکه‌ی نفتی تا ساحل است و در این رابطه، حالت‌های زیر را می‌توان در نظر گرفت:

- نزدیک به ساحل
- کم‌تر از ۴/۸۲ کیلومتر (۳ مایل)
- ۴/۸۲ تا ۱۶/۱ کیلومتر (۳ تا ۱۰ مایل)
- ۱۶/۱ تا ۸۰/۴۷ کیلومتر (۱۰ تا ۵۰ مایل)

- کارآیی واکنش در برابر نشت نفت بر روی آب

در مدل OSRECAT، امکانی برای مشخص‌کردن کارآیی واکنش در آب و یا تخمین کارآیی واکنش براساس نوع نفت، انتخاب پوشش و ضخامت نفت شناور، زمان‌بندی واکنش، فاصله تاساحل و شرایط محیطی غالب، وجود دارد. به بیان دیگر، دو حالت ممکن است:

- مشخص کردن کارآیی واکنش براساس درصد حذف نفت (در این رابطه، پیش فرضی وجود ندارد) و یا
- انتخاب حالتی که خودِ برنامه، درصد حذف نفت را براساس زمان‌بندی واکنش، متغییرهای مربوط به شرایط نفتی شدن سطح آب و متغییرهای مربوط به شرایط محیطی غالب (که باید انتخاب و یا مشخص شوند)، برآورد کند.

زمان‌بندی واکنش: مشخص‌کردن زمان‌بندی واکنش برحسب ساعت (از ۱ تا ۹۶ ساعت) (پیش فرضی وجود ندارد).

منظور، زمانی است که برای آماده‌سازی تجهیزات و کارکنان برای اجرای عملیات واکنش در منطقه‌ی نزدیک به محدوده‌ی ساحلی آلوده‌شده، مورد نیاز است. برای لکه‌های نفتی دور از ساحل، زمان را باید برمبنای فاصله از ساحل، تعدیل کرد (افزایش داد).

- مدت زمان لازم برای فاصله‌ی کم‌تر از ۳ مایل (۴/۸۲ کیلومتر)= ۲ ساعت
- مدت زمان لازم برای فاصله‌ی بین ۳ تا ۱۰ مایل (۴/۸۲ تا ۱۶/۱ کیلومتر)= ۶ ساعت
- مدت زمان لازم برای فاصله‌ی ۱۰ تا ۵۰ مایل (۱۶/۱ تا ۸۰/۴۷ کیلومتر)= ۱۲ ساعت
- مدت زمان لازم برای فاصله‌ی بیش از ۵۰ مایل (حدود ۸۰ کیلومتر)= ۲۴ ساعت

شرایط آغشتگی سطح آب به نفت: در این رابطه، دو حالت متفاوت را باید متمایز کرد.

انتخاب پوشش سطحی نفت: که ممکن است به یکی از اشکال زیر باشد:

- پیوسته؛

shaghool.ir

- شکسته؛
- تکه‌تکه؛ و
- پراکنده و نامنظم.

در این قسمت، پیش‌فرضی درمدل وجود ندارد.

انتخاب ضخامت لایه‌ی نفتی: لایه‌ی نفتی را ازنظر ضخامت می‌توان به اشکال زیر دسته‌بندی کرد:

- نفت تازه (Fresh) (با ضخامت حداقل ۰/۱ میلی‌متر)
- درخشش رنگین‌کمانی (Rainbow Sheen) (با ضخامت ۰/۰۰۰۳ میلی‌متر)
- ورقه‌ی نقره‌ای (Silver Sheet) (ضخامت ۰/۰۰۰۱ میلی‌متر)
- کف‌آلود (Mousse) (آب پر ازکف: نفت به حالت امولسیون)
- غشای نازک (Film) (نازک‌تر از ۰/۰۰۰۱ میلی‌متر). (پیش فرض: نفت تازه)

نوع سطح آب: نوع سطح آب آلوده به نفت را باید انتخاب کرد:

- دریایی باز[1]
- آب شیرین باز[2]
- خور (مصب) باز[3]
- رودخانه‌ی بزرگ
- جریان آبی کوچک[4]
- دریاچه‌ی کوچک.

(پیش فرض: دریایی باز)

شرایط محیطی غالب: در این قسمت باید دمای آب و سرعت و جهت باد غالب را انتخاب کرد:

- انتخاب دمای آب:
  - ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (۴۱ درجه‌ی فارنهایت)
  - ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد (۵۰ درجه‌ی فارنهایت)
  - ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد (۶۸ درجه‌ی فارنهایت)؛ و
  - ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد (۸۶ درجه‌ی فارنهایت).

1- Open Marine
2- Open Fresh
3- Open Estuary
4- Small Stream

shaghool.ir

توجه: پیش فرش مدل، ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است.

- انتخاب بادهای غالب:
  - آرام (Calm-Light) (۲ kts[1])
  - متوسط (Moderate) (۱۵ kts)
  - شدید (Strong) (۲۵ kts)
  - تندباد (Gale) (۳۵ kts)

توجه: پیش فرض مدل، باد متوسط است.

- تعیین جهت باد غالب:

که ممکن است دارای حالات زیر باشد:

  - از دریا به ساحل و
  - از ساحل به دریا

توجه: پیش فرض مدل، از دریا به ساحل است.

- محدوده‌ی خطوط ساحلی تحت تاثیر

با استفاده از جدول زیر، امکان مشخص‌کردن مساحت (متر مربع) انواع مختلف خطوط ساحلی تحت تاثیر قرارگرفته، وجود دارد. برای این‌منظور، چند انتخاب برحسب نوع خط ساحلی و ضخامت نفت وجود دارد.

مشخص‌کردن محدوده‌ی ساحلی تحت تاثیر قرارگرفته: مساحت محدوده‌ی آلودگی نفتی (برحسب مترمربع) به‌تفکیک نوع خط ساحلی، ضخامت و پوشش نفت.

مساحت محدوده‌ی ساحلی تحت تاثیر را می‌توان به‌صورت کیلومتر هم وارد نمود. درصورت استفاده از کیلومتر، باید پهنای خط ساحلی را مشخص کرد. در این حالت، طول و عرض خط ساحلی به متر تبدیل شده (با ضرب کردن آن‌ها در ۱۰۰۰) و مساحت، برحسب مترمربع محاسبه خواهد شد.

۱- Knots، گره دریایی واحد سرعت وزش باد: ۱ گره دریایی معادل ۱ مایل دریایی بر ساعت یا ۱۸۵۲ متر بر ساعت است. ۱ گره دریایی حدود ۵ متر بر ثانیه می‌باشد.

shaghool.ir

جدول ۳-۱۷- داده‌های ورودی برای محدوده‌ی تحت تاثیر خطوط ساحلی

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز						
۲: صخره‌ای مرتفع						
۳: ماسه‌ای ریز						
۴: ماسه‌ای درشت						
۵: مخلوط سنگ و ماسه						
A ۶: ساحل سنگی						
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای						
۷: اراضی جزر و مدی باز						
A ۸: صخره‌ای بسته						
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته						
۹: اراضی جذر و مدی بسته						
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور						
B ۱۰: مرداب آب شیرین						
C ۱۰: باتلاق						
D ۱۰: مانگرو						

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

- نوع خط ساحلی (ESI)

در این قسمت باید نوع خط ساحلی را از میان گزینه‌های زیر انتخاب کرد:

- A ۱: صخره‌ای باز (Exposed Rocky)
- ۲: صخره‌ای مرتفع (Rocky Platform)
- ۳: ماسه‌ای ریز (Fine Sand)
- ۴: ماسه‌ای درشت (Coarse Sand)
- ۵: مخلوط سنگ و ماسه (Mixed Sand/Gravel)
- ۶A: ساحل سنگی (Gravel Beach)
- ۶B: ساختارهای واریزه‌ای (Riprap Structures)
- ۷: اراضی جذر و مدی باز (Exposed Tidal Flat)
- ۸A: صخره‌ای بسته (Sheltered Rocky Shore)
- ۸B: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته (Sheletred Solide Manmade)
- ۹: اراضی جذر و مدی بسته (Sheltered Tidla Flat)
- ۱۰A: مرداب‌های نمکی/شور (Salt/Brackish Marsh)

shaghool.ir

- ۱۰B: مرداب آب شیرین (Freshwater Marsh)
- ۱۰C: باتلاق (Swamp)
- ۱۰D: مانگرو (Mangrove)

در بخش زیر، تصاویر هریک از انواع سواحل، در اختیار گذارده شده‌اند.

ESI 1A: EXPOSED ROCKY

ESI 2: ROCKY PLATFORM

ESI 3: FINE SAND

ESI 4: COARSE SAND

ESI 5: MIXED SAND/GRAVEL

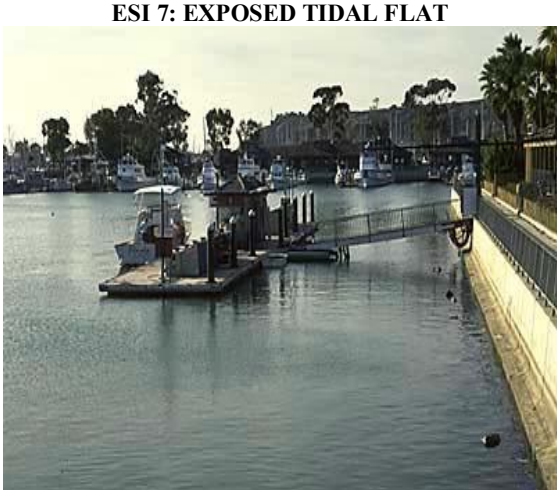
ESI 6A: GRAVEL BEACH

shaghool.ir

ESI 6B: RIPRAP

ESI 7: EXPOSED TIDAL FLAT

ESI 8A: SHELTERED ROCKY SHORE



ESI 8B: SHELTERED MAN-MADE

ESI 9: SHELTERED TIDAL FLAT

ESI 10A: SALT TO BRACKISH MARSH

shaghool.ir

ESI 10B: FRESHWATER MARSH

ESI 10C: SWAMP

ESI 10D: MANGROVE

- پوشش نفتی خط ساحلی

انتخاب پوشش نفتی خط ساحلی:

- پیوسته (Continuous)
- شکسته (Broken)
- بریده بریده (Patchy)
- پراکنده (Sporadic)

(پیش فرض: بریده بریده)

برای آشنایی با هریک از پوشش‌های نفتی در مناطق ساحلی، تصاویر زیر ارائه شده‌اند.

shaghool.ir

شکسته (Broken)

پیوسته (Continuous)

پراکنده (Sporadic)

بریده بریده (Patchy)

- ضخامت نفت خط ساحلی

انتخاب ضخامت لایه‌ی نفتی در خطوط ساحلی:

- آغشتگی نفتی (Pooled) (ضخامت بیش از ۱ سانتی‌متر)
- روکش نفتی (Cover) با ضخامت (۰/۱ تا ۱ سانتی‌متر)
- قشر نازک نفت (Coat) (ضخامت کم‌تر از ۰/۱ سانتی‌متر)
- لکه‌ی نفتی (Stain)
- غشای نازک نفتی (Film)

توجه: پیش فرض مدل، قشرنازک است.

برای شناخت بهتر هر یک از اشکال مربوط به ضخامت لکه‌ی نفت می‌توان از تصاویر زیر استفاده کرد:

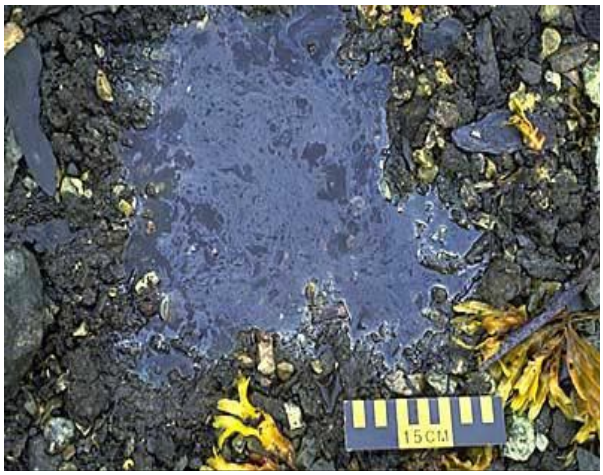
shaghool.ir

روکش نفتی (Cover)

آغشتگی نفتی (Pooled)

لکه‌ی نفتی (Stain)

قشر نازک نفتی (Coat)



غشای نازک نفت (Film)

درصورت نیاز، مدل OSRCEAT می‌تواند محدوده‌ی ساحلی متاثر از آلودگی نفتی را براساس داده‌های پیشین درمورد نوع نفت، مقدار نفت نشت‌یافته و کارآیی واکنش، محاسبه کند؛

shaghool.ir

- وضعیت ظاهری نفت ریخته‌شده

انتخاب وضعیت ظاهری نفت ریخته شده در خطوط ساحلی:

- نفت تازه (Fresh Oil)
- کف‌آلود (Mousse)
- گلوله‌های توپی قیراندود (Tarballs)
- خمیری شکل (Patties)
- لکه‌ی نفتی ریسمانی شکل (Tar Strands)
- پسماندهای سطحی (Surface Residue)
- پوشش آسفالتی (Asphalt Pavement)

(پیش فرض: نفت تازه)

برای فهم بهتر هریک از اشکال نفت نشت‌یافته می‌توان از تصاویر زیر استفاده کرد:

کف‌آلود (Mousse)

نفت تازه (Fresh Oil)

پسماندهای سطحی (Surface Residue)

لکه‌ی نفتی ریسمانی شکل (Tar Strands)

shaghool.ir

گلوله‌های توپی قیراندود (Tarballs)

خمیری شکل (Patties)

پوشش آسفالتی (Asphalt Pavement)

- شیوه‌ی واکنش با لکه‌ی نفتی در خطوط ساحلی

در این بخش باید شیوه‌ی واکنش در برابر لکه‌ی نفتی را انتخاب کرد:

- احیای طبیعی (Natural Recovery)
- احیای دستی (Manual)
- روش مکانیکی (Mechanical)
- مواد جاذب (Sorbents)
- مواد ته‌نشین‌ساز (Sediment Rework)
- حذف پوشش‌گیاهی (Vegetation Removal)
- سوزاندن (Burn)
- غرقابی کردن (Flooding)

shaghool.ir

- شستشوی سرد با فشار کم (Low-Pressure Cold Wash)
- شستشوی گرم با فشار زیاد (High-Pressure Cold Wash)
- شستشوی داغ با فشار کم (Low-Pressure Hot Wash)
- شستشوی داغ با فشار زیاد (High-Pressure Hot Wash)
- بخارشویی (Steam Clean)
- شن‌شویی (Sand Blast)
- پاک‌کننده‌ها (Cleaning Agents)
- زیست‌درمانی (Bioremediation)

(پیش فرض: احیای طبیعی)

در قالب جدول زیر، برای هریک از سواحل می‌توان شیوه واکنش را انتخاب کرد. در این جدول، باید برای هر خط ساحلی یک شیوه‌ی واکنش را انتخاب کرد. آن دسته از واکنش‌هایی که برای خط ساحلی مشخصی، مناسب نیستند با عبارت «NA» به معنی «غیرقابل اطلاق» یا «غیرقابل توصیه» مشخص می‌شوند.

- معیار مقدار پاکسازی مورد نیاز[1] (HCIC)

انتخاب معیاری برای تعیین مقدار پاکسازی مورد نیاز که به اشکال زیر مشخص می‌شود:

- بیش‌ترین مقدار
- بسیار
- متوسط
- اندک
- کم‌ترین مقدار.

(پیش‌فرض: متوسط)

البته معیار چگونگی پاکسازی، تقریبا جنبه‌ی ذهنی دارد. در این باره باید دید که آیا ارزش معیار بالاتر یا پایین‌تر از معیار متوسط پاکیزگی برای نوع خاصی از خط ساحلی است.

1- How Clean Is Clean

shaghool.ir

جدول ۳-۱۸- انتخاب شیوه‌ی مناسب واکنش برای هر یک از سواحل

نوع ساحل (ESI)	احیای طبیعی	احیای دستی	مکانیکی	مواد جاذب	مواد تهنشین ساز	حذف پوشش گیاهی	سوزاندن	غرقابی کردن	LPCW	HPCW	LPHW	HPHW	بخارشویی	شن‌شویی	پاک‌کننده‌ها	زیست درمانی
A ۱:صخره‌ای باز			NA		NA	NA										
۲: صخره‌ای مرتفع			NA		NA	NA										
۳: ماسه‌ای ریز						NA										
۴: ماسه‌ای درشت						NA										
۵: مخلوط سنگ و ماسه						NA										
A ۶: ساحل سنگی						NA								NA		
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای														NA		
۷: اراضی جزر و مدی باز														NA		
A ۸: صخره‌ای بسته						NA	NA							NA		
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته						NA	NA							NA		
۹: اراضی جذر و مدی بسته														NA		
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور														NA		
B ۱۰: مرداب آب شیرین														NA		
C ۱۰: باتلاق														NA		
D ۱۰: مانگرو														NA		

- منابع اقتصادی اجتماعی مبتنی بر خط ساحلی

در این مرحله باید منابع اقتصادی- اجتماعی ساحلی که درمعرض خطر نفتی شدن قرار گرفته‌اند را انتخاب کرد. در اینجا می‌توان بیش از یک مورد را انتخاب کرد. ولی باید به‌خاطر داشت که الگوریتم‌های محاسباتی هزینه‌ی چنین منابعی، مبتنی بر مقدار کل نفتی است که خط ساحلی را آلوده می‌سازد. فاکتورهای اصلاحی روی‌هم گذاری می‌شوند، به‌طوری که اگر دو یا چند منبع انتخاب شوند، خسارات آن‌ها با یکدیگر جمع بسته خواهندشد. اگر نفتی مشابه باعث خسارات متفاوتی در جاهای مختلف شود، بهتر است بیش از یک منبع انتخاب شود. چنانچه نفت به‌صورت کلی، عمدتا پیامد برروی نوع خاصی از منبع داشته باشد، باید حساس‌ترین و پرهزینه‌ترین پیامد را مورد توجه قرار داد.

انتخاب منابع اقتصادی- اجتماعی مبتنی بر ساحل از بین موارد زیر صورت می‌گیرد:

- ساحل گردشگری
- تماشا و بازدید حیات وحش
- ساحل صنعتی
- بندر
- ساحل مسکونی
- ساحل دارای ارزش بالا

shaghool.ir

- ساحل دارای ارزش متوسط
- ساحل دارای ارزش کم

توجه: پیش فرض مدل، ارزش متوسط است.

- منابع طبیعی موجود در ساحل

انتخاب منابع طبیعی موجود در ساحل از میان وارد زیر انجام می‌شود:

- پرندگان
- پستانداران
- گونه‌های در معرض خطر انقراض
- حساسیت زیاد
- حساسیت متوسط
- حساسیت کم

توجه: پیش فرض مدل، حساسیت متوسط است.

- منابع اقتصادی-اجتماعی مبتنی بر آب

انتخاب منابع اقتصادی- اجتماعی مبتنی بر آب:

- فعالیت‌های شیلاتی
- بنادر
- قایقرانی تفریحی
- تاسیسات آبگیری
- آب شرب
- ماهیگیری تفریحی
- سایر موارد با اهمیت
- کاربری کم

توجه: پیش فرض مدل، «سایر موارد با اهمیت» است.

- منابع طبیعی مبتنی بر آب

انتخاب منابع طبیعی مبتنی بر آب موارد زیر را در بر می‌گیرد:

- ماهیان
- پستانداران

shaghool.ir

- پرندگان
- صخره‌های مرجانی
- سایر موارد مهم
- منابع کم اهمیت.

۳-۳-۳-۳- گام‌های محاسباتی هزینه‌ها

در این مدل برای محاسبات هزینه‌های مختلف مدل ۱۵ گام به شرح زیر برداشته می‌شوند.

گام اول: محاسبه‌ی درصد نفت باقیمانده

درصد نفت باقیمانده به نوع نفت و زمان واکنش در برابر آن بستگی دارد. پیش‌تر اشاره شد که زمان آمادگی را باید برمبنای فاصله تا ساحل، تعدیل کرد. یعنی:

- اگر فاصله تا ساحل صفر باشد (وقوع حادثه‌ی نفتی در نزدیکی ساحل)، زمان برحسب ساعت، صفر در نظر گرفته می‌شود.
- اگر فاصله کم‌تر از ۳ مایل (۴/۸۲ کیلومتر) باشد، زمان ۲ ساعت اضافه می‌شود.
- اگر فاصله بین ۳ تا ۱۰ مایل (۴/۸۲ تا ۱۶/۱ کیلومتر) باشد، زمان به مقدار ۶ ساعت اضافه می‌شود.
- اگر فاصله بین ۱۰ تا ۵۰ مایل (۱۶/۱ تا ۸۰/۴۷ کیلومتر) باشد، زمان به مقدار ۱۲ ساعت اضافه می‌شود.
- اگر فاصله بیش از ۵۰ مایل (۸۰ کیلومتر) باشد، زمان به مقدار ۲۴ ساعت اضافه می‌شود.

در محاسبات، زمان تعدیل شده واکنش مورد استفاده قرار می‌گیرد. درصد باقی‌مانده درصورتی که از پیش فرض دمای ۲۰ درجه با باد ۱۵ نات استفاده نشود، بعدا باید برحسب ضرایب اصلاحی باد و/یا دما تعدیل شوند.

درصد نفت باقیمانده × مقدار نفت ریخته شده = مقدار نفت باقیمانده (برحسب گالن و پیش از واکنش)

توجه: مقدار نفت باقی‌مانده در برآورد خسارت نفت بدون انجام واکنش، استفاده خواهد شد.

گام دوم: محاسبه‌ی خسارات وارده به منابع اقتصادی-اجتماعی بر روی آب (هزینه‌های D و B)

خسارت‌ها براساس نوع نفت و مقدار نشت نفت (G)، برآورد می‌شوند. نتیجه‌ی به‌دست آمده، گویای هزینه‌های هرگالن نفتی است که به بیرون نشت پیدا کرده است. باید نتیجه‌ی کلی حاصله را در مقدار نفت و ضرایب اصلاحی (بسته به منابع اقتصادی اجتماعی انتخاب شده) مربوطه، ضرب کرد.

منظور از هزینه‌ی B، همان «کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب» پس از واکنش است که برمبنای «نوع نفت»، «مقدار نشت نفت» و «منابع اقتصادی، اجتماعی وابسته به آب که در مدل انتخاب شده»، اثرگذار است.

shaghool.ir

منظور از هزینه‌ی D، همان «کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب» درصورت عدم انجام هرگونه واکنشی است. این متغییر برمبنای «نوع نفت» و «مقدار واقعی نفت بر روی آب» درحالتی است که واکنشی انجام نشود.

گام سوم: محاسبه‌ی پیامد واکنش بر روی آب (هزینه‌ی F)

این گام برای هنگامی است که:

- واکنش بر روی آب با روش پخش‌کننده‌ها (DISPERSANT) انجام شود، و
- منابع اقتصادی- اجتماعی وابسته به آب، شامل ماهیگیری، آب شرب، ماهیگیری تفرجی و/یا تاسیسات آبگیری باشد.

در این صورت، پیامد واکنش در آب، برابر با ۰/۱۲ خسارات اقتصادی-اجتماعی مربوط با آب خواهد بود. یعنی:

(خسارات اقتصادی- اجتماعی روی آب) × ۰/۱۲= اثر واکنش روی آب

منظور از هزینه‌ی F، خسارات وارده به منابع طبیعی و نیز خسارات اقتصادی-اجتماعی در اثر انجام واکنش است.

گام چهارم: محاسبه‌ی میزان خسارات وارده به منابع طبیعی روی آب (هزینه‌های E و C)

در این رابطه، نوع نفت و مقدار نشت نفت (G) مهم است. با در نظر گرفتن مقدار نفت ریخته‌شده، هزینه‌های هر گالن نفت محاسبه می‌شود. از حاصل ضرب هزینه‌های هرگالن نفت در مقدار نفت ریخته‌شده و ضرایب اصلاح کننده (بسته به منابع طبیعی انتخاب شده)، خسارت‌های وارده به منابع طبیعی روی آب، برآورد می شوند. اگر در مدل، بیش از یک منبع انتخاب شود، خسارت‌ها با هم جمع بسته خواهند شد. انتخاب بیش از دو منبع هم، نتایج را دچار اریب خواهد نمود.

منظور از هزینه‌ی E، خسارات وارده به منابع اقتصادی-اجتماعی روی آب در صورت عدم انجام واکنش است.

منظور از هزینه‌ی C، خسارات وارده به منابع طبیعی است.

گام پنجم: محاسبه‌ی کارآیی واکنش در برابر لکه‌های نفتی روی آب (درصد برداشت نفت از آب)

کارآیی واکنش در آب، برمبنای دو رابطه تعیین می‌شود:

- زمان تعدیل شده‌ی واکنش برای روش مکانیکی،
- نوع نفت برای واکنش به روش DISPERSANT.

در روش «سوزاندن»، اگر زمان تعدیل شده‌ی واکنش کم‌تر از ۳۶ ساعت باشد، کارآیی واکنش ۵۰٪ خواهد بود. البته باید توجه داشت که روش «سوزاندن»، هنگامی کاربرد خواهد داشت که:

- اولا، نفت از نوع سوخت هواپیما و بنزین نباشد؛ یا
- ثانیا، فاصله تا ساحل، «نزدیک» یا کم‌تر از ۳ مایل باشد؛ یا
- ثالثا، باد از نوع شدید یا تندباد باشد.

shaghool.ir

اگر واکنشی صورت نگیرد، کارآیی واکنش نیز برابر با صفر خواهد بود.

تذکر: البته می‌توان کارآیی واکنش را به‌طور مستقیم و بدون توجه به ملاحظات بالا هم در مدل وارد کرد.

گام ششم: محاسبه‌ی هزینه‌ی واکنش روی آب (هزینه‌ی A)

هزینه‌ی واکنش روی آب از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

هزینه‌ی دفع + (هزینه‌ی اضافی هر گالن × مقدار نفت ریخته‌شده) + هزینه‌ی پایه‌ی تجهیزات + هزینه پایش پایه = هزینه‌ی واکنش روی آب

- هزینه‌ی پایه‌ی پایش از فرمول مبتنی بر مقدار نفت ریخته‌شده به‌دست می‌آید.
- هزینه‌ی پایه‌ی تجهیزات از فرمول مبتنی بر مقدار نفت ریخته‌شده به‌دست می‌آید. (اگر واکنشی انجام نشود، هزینه‌ی این قسمت، صفر خواهد بود.
- هزینه‌ی هر گالن از جدول مربوط به نوع نفت و روش واکنش به‌دست می‌آید.
- هزینه‌ی هرگالن باید در مقدار نفت ریخته شده، ضرب گردد.
- هزینه‌ی دفع فقط برای واکنش به روش مکانیکی محاسبه می‌شود و از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

(مقدار نفت نشت‌یافته × کارآیی واکنش × درصد نفت باقیمانده) × ۵ = هزینه‌ی دفع

گام هفتم: محاسبه‌ی میزان واقعی نفت باقی‌مانده

[درصد کارآیی واکنش – ۱۰۰٪] × [مقدار نفت نشت‌یافته × درصد نفت باقیمانده] = میزان واقعی نفت باقیمانده

اگر جهت وزش باد از طرف ساحل به دریا «و» فاصله تا ساحل، ۱۶-۵ کیلومتر (۳ تا ۱۰ مایل)، ۸۰-۱۶ کیلومتر (۱۰ تا ۵۰ مایل) و یا ۸۰ کیلومتر (۵۰ مایل) باشد «و» همچنین آب سطحی، منطقه‌ی دریایی باز یا آب شیرین باز باشد، مقدار واقعی نفت باقی‌مانده باید با ضرب آن در عدد ۰/۱ تعدیل شود.

گام هشتم: محاسبه‌ی مساحت واکنش دربرابر نفتی شدن خط ساحلی

آغشتگی خط ساحلی به نفت برمبنای حاصل‌ضرب مقدار واقعی نفت باقی‌مانده در ۳/۷۸۵ مترمربع محاسبه می‌شود که مساوی با «کل محدوده‌ی ساحلی آغشته به نفت» (m^2) است. در اینجا فرض می‌شود که ضخامت به‌شکل قشرنازک نفتی (Coat) و پوشش آن هم به‌شکل پیوسته (Continuous) است.

کل محدوده‌ی ساحلی آغشته به نفت (m^2) = ۳/۷۸۵ m^2 × مقدار نفت واقعی باقیمانده

shaghool.ir

برای این منظور باید نوع (انواع) کنونی خط ساحلی را انتخاب کرد. درمدل فرض براین است که «کل محدوده‌ی ساحلی آغشته به نفت»، به‌شکل یکسانی در بین انواع خطوط ساحلی منتخب، پراکنده شده است (اگر بیش از یک نوع ساحل وجود داشته باشد). همچنین باید کل محدوده را بر تعداد انواع سواحل منتخب، تقسیم کرد (مثلا، اگر ۱۰ هزار گالن نفت در چهار نوع ساحل باعث آغشتگی به نفت شود، هر یک از سواحل چهارگانه، در مساحتی به اندازه‌ی ۲۵۰۰ گالن ضربدر ۳/۷۸۵ مترمربع، نفت دریافت خواهند کرد. یعنی محدوده‌ی توزیع نفت برای هر یک از انواع سواحل، مساوی با ۲۵۰۰ × ۳/۷۸۵ مترمربع خواهد بود).

البته می‌توان از این بخش عبور کرده و در مدل، صرفا نوع آغشتگی به نفت در خط ساحلی را از روی جدول، مشخص کرد. برای این منظور، کافی است که نوع یا انواع سواحل، پوشش و ضخامت نفت را انتخاب کرد.

گام نهم: محاسبه‌ی هزینه‌ی واکنش در خطوط ساحلی (هزینه‌ی G)

هزینه‌ی واکنش دربرابر نفت نشت‌یافته در خط ساحلی به مساحت تحتِ پوشش آلودگی، نوع ساحل، نوع نفت، ضخامت، پوشش نفت و مقدار پاکسازی مورد نیاز (HCIC) بستگی دارد. همچنین، هزینه‌ی واکنش به‌ازای واحد سطح، بستگی به نوع ساحل، نوع نفت و ضخامت لایه‌ی نفت دارد.

هزینه‌ی واحد سطح واکنش در ساحل × وسعت محدوده‌ی پوشیده از نفت × ضریب تعدیل پوشش نفت × ضریب تعدیل نیاز به پاکسازی (HCIC)

درصورت انتخاب چندنوع ساحل، هزینه‌ی واکنش در ساحل را باید ازطریق جمع بستن «هزینه‌ی واحد سطح» هریک از انواع خط ساحلی/ضخامت نفت در ضریب تعدیل پوشش نفتی و سپس، حاصل‌ضرب نتیجه در تعدیل‌کننده‌ی HCIC به‌دست آورد. یعنی:

$$G_T = G_1 + G_2 + G_3 + 000$$

گام دهم: محاسبه‌ی اثربخشی واکنش در خطوط ساحلی

اثربخشی واکنش در ساحل با نوع ساحل، روش واکنش و مقدار پاکسازی مورد نیاز (HCIC) در خط ساحلی ارتباط دارد. براساس جدول «اثربخشی انواع روش‌های واکنش» که در زیر ارائه شده، برای اثربخشی بیش‌تر از ۸۰٪ از حرف H، ۵۰٪ از حرف M و کم‌تر از ۱۰٪ از حرف L استفاده می‌شود. سپس، این عامل برای کاهش پیامدها بر روی منابع طبیعی و شرایط اقتصادی و اجتماعی ساحل، مورد استفاده قرار می‌گیرد. درصورتی که بیش‌تر از یک نوع ساحل/ روش واکنش انتخاب شود، باید میانگین کارآیی واکنش را با استفاده از روش میانگین وزنی مبتنی بر محدوده‌های نسبی انواع مختلف سواحل، محاسبه کرد.

shaghool.ir

جدول ۳-۱۹- اثربخشی روش‌های واکنش برحسب نوع ساحل

روش واکنش	نوع خط ساحلی														
	۱A	2	3	4	5	۶A	6B	7	8A	8B	9	10A	10B	10C	10D
طبیعی	H	H	L	L	L	M	H	M	M	M	L	L	L	L	L
دستی	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
مکانیکی	NA	NA	M	M	M	M	L	L	M	L	M	M	M	M	M
مواد جاذب	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
ته نشینی دوباره	NA	NA	M	M	M	M	L	M	NA	NA	L	L	L	L	L
حذف پوشش گیاهی	NA	NA	NA	NA	NA	NA	L	L	NA	NA	M	M	M	M	M
احتراق	L	L	L	L	L	L	L	M	L	L	M	M	M	M	M
شستشوی شدید	M	M	M	M	M	M	M	L	M	M	L	L	L	L	L
شستشوبا فشار کم و آب سرد	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	L	L	L	L	L
شستشو با فشار زیاد و آب سرد	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	L	L	L	L	L
شستشو با فشار کم و آب گرم	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L
شستشو با فشار زیاد و آب گرم	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L
بخارشویی	H	H	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L
شن شویی	M	M	M	L	L	L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AGENT	M	M	L	L	L	L	L	L	M	M	L	L	L	L	L
درمان زیستی	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

*غیرقابل توصیه یا غیر قابل اجرا = NA، ٪۸۰ = H، ٪۵۰ = M، ٪۱۰ = L

گام یازدهم: محاسبه‌ی هزینه‌ی پیامد واکنش در خطوط ساحلی (هزینه‌ی J)

برای محاسبه‌ی پیامد واکنش در ساحل، سه حالت مختلف قابل تفکیک است: «پیامد زیاد» (H)، «پیامد متوسط» (M) و «پیامد اندک» (L). البته حالت چهارمی را می‌توان برای موارد خاص با علامت (NA) در نظر گرفت.

همچنین، برای محاسبه‌ی هزینه‌های مربوط به پیامد واکنش در خطوط ساحلی باید هزینه‌ی واکنش در ساحل را در ضریب تعدیل پیامد واکنش، ضرب کرد. ضریب تعدیل پیامد واکنش براساس ارقام ارائه شده در جدول مربوطه تعیین می‌شود و مبتنی بر نوع ساحل و روش واکنش به کار رفته است. برای این ضریب سه حالت در نظر گرفته شده است: $H = 0.3$؛ $M = 0.1$ و $L = 0$ برای حالت (NA)، از عنوان خطا استفاده می‌شود.

آنگاه، نتیجه‌ی کلی در فاکتور میزان نیاز به پاکسازی (HCIC) ضرب می‌شود.

ضرایب HCIC عبارتند از:

- HCIC بیشینه (ضربدر ۳/۰)
- HCIC زیاد یا بالا (ضربدر ۱/۵)
- HCIC متوسط (ضربدر ۱/۰)
- HCIC کم یا پایین (ضربدر ۰/۵)
- HCIC کمینه (ضربدر ۰/۱)

shaghool.ir

پیامد واکنش در ساحل = عامل HCIC × ضریب تعدیل پیامد واکنش × هزینه‌ی واکنش در ساحل

جدول ۳-۲۰- پیامد واکنش در خطوط ساحلی به تفکیک نوع ساحل

روش واکنش	نوع خط ساحلی														
	A 1	2	3	4	5	A 6	B 6	7	B 8	A 8	9	A 10	B 10	C 10	D 10
طبیعی	H	H	L	L	L	M	H	M	M	M	L	L	L	L	L
دستی	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
مکانیکی	NA	NA	M	M	M	M	L	L	L	M	M	M	M	M	M
مواد جاذب	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
ته نشینی دوباره	NA	NA	M	M	M	M	L	M	NA	NA	L	L	L	L	L
حذف پوشش گیاهی	NA	NA	NA	NA	NA	NA	L	L	NA	NA	M	M	M	M	M
احتراق	L	L	L	L	L	M	L	M	L	L	M	M	M	M	M
شستشوی شدید	M	M	M	M	M	L	M	L	M	M	L	L	L	L	L
شستشو با فشار کم و آب سرد	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	L	L	L	L	L
شستشو با فشار زیاد و آب سرد	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	L	L	L	L	L
شستشو با فشار کم و آب گرم	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L
شستشو با فشار زیاد و آب گرم	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L
بخارشویی	H	H	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L
شن شویی	M	M	M	L	L	L	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AGENT	M	M	L	L	L	L	L	L	M	M	L	L	L	L	L
درمان زیستی	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

*غیرقابل توصیه یا غیر قابل اجرا = NA

گام دوازدهم: محاسبه‌ی خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی در خطوط ساحلی (هزینه‌ی H)

هزینه‌ی اقتصادی- اجتماعی هر گالن نفت مرتبط با خطوط ساحلی از رابطه‌ای به‌دست می‌آید که درآن، نوع نفت و مقدار نفتی که به ساحل رسیده (همان مقدار واقعی نفت باقیمانده) در ضریب تعدیل منبع اقتصادی- اجتماعی ساحلی، ضرب گردیده‌است. همچنین، باید حاصل‌ضرب هزینه‌ی هر گالن در مقدار واقعی نفت باقیمانده محاسبه شود.

برای به‌دست آوردن «خسارات واقعی مربوط به منبع اقتصادی اجتماعی ساحلی» باید خسارت‌های منبع اقتصادی- اجتماعی خطوط ساحلی باید در تفاضل درصد اثربخشی واکنش در ساحل و ۱۰۰٪، ضرب شود. یعنی:

خسارات منبع اقتصادی، اجتماعی ساحلی × (درصد اثربخشی واکنش – ۱۰۰٪) = خسارات واقعی منبع اقتصادی، اجتماعی ساحلی

گام سیزدهم: محاسبه‌ی خسارت‌های وارده به منابع طبیعی ساحلی (هزینه‌ی I)

همانند گام پیشین، هزینه‌ی منبع طبیعی ساحلی به‌ازای هر گالن، از رابطه‌ای براساس حاصل‌ضرب نوع نفت و مقدار نفتی که به ساحل رسیده (همان مقدار واقعی نفت باقیمانده) در ضریب تعدیل منبع طبیعی ساحلی، محاسبه می‌شود.

shaghool.ir

سپس، خسارت‌های منبع طبیعی ساحلی باید در تفاضل درصد اثربخشی واکنش در ساحل از ۱۰۰٪ ضرب شود تا خسارت‌های واقعی منبع طبیعی ساحلی به‌دست آید. یعنی:

خسارت‌های منبع طبیعی ساحلی × (درصد اثربخشی واکنش – ۱۰۰٪) = خسارت‌های واقعی منبع طبیعی ساحلی

گام چهاردهم: محاسبه‌ی خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی و منابع طبیعی روی آب و ساحلی بدون انجام واکنش (هزینه‌های D، E، K و L)

برای برآورد خسارت‌های منابع طبیعی و اقتصادی- اجتماعی روی آب، از همان نتایج گام‌های دوم و چهارم استفاده می‌شود.

برای برآورد خسارت‌های منابع طبیعی و اقتصادی- اجتماعی ساحلی، گام‌های ۱۲ و ۱۳ تکرار می‌شوند؛ با این تفاوت که باید حداقل درصد نفت باقیمانده را در مقدار نفت ریخته‌شده ضرب کرد.

گام پانزدهم: محاسبه‌ی هزینه‌های کل

الف- هزینه‌ی کل واکنش (TRC) که از حاصل جمع دو هزینه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

- هزینه‌ی کل واکنش بر روی آب که با Cost A، نمایش داده می‌شود؛
- هزینه‌ی کل واکنش در خط ساحلی که با Cost G، نمایش داده می‌شود.

یعنی:

$$TRC = Cost\ A + Cost\ G$$

ب- هزینه‌ی کل پیامد واکنش (TRI) که از حاصل جمع دو هزینه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

- هزینه‌ی پیامد واکنش بر روی آب که با Cost F نمایش داده می‌شود؛
- هزینه‌ی پیامد واکنش در خط ساحلی که با Cost J نمایش داده می‌شود.

یعنی:

$$TRI = Cost\ F + Cost\ J$$

ج- خسارات کل بدون انجام واکنش (TDWOR) که از حاصل جمع چهار هزینه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

- هزینه‌ی کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی روی آب بدون انجام واکنش که با Cost D نمایش داده می‌شود؛
- هزینه‌ی کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی بدون انجام واکنش که با Cost K نمایش داده می‌شود؛
- هزینه‌ی کل خسارت‌های منبع طبیعی روی آب بدون انجام واکنش که با Cost E نمایش داده می‌شود؛
- هزینه‌ی کل خسارت‌های منبع طبیعی خط ساحلی بدون انجام واکنش که با Cost L نمایش داده می‌شود؛

یعنی:

$$TDWOR = Cost\ D + Cost\ E + Cost\ K + Cost\ L$$

shaghool.ir

د- خسارات کل پس از انجام واکنش (TDWR) که از مجموع چهارهزینه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

- هزینه‌ی کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی روی آب پس از انجام واکنش که با Cost B نمایش داده می‌شود؛
- هزینه‌ی کل خسارت‌های وارده به منبع طبیعی روی آب پس از انجام واکنش که با Cost C نمایش داده می‌شود؛
- هزینه‌ی کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی پس از انجام واکنش که با Cost H نمایش داده می‌شود؛
- هزینه‌ی کل خسارت‌های منبع طبیعی خط ساحلی پس از انجام واکنش که با Cost I نمایش داده می‌شود؛

یعنی:

$$TDWR = Cost\ B + Cost\ C + Cost\ H + Cost\ I$$

برای محاسبه‌ی فایده‌ی انجام واکنش (RB) از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

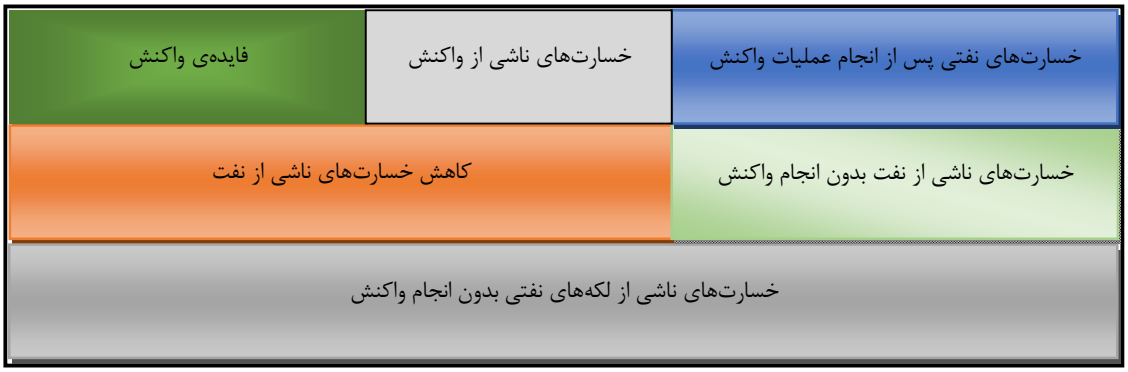
$$RB = TDWOR - (TDWR + TRI)$$

برای محاسبه‌ی نسبت هزینه به فایده (CBR)، به‌عنوان یک معیار مالی تصمیم‌گیری مدیریتی، از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

نسبت هزینه به فایده = هزینه‌ی کل واکنش ÷ فایده‌ی واکنش

$$CBR = TRC \div RB$$

رابطه‌ی بین خسارات ناشی از لکه‌های نفتی بدون انجام واکنش، پس از انجام واکنش، خسارت‌های ناشی از واکنش و فایده‌ی واکنش در شکل زیر نمایش داده شده است.



شکل ۳-۲- رابطه‌ی بین خسارات و فایده‌ی واکنش در مقابل لکه‌های نفتی

تذکر: نسبت هزینه به فایده را می‌توان برمبنای خسارات وارده به منابع طبیعی و اقتصادی- اجتماعی محاسبه کرد و یا «فقط» براساس خسارت‌های وارده به منابع طبیعی، برآورد کرد.

shaghool.ir

جدول ۳-۲۱- انواع هزینه‌ها در محاسبات مدل OSRCEAT

متغییر	عنوان متغییر هزینه	توضیحات
A	واکنش بر روی آب	هزینه‌ی واکنش بر روی آب که برمبنای اندازه‌ی لکه‌ی نفتی، نوع نفت و نوع واکنش تعیین می‌شود.
B	خسارات وارده به منابع اقتصادی، اجتماعی روی آب پس از واکنش	خسارات وارده به منابع اقتصادی، اجتماعی روی آب، برمبنای نوع نفت، مقدار نفت و منابع اقتصادی- اجتماعی انتخاب شده در روی آب، تعیین می‌شود.
C	خسارات وارده به منابع طبیعی روی آب پس از واکنش	خسارات منابع طبیعی روی آب که براساس نوع نفت، مقدار واقعی نفت باقیمانده پس از واکنش (نتیجه‌ی گام چهارم) و منابع طبیعی انتخاب شده بر روی آب، محاسبه می‌شود.
D	خسارات وارده به منابع اقتصادی، اجتماعی درصورت عدم انجام واکنش بر روی آب	خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی روی آب، مبتنی بر نوع نفت و مقدار واقعی نفت بر روی آب، بدون انجام واکنش تعیین می‌شود.
E	خسارات وارده به منابع طبیعی روی آب بدون انجام واکنش	خسارت‌های وارده به منابع طبیعی روی آب که برمبنای نوع نفت و مقدار واقعی نفت روی آب، بدون انجام واکنش تعیین می‌شود.
F	خسارت وارده به منابع اقتصادی، اجتماعی ناشی از انجام واکنش	خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی (صیادی و آبزی‌پروری) براساس استفاده از پخش‌کننده‌ها
G	هزینه‌ی واکنش در ساحل	هزینه‌ی واکنش در ساحل برمبنای محدوده‌ی آغشته به نفت، پوشش نفت، نوع نفت، روش واکنش و مقدار پاکسازی مورد نیاز محاسبه می‌شود.
H	خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی در ساحل	خسارات اقتصادی، اجتماعی در ساحل، مبتنی بر مقدار آغشتگی به نفت و منابع اقتصادی، اجتماعی منتخب تعیین می‌شود.
I	خسارت‌های وارده به منابع طبیعی ساحلی	خسارت‌های منبع طبیعی ساحلی براساس مقدار آغشتگی به نفت و منابع طبیعی انتخاب شده، مشخص می‌شود.
J	خسارت‌های وارده به منابع طبیعی ناشی از واکنش در ساحل	خسارت‌های وارده به منابع طبیعی ناشی از واکنش در ساحل که برمبنای نوع واکنش و معیار مقدار نیاز به پاکسازی، تعیین می‌شود.
K	هزینه‌ی خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی در ساحل، درصورت عدم انجام واکنش بر روی آب	هزینه‌ی خسارات اقتصادی، اجتماعی ساحل، درصورت عدم واکنش بر روی آب.
L	هزینه‌ی خسارت‌های وارده به منبع طبیعی در ساحل، بدون انجام واکنش بر روی آب	هزینه‌ی خسارت منبع طبیعی ساحل، درصورتی‌که واکنشی بر روی آب انجام نشود.
M یا TRC	هزینه‌ی کل واکنش	کل هزینه‌های واکنش بر روی آب و ساحل
N	کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی ناشی از نفت پس از واکنش	کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی روی آب و ساحل با در نظر گرفتن واکنش بر روی آب
O	کل خسارت‌های منبع طبیعی ناشی از نفت پس از واکنش	کل خسارت‌های منبع طبیعی ساحلی و روی آب با توجه به واکنش بر روی آب
P یا TDWR	کل خسارت‌های ناشی از نفت پس از انجام واکنش	کل خسارت‌های منبع طبیعی و اقتصادی، اجتماعی روی آب و ساحل با توجه به واکنش انجام شده بر روی آب
Q یا TRI	کل خسارت‌های منبع طبیعی ناشی از واکنش	کل خسارت‌های منبع طبیعی ناشی از واکنش بر روی آب و ساحل
R یا TDWOR	کل خسارت‌های ناشی از نفت بدون انجام واکنش	کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی و منبع طبیعی، درصورتی که واکنش انجام نشود

۳-۳-۴- خروجی نهایی مدل

با اجرای مدل OSRCEAT، می‌توان به فهرستی از متغییرها و معیارهای انتخاب شده و یا مشخص شده و نیز نتایج زیر دست پیداکرد. همچنین، برای توضیحات بیش‌تر می‌توان به جدول پیشین نیز مراجعه کرد.

- هزینه‌ی کل واکنش بر روی آب (Cost A)

shaghool.ir

- هزینه‌ی کل واکنش در ساحل (Cost G)
- هزینه‌ی کل واکنش (TRC= Cost A + Cost G)
- هزینه‌ی پیامد واکنش بر روی آب (Cost F)
- هزینه‌ی پیامد واکنش در ساحل (Cost J)
- هزینه‌ی کل پیامدهای واکنش (TRI = Cost F + Cost J)
- هزینه‌ی کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب، بدون انجام واکنش (Cost D)
- هزینه‌ی کل خسارات منبع طبیعی روی آب بدون انجام واکنش (Cost E)
- هزینه‌ی کل خسارات اقتصادی، اجتماعی ساحل بدون انجام واکنش (هزینهK)
- هزینه‌ی کل خسارات منبع‌طبیعی ساحل بدون انجام واکنش (هزینه L)
- هزینه‌ی کل خسارات بدون انجام واکنش

(TDWOR = Cost D + Cost E + Cost K + Cost L)

- هزینه‌ی کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب پس از انجام واکنش (Cost B)
- هزینه‌ی کل خسارات منبع طبیعی روی آب پس از انجام واکنش (Cost C)
- هزینه‌ی کل خسارات اقتصادی، اجتماعی ساحلی پس از انجام واکنش (Cost H)
- هزینه‌ی کل خسارات منبع طبیعی ساحلی پس از انجام واکنش (Cost I)
- هزینه‌ی کل خسارات پس از انجام واکنش

(TDWR = Cost B + Cost C + Cost H + Cost I)

- فایده‌ی انجام واکنش دربرابر نفت

$$RB = [TDWOR] - [TDWR - TRI]$$

- نسبت هزینه به فایده (B/R)

$$CBR = TRC \div ([TDWOR] - [TDWR + TRI])$$

۳-۳-۵- الگوریتم‌های محاسباتی

در مدل OSRCEAT مجموعه‌ای از الگوریتم‌ها یا محاسبات عددی براساس داده‌های تجربی وجود دارند که بـه شـرح زیر هستند:

- درصد نفت باقیمانده

محاسبات «درصد نفت باقیمانده» باعث برآورد درصد نفت نشت یافته‌ای می‌شود که بسته به نوع نفت، مقدار نفت ریخته‌شده، شرایط محیطی غالب (باد، دمای آب) و زمان واکنش، برروی آب باقی می‌ماند. پس، کاربرد «درصد نفت باقی‌مانده، برآورد مقـدار نفت موجود بر روی سطح آب است که براساس مقدار اولیه‌ی نفت ریخته‌شده به تعیین عملیات مناسب واکنش کمک می‌کند.

shaghool.ir

برای اندازه‌گیری «درصد نفت باقیمانده» در مدل OSRCEAT، روابط محاسباتی خاصی در نسخه‌ی دوم نرم‌افزار «ADIOS» که از سوی NOAA طراحی گردیده، در نظر گرفته شده‌است. این نرم افزار برای تعیین درصد نفت باقی‌مانده، اندازه‌های مختلف لکه‌ی نفتی، دمای آب و سرعت باد را برای انواع نفت مورد توجه قرار می‌دهد. ضرایب تعدیل درجه حرارت و سرعت وزش باد با مقایسه‌ی نقشه‌ها در موقعیت‌های مختلف، برآورد شده‌است.

«درصد نفت باقیمانده» (y) آن بخش از نفت ریخته‌شده روی آب است که برای تعیین ابعاد کمی و کیفی عملیات واکنش، مورد نیاز است. «زمان واکنش» همان تعداد ساعاتی است که از زمان ریختن نفت به آب، طول می‌کشد و با t نشان داده می‌شود. زمان واکنش، براساس فاصله‌ی لکه‌ی نفتی از ساحل، تعدیل می‌شود. زمان ورود به ساحل، زمان پایه است که پیش‌تر، فواصل مربوطه وضرایب آن معرفی شده‌اند[1].

«درصد نفت باقیمانده» برای انواع نفت را می‌توان به‌صورت زیر ارائه نمود.

جدول ۳-۲۲- درصد نفت باقی‌مانده (y) برای مقادیر مختلف هریک از انواع نفت

مقدار نشت نفت (گالن[2])	نفت خام متوسط	بنزین	سوخت هواپیما	گازوییل	نفت خام سبک	نفت خام سنگین	IFO[3]
۵۰۰ تا ۹۹۹	-۰/۱۱۱۴ ۰/۶۲۰۸t	-۱/۷۷۱۴t + ۱۱/۵۳۳	۱۳درصد (همه‌ی ساعات)	-۰/۸۷۲ ۰/۳۹۲۱t	-۰/۰۶۷۹ ۰/۳۷۹۲t	-۰/۰۳۱۵ ۰/۵۹۸۹t	-۰/۰۵۲۴ ۰/۹۱۵۸t
۱۰۰۰ تا ۴،۹۹۹	-۰/۱۰۹۸ ۰/۶۴۷۸t		-۱/۰۷۹۲ ۱/۰۲۴۵t	-۰/۹۷۳۹ ۰/۴۳۱۶t	-۰/۰۶۸۷ ۰/۴۲۵۳t	-۰/۰۳۱۷ ۰/۶۲۸۳t	-۰/۰۵۵۲ ۰/۹۲۶۵t
۵۰۰۰ تا ۹،۹۹۹	-۰/۱۲۸۱ ۰/۷۳۶۷t		-۰/۲۲۲۲ ۰/۳۴۱۸t	-۱/۰۱۱ ۰/۶۵۸۸t	۰/۵۶۷t -۰/۰۷۸	-۰/۰۳۸۶ ۰/۷۱۹۸t	-۰/۰۶۲۴ ۰/۹۵۹۱t
۱۰،۰۰۰ تا ۹۹۹،۴۹	-۰/۱۳۳۳ ۰/۷۸۵۵t		-۰/۲۹۰۳ ۰/۴۲۸۶t	-۱/۲۶۹۶ ۰/۹۸۷۹t	-۰/۰۸۴۱ ۰/۶۳۶۵t	-۰/۰۴۱۷ ۰/۷۵۵t	-۰/۰۶۴۳ ۰/۹۷۲۵t
۵۰،۰۰۰ تا ۹۹،۹۹۹	-۰/۱۳۹۲ ۰/۸۸۳۱t		-۰/۴۹۸۶ ۰/۸۱۷۷t	-۱/۴۶۷۹ ۲/۹۷۶۹t	-۰/۰۹۱۱ ۰/۷۶۰۹t	۰/۸۲t -۰/۰۵۰۱	-۰/۰۶۹۹ ۱/۰۱۵۸t
۱۰۰ هزار تا ۴۹۹،۹۹۹	-۰/۱۴۱۳ ۰/۹۱۷۸t		-۰/۵۶۳۹ ۱/۰۹۳۴t	-۱/۵۳۷۵ ۳/۸۶۵۸t	-۰/۰۹۳۸ ۰/۷۹۹۲t	-۰/۰۵۴۷ ۰/۸۴۵۸t	-۰/۰۷۱۴ ۱/۰۳۳۴t
۵۰۰ هزار تا ۹۹۹،۹۹۹	-۰/۱۳۱۲ ۰/۹۸۰۷t		-۰/۵۰۷۳ ۱/۲۹۳۹t	-۰/۵۴۸ ۱/۳۲۸۹t	-۰/۰۹۷۵ ۰/۸۷۶۹t	-۰/۰۶۶۱ ۰/۹۰۸۹t	-۰/۰۷۰۸ ۱/۰۶۰۷t
۱ میلیون تا ۴،۹۹۹،۹۹۹	-۰/۱۳۴۲ ۱/۰۰۹۰t		-۰/۶۲۰۴ ۱/۸۹۷۴t	-۰/۶۵۸ ۱/۵۹۴۳t	-۰/۰۹۸۵ ۰/۸۹۷۳t	-۰/۰۶۷۵ ۰/۹۲۳۸t	-۰/۰۶۹۴ ۱/۰۷۲۹t
۵ میلیون تا ۹،۹۹۹،۹۹۹	-۰/۱۲۳۴ ۱/۰۴۶۴t		-۰/۴۸۲۷ ۱/۵۶۶۷t	-۰/۵۵۷۹ ۱/۶۷۹۸t	-۰/۱۰۱۱ ۰/۹۴۸۶t	-۰/۰۶۹۶ ۰/۹۶۶۸t	-۰/۰۶۳۵ ۱/۰۷۹۳t
بیش‌تر از ۱۰ میلیون	-۰/۱۱۵۸ ۱/۰۵۶۲t		-۰/۵۳۵۳ ۱/۷۸۸۵t	-۰/۵۱۲ ۱/۶۸۵۴t	-۰/۱۰۱۷ ۰/۹۶۸۴t	-۰/۰۷۱۹ ۰/۹۸۵۱t	-۰/۰۶۰۱ ۱/۰۸۰۳t

۱- برای فاصله‌یک متر از ۵ کیلومتر، ۲ ساعت؛ برای ۱۶-۵ کیلومتر، ۶ ساعت؛ برای ۸۰-۱۶ کیلومتر، ۱۲ ساعت و برای بیشتر از ۸۰ کیلومتر، ۲۴ ساعت اعمال می‌شود. برای آلودگی‌های نزدیک به ساحل هم، عامل زمان کنار گذارده می‌شود.

۲- درصد حداقل نفت باقیمانده، بدون توجه به زمان واکنش و بسته به نوع نفت

3- Intermediate Fuel Oil

shaghool.ir

- تذکرات مربوط به نفت‌خام متوسط

- این نوع نفت، به‌صورت پیش فرض درمدل وجود دارد.
- اگر به‌صورت پیش‌فرض، دمای آب،۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و باد، متوسط یا ۱۵ نات باشد، حداقل «درصد نفت باقی‌مانده»، ۳۲٪ خواهد بود.
- اگر دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۲ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰/۹ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰/۸ ضرب شود.
- اگر باد آرام و ملایم (۲ نات) باشد، نتیجه باید در ۱ ضرب شود.
- اگر باد شدید (۲۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۸۵ ضرب شود.
- اگر باد به‌شکل تندباد (۳۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۷۵ ضرب شود.

- تذکرات مربوط به بنزین

- برای همه‌ی انتخاب‌های ممکن درباره‌ی آب، سرعت باد و مقدار نفت، از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$y = -1.7714\,t + 11.533$$

- حداقل درصد نفت باقیمانده برابر با صفردرصد در نظر گرفته می‌شود.
- برای دما یا آب، نیازی به تعدیل نیست.

- تذکرات مربوط به سوخت هواپیما

- اگر به‌صورت پیش‌فرض، دمای آب،۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و باد، متوسط یا ۱۵ نات باشد، حداقل «درصد نفت باقی‌مانده»، ۱۳٪ خواهد بود.
- اگر دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۲ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۵ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰/۵ ضرب شود.
- اگر باد آرام و ملایم (۲ نات) باشد، نتیجه باید در ۷/۸ ضرب شود.
- اگر باد شدید (۲۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۸ ضرب شود.
- اگر باد به‌شکل تندباد (۳۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۵ ضرب شود.

- تذکرات مربوط به گازوییل

- اگر به‌صورت پیش‌فرض، دمای آب،۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و باد، متوسط یا ۱۵ نات باشد، حداقل «درصد نفت باقی‌مانده»، ۱۲٪ خواهد بود.

shaghool.ir

- اگر دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۳ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۱ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰/۸۵ ضرب شود.
- اگر باد آرام و ملایم (۲ نات) باشد، نتیجه باید در ۲/۵ ضرب شود.
- اگر باد شدید (۲۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۷۷ ضرب شود.
- اگر باد به‌شکل تندباد (۳۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۴۵ ضرب شود.

- تذکرات مربوط به نفت خام سبک

- اگر به‌صورت پیش‌فرض، دمای آب،۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و باد، متوسط یا ۱۵ نات باشد، حداقل «درصد نفت باقی‌مانده»، ۳۹٪ خواهد بود.
- اگر دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۱۲ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۰۵ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰/۹۱ ضرب شود.
- اگر باد آرام و ملایم (۲ نات) باشد، نتیجه باید در ۱/۰۵ ضرب شود.
- اگر باد شدید (۲۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۹۱ ضرب شود.
- اگر باد به‌شکل تندباد (۳۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۷۴ ضرب شود.

- تذکرات مربوط به نفت خام سنگین

- اگر به‌صورت پیش‌فرض، دمای آب،۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و باد، متوسط یا ۱۵ نات باشد، حداقل «درصد نفت باقی‌مانده»، ۶۳٪ خواهد بود.
- اگر دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۰۳ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰/۹۶ ضرب شود.
- اگر باد آرام و ملایم (۲ نات) باشد، نتیجه باید در ۱ ضرب شود.
- اگر باد شدید (۲۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۱ ضرب شود.
- اگر باد به‌شکل تندباد (۳۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۹۶ ضرب شود.

- تذکرات مربوط به سوخت نفتی متوسط (IFO)

- اگر به‌صورت پیش‌فرض، دمای آب،۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و باد، متوسط یا ۱۵ نات باشد، حداقل «درصد نفت باقی‌مانده»، ۷۹٪ خواهد بود.

shaghool.ir

- اگر دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۰۶ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۱/۰۲ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰/۹۶ ضرب شود.
- اگر باد آرام و ملایم (۲ نات) باشد، نتیجه باید در ۱/۰۶ ضرب شود.
- اگر باد شدید (۲۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۹۸ ضرب شود.
- اگر باد به‌شکل تندباد (۳۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۹۶ ضرب شود.

علاوه بر موارد فوق، برای دو نوع نفت با عناوین «سوخت شماره‌ی ۶» و «روغن‌های روانکار[1]»

جدول ۳-۲۳- درصد نفت باقی‌مانده (y) برای سوخت شماره‌ی (۶) و روغن‌های روانکار

مقدار نشت نفت (گالن[2])	سوخت شماره‌ی ۶	روغن روانکار
۵۰۰ تا ۹۹۹	$0.00000001t^4 - 0.000004t^3 + 0.0004t^2 - 0.024t + 0.9361$	$-0.098t + 0.7493$
۱۰۰۰ تا ۴،۹۹۹	$0.00000001t^4 - 0.000004t^3 + 0.0004t^2 - 0.0245t + 0.9472$	$-0.1051t + 0.8065$
۵۰۰۰ تا ۹،۹۹۹	$0.00000001t^4 - 0.000004t^3 + 0.0004t^2 - 0.0258t + 0.9778$	$-0.1136t + 0.9621$
۱۰،۰۰۰ تا ۴۹،۹۹۹	$0.00000001t^4 - 0.000004t^3 + 0.0004t^2 - 0.0253t + 0.9912$	$-0.1117t + 1.0367$
۵۰،۰۰۰ تا ۹۹،۹۹۹	$0.000000006t^4 - 0.000002t^3 + 0.0003t^2 - 0.0196t + 1.015$	$-0.081t + 1.1176$
۱۰۰ هزار تا ۴۹۹،۹۹۹	$0.000000005t^4 - 0.000002t^3 + 0.0002t^2 - 0.0178t + 1.0222$	$-0.0577t + 1.0834$
۵۰۰ هزار تا ۹۹۹،۹۹۹	$0.000000001t^4 - 0.000000008t^3 + 0.00008t^2 - 0.0121t + 1.0267$	$-0.0283t + 1.0172$
۱ میلیون تا ۴،۹۹۹،۹۹۹	$-0.000000005t^4 - 0.0000009t^3 + 0.000007t^2 - 0.0089t + 1.0229$	$-0.0191t + 1.0037$
۵ میلیون تا ۹،۹۹۹،۹۹۹	$-0.000000008t^4 - 0.000002t^3 - 0.0001t^2 - 0.0035t + 1.0108$	$1.9893t^{-0.4933}$
بیش‌تر از ۱۰ میلیون	$-0.000000008t^4 - 0.000002t^3 - 0.0002t^2 - 0.0014t + 1.0027$	$1.6995t^{-0.3852}$

- تذکرات مربوط به سوخت شماره‌ی ۶

- اگر به‌صورت پیش‌فرض، دمای آب،۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و باد، متوسط یا ۱۵ نات باشد، حداقل «درصد نفت باقی‌مانده»، ۱۰٪ خواهد بود.
- اگر دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، درصد نفت باقی‌مانده ۱۰۰٪ خواهد بود.
- اگر دمای آب، ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، درصد نفت باقی‌مانده ۱۰۰٪ خواهد بود.
- اگر دمای آب، ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰/۸ ضرب شود.
- اگر باد آرام و ملایم (۲ نات) باشد، نتیجه باید در ۱/۳ ضرب شود.
- اگر باد شدید (۲۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۳۸ ضرب شود.

1- Lube Oil

۲- درصد حداقل نفت باقیمانده، بدون توجه به زمان واکنش و بسته به نوع نفت

shaghool.ir

- اگر باد به‌شکل تندباد (۳۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۰/۱۵ ضرب شود.

- تذکرات مربوط به روغن‌های روانکار

- اگر به‌صورت پیش‌فرض، دمای آب،۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و باد، متوسط یا ۱۵ نات باشد، حداقل «درصد نفت باقی‌مانده»، ۱۲٪ خواهد بود.
- اگر دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۳ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۲ ضرب شود.
- اگر دمای آب، ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، نتیجه باید در ۰.۷۵ ضرب شود.
- اگر باد آرام و ملایم (۲ نات) باشد، درصد نفت باقی‌مانده ۱۰۰٪ خواهد بود.
- اگر باد شدید (۲۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۷ ضرب شود.
- اگر باد به‌شکل تندباد (۳۵ نات) باشد، نتیجه باید در ۸ ضرب شود.

- خسارت ناشی از واکنش بر روی آب

«خسارت ناشی از واکنش» بر روی آب، با حرف F نشان داده می‌شود. برای هریک از حالات زیر، «خسارت ناشی از واکنش» صفر خواهد بود:

- عدم انجام واکنش بر روی آب
- استفاده از روش مکانیکی
- استفاده از روش سوزاندن

ولی اگر واکنش با استفاده از پخش‌کننده‌ها انجام شود و منابع اقتصادی- اجتماعی محدوده‌ی دچار آلودگی نفتی، شامل صیادی، آب آشامیدنی، ماهیگیری تفرجی و/یا تاسیسات آبگیری باشد، آنگاه هزینه‌ی مربوط به «خسارت ناشی از واکنش» از رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

F = ۰/۱۲ × خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی

(در این رابطه منظور، خسارات اقتصادی، اجتماعی مرتبط با صیادی، آب شرب، ماهیگیری تفرجی و/یا تاسیسات آبگیری است)

توجه: خسارت واکنش بر روی آب با استفاده از پخش‌کننده‌ها برمبنای مدلسازی و مطالعات موردی، مانند فرنچ-مک‌کی و پاین[1] (۲۰۰۱)، اتکین (۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ (براساس بازبینی صدها مطالعه انجام شده درباره‌ی پخش‌کننده‌ها) فرنچ- مک‌کی

1- French-McCay and Payne

shaghool.ir

و همکاران (۲۰۰۴)، شورای ملی پژوهش (NRC) (۱۹۸۹)، سخنرانی‌های متعدد انجام شده در کمیته‌ی مطالعات اقیانوسی شورای ملی پژوهش درمورد پخش‌کننده‌ها طی سال ۲۰۰۴ و واکر و همکاران (۲۰۰۰) برآورد شده است.

- خسارت‌های منابع اقتصادی- اجتماعی روی آب

خسارت‌های اقتصادی- اجتماعی روی آب را براساس نوع نفت و مقدار نفت ریخته‌شده، به صورت زیر، محاسبه می‌کنند:

جدول ۳-۲۴- خسارات منابع اقتصادی، اجتماعی روی آب

نوع نفت	خسارات اقتصادی، اجتماعی	
	به‌ازای هر گالن	کل
بنزین یا سوخت هواپیما	$625,1.6G^{0.2166}$	$S\times G\times(626,1G^{0.2166})$
گازوییل یا نفت‌خام سفید	$2.076^{-0.2226}$	$S\times G\times(2.076G^{0.2226})$
نفت‌خام متوسط یا روغن روانکار یا IFO	$4.407G^{-0.2283}$	$S\times G\times(4.407G^{-0.2283})$
نفت‌خام سنگین یا سوخت شماره‌ی ۶	$370,1.8G^{-0.2236}$	$S\times G\times(370,1.8G^{-0.2236})$

تذکر: در جدول بالا، G مقدار نشت نفت (برحسب گالن) است؛ و S هم ضریب اصلاحی منابع اقتصادی، اجتماعی است که از روی جدول شماره‌ی (۳-۲۵) تعیین می‌شود.

لازم است فهرستی از منابع اقتصادی، اجتماعی موجود بر روی آب را کنترل کرد. عوامل خاص مرتبط با نوع منبع، قابل جمع بسته‌شدن با هم هستند. یعنی، همه‌ی ضرایب اصلاحی منابع اقتصادی، اجتماعی فهرست شده، به‌عنوان «ضرایب اصلاحی منابع اقتصادی، اجتماعی کل» تلقی می‌شوند.

جدول ۳-۲۵- ضریب اصلاحی منابع اقتصادی- اجتماعی

منابع اقتصادی- اجتماعی روی آب	ضریب اصلاحی
شیلات	۲/۹
بنادر	۲/۴
قایقرانی	۱/۰
تاسیسات آب	۱/۴
آب شرب	۲/۹
ماهیگیری تفرجی	۱/۴
سایر استفاده‌ها با حساسیت بالا	۱/۴
سایر استفاده‌ها با حساسیت پایین	۰/۴

هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی برمبنای مطالعات موردی انجام شده در پایگاه‌های داده‌ای نشت نفت ERC و مدلسازی اتکین (۲۰۰۳a)، اتکین (۲۰۰۳d)، اتکین (۲۰۰۳e)، اتکین (۲۰۰۴a)، اتکین (۲۰۰۴d)، اتکین (۲۰۰۴e)، اتکین و تبو (۲۰۰۳)، اتکین و همکاران (۲۰۰۳)، اتکین و همکاران (۲۰۰۵)، و گری و همکاران (۲۰۰۴)، به‌دست آمده‌اند.

shaghool.ir

- خسارت‌های منابع طبیعی روی آب

خسارت‌های منابع طبیعی روی آب بر اساس نوع نفت و مقدار نفت ریخته‌شده به شرح زیر محاسبه می‌شود:

جدول ۳-۲۶- خسارات منابع طبیعی روی آب

نوع نفت	خسارات منابع‌طبیعی	
	به‌ازای هر گالن	کل
بنزین یا سوخت هواپیما	$186.69G^{-0.1961}$	$S\times G\times(186.69G^{-0.1961})$
گازوییل یا نفت‌خام سفید	$274.15G^{-0.1634}$	$S\times G\times(274.15G^{-0.1634})$
نفت‌خام متوسط یا روغن روانکار یا IFO	$279.3G^{-0.1525}$	$S\times G\times(279.3G^{-0.1525})$
نفت‌خام سنگین یا سوخت شماره‌ی ۶	$256.28G^{-0.1366}$	$S\times G\times(256.28G^{-0.1366})$

تذکر: در جدول بالا، G مقدار نشت نفت (برحسب گالن) است؛ و S هم ضریب اصلاحی منابع اقتصادی، اجتماعی است که از روی جدول شماره‌ی (۳-۲۷) تعیین می‌شود.

لازم است فهرستی از منابع طبیعی موجود بر روی آب را کنترل کرد. عوامل خاص مرتبط با نوع منبع، قابل جمع بسته‌شدن با هم هستند. یعنی، همه‌ی ضرایب اصلاحی منابع اقتصادی، اجتماعی فهرست شده، به‌عنوان «ضریب اصلاحی اقتصادی، اجتماعی کل» تلقی می‌شوند.

جدول ۳-۲۷- ضریب اصلاحی منابع طبیعی روی آب

منابع طبیعی روی آب	ضریب اصلاحی
ماهی	۲/۵
پستانداران	۳/۰
سایر موارد با حساسیت بالا	۴/۰
پرندگان	۴/۵
صخره‌های مرجانی	۳/۵
سایر موارد با حساسیت پایین	۱/۰

خسارت‌های منابع طبیعی براساس مطالعات انجام شده در پایگاه داده‌های نشت نفت ERC و مدلسازی برنامه‌ریزی‌های پژوهشی؛ Inc و همکاران (۲۰۰۲a,b)، اتکین (۲۰۰۳a)، اتکین (۲۰۰۴d)، اتکین و تبیو (۲۰۰۳)، فرنچ مک‌کی و همکاران (۲۰۰۳)، فرنچ مک‌کی و همکاران (۲۰۰۴a)، فرنچ مک‌کی و همکاران (۲۰۰۴b)، فرنچ مک‌کی و همکاران (۲۰۰۴c) و فرنچ مک‌کی و همکاران ۲۰۰۵، برآورد شده‌اند.

- محاسبه‌ی هزینه‌ی واکنش بر روی آب

برای محاسبه‌ی هزینه‌های واکنش بر روی آب، باید مراحل زیر را پشت سر گذارد:

هزینه‌ی کل واکنش بر روی آب = هزینه‌ی پایش + هزینه‌ی تجهیزات + هزینه‌ی اضافی کل+ هزینه‌ی رفع آلودگی

در این رابطه هزینه‌ی رفع آلودگی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

shaghool.ir

[مقدار نفت × درصد برداشت نفت از روی آب × درصد نفت باقی‌مانده]× ۵= هزینه‌ی رفع آلودگی

تذکر: باید توجه داشت که هزینه‌ی رفع آلودگی، فقط برای احیای مکانیکی برآورد می‌شود.

به‌طور دقیق‌تر:

هزینه‌ی واکنش بر روی آب = هزینه‌ی پایه‌ی پایش (براساس اندازه‌ی لکه‌ی نفتی) + هزینه‌ی پایه‌ی تجهیزات (بر اساس اندازه‌ی لکه نفتی) + [هزینه‌ی اضافی هرگالن (براساس نوع نفت و روش واکنش) × مقدار نفت نشت‌یافته] + [۵ × (درصد نفت باقیمانده × درصد نفت برداشته‌شده از آب × مقدار نفت نشت‌یافته)]

برای انجام محاسبات بالا، باید به موارد زیر توجه کرد:

- برای همه‌ی روش‌های واکنش، *هزینه‌ی پایه‌ی پایش*، برابر است با: $(3236.7G^{0.4387})$. در این رابطه، G مقدار نفت نشت‌یافته است.
- برای همه‌ی روش‌های واکنش (غیر از عدم انجام واکنش)، هزینه‌ی پایه‌ی تجهیزات برابر است با: $(35.388G^{0.2762})$. در این رابطه، G مقدار نفت نشت‌یافته است.
- درصورت عدم انجام واکنش، هزینه‌ی پایه‌ی تجهیزات، صفر خواهد بود.
- به حاصل‌ضرب مقدار نفت نشت‌یافته و هزینه‌ی اضافی هرگالن، «هزینه‌ی اضافی کل» می‌گویند. یعنی:

(هزینه‌ی اضافی کل = هزینه‌ی اضافی هرگالن × مقدار نفت نشت‌یافته)

- هزینه‌ی اضافی هر گالن با استفاده از جدول شماره‌ی (۳-۲۸) تعیین می‌شود.
- هزینه‌ی رفع آلودگی = ۵ × (درصد نفت باقیمانده × درصد نفت برداشته شده از آب × مقدار نفت نشت‌یافته)

جدول ۳-۲۸- هزینه‌ی اضافی هرگالن براساس نوع نفت و روش واکنش

نوع نفت	روش واکنش (هزینه‌ها به دلار آمریکا)			
	بدون انجام واکنش	مکانیکی	سوزاندن	پراکندن
نفتخام متوسط	۰	۳۸	۳۱	۳۳
بنزین	۰	۱۶	غت	غت
سوخت هواپیما	۰	۱۶	غت	غت
گازوییل	۰	۲۰	۱۸	۱۹
نفتخام سبک	۰	۳۱	۲۴	۲۶
نفتخام سنگین	۰	۴۹	۳۹	۴۱
سوخت شماره‌ی ۶	۰	۵۰	۴۱	۴۲
سوخت‌های نفتی متوسط	۰	۳۸	۳۸	۳۳
روغن‌های روانکار	۰	۳۵	۲۹	۳۰

غت = غیرقابل توصیه

معمولا، روش‌های ISB و پخش‌کننده‌ها، برای لکه‌های نفتی از نوع بنزین و سوخت هواپیما توصیه نمی‌شوند.

هزینه‌های بالا، براساس مطالعات انجام شده از سوی اتکین (۱۹۹۶)، اتکین (۱۹۹۸b)، اتکین (۱۹۹۸c)، اتکین (۲۰۰۰a)، اتکین (۲۰۰۱a)، اتکین (۲۰۰۳a)، اتکین (۲۰۰۴a)، و مدل‌های فرضی نشت‌های نفتی در مطالعات اتکین

shaghool.ir

(۲۰۰۰a)، اتکین (۲۰۰۳c)، اتکین (۲۰۰۳d)، اتکین (۲۰۰۴b)، اتکین (۲۰۰۴c)، اتکین و همکاران (۲۰۰۳)، اتکین و همکاران (۲۰۰۵)، اتکین و همکاران (۲۰۰۲)، برنامه تحقیقاتی Inc و همکاران (۲۰۰۲)، برنامه تحقیقاتی Inc و همکاران (۲۰۰۳) و اتکین و تبیو (۲۰۰۳)، به‌دست آمده‌اند.

- محاسبه‌ی کارآیی واکنش

کارآیی واکنش درباره‌ی نفتی اطلاق می‌شود که هنوز بر سطح آب، براساس زمان واکنش (فرصت لازم برای تبخیر و پراکنده‌شدن درآب، به شکلی طبیعی) باقی‌مانده‌است. از این مفهوم، برای برآورد مقدار نفتی استفاده می‌شود که به سوی ساحل در جریان است.

به‌صورت بدیل، امکان مشخص‌کردن کارآیی واکنش در مدل هم وجود دارد. هرچند مدل OSRCEAT تا اندازه‌ای، ناکارآیی‌های روش مکانیکی واکنش را نیز مورد توجه قرار می‌دهد، ولی گاهی کارآیی واکنش را بیش از اندازه برآورد می‌سازد. مقادیر کارآیی برای نفت تازه و لایه‌های ضخیم‌تر نفتی، دقیق‌تر هستند. البته می‌توان کارآیی کم‌تر (۱۰ تا ۲۰ درصد) را هم در مدل مشخص کرد. مقادیر برآوردی کارآیی واکنش برحسب روش‌های واکنش و ویژگی‌های آن‌ها در قالب جدول زیر ارائه شده‌اند.

جدول ۳-۲۹- کارآیی روش‌های مختلف واکنش دربرابر لکه‌های نفتی

روش واکنش	ویژگی‌ها	کارآیی واکنش (٪)
عدم انجام واکنش بر روی آب		۰
مکانیکی بر روی آب[1]	برای همه‌ی انواع نفت	$-0.017t^2+0.941$
	پوشش لایه‌ی نفتی از نوع بریده بریده و یا پراکنده؛	۰
	ضخامت لایه‌ی نفتی از نوع: درخشش رنگین کمانی، ورقه‌ی نقره‌ای، کف‌آلود یا غشای نازک	
	باد غالب از نوع شدید یا تندباد	
سوزاندن بر روی آب	زمان واکنش کم‌تر از ۳۶ ساعت	٪۵۰
	نفت از نوع سوخت هواپیما یا بنزین، بادغالب از نوع شدید یا تندباد و فاصله تا ساحل، نزدیک به ساحل یا فاصله‌ی کم‌تر از ۳ مایل	به‌دلیل ملاحظات ایمنی، روش سوزاندن توصیه نمی‌شود
پخش کننده‌ها	نفت از نوع نفت‌خام متوسط، نفت‌خام سنگین یا نفت‌خام سبک باشد	۷۰
	نفت از نوع بنزین	۰
	سوخت هواپیما	
	سوخت شماره‌ی ۶	
	IFO	
	روغن روانکار	

۱- هزینه‌های واکنش مکانیکی بر اساس مطالعات انجام شده در پایگاه داده‌های لکه‌های نفتی ERC، گریگوری، آلن و دیل (۱۹۹۹)، اتکین و همکاران (۲۰۰۵) و اتکین (۲۰۰۴c) برآورد شده‌اند.

shaghool.ir

ادامه جدول ۳-۲۹- کارآیی روش‌های مختلف واکنش دربرابر لکه‌های نفتی

روش واکنش	ویژگی‌ها	کارآیی واکنش (٪)
	نفت از نوع گازوییل	۳۳
	پیکره‌های آبی از نوع آب شیرین باز، مصب باز، رودخانه‌ی بزرگ، جریان‌های آب کوچک یا دریاچه‌ی کوچک	۰
	باد غالب از نوع آرام	حاصل‌ضرب کارآیی واکنش در ۰/۱
	زمان واکنش، ۳۶ ساعت؛	۰
	دمای آب، ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد؛	
	فاصله از ساحل، نزدیک به ساحل یا کم‌تر از ۳ مایل	به‌دلیل نزدیکی به خط ساحلی، توصیه نمی‌شود

- مقدار واقعی نفت باقیمانده

مقدار واقعی نفت باقیمانده از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

مقدار واقعی نفت باقیمانده = [درصد اثربخشی واکنش – ۱۰۰٪] × [درصد نفت باقیمانده × مقدار نفت نشت‌یافته]

در رابطه‌ی بالا:

- مقدار واقعی نفت باقیمانده همان مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی می‌رسد.
- اگر جهت بادغالب از ساحل به دریا باشد، فاصله‌ی محدوده‌ی لکه‌ی نفتی تا ساحل، ۳ تا ۱۰ مایل؛ ۱۰ تا ۵۰ مایل یا بیش از ۵۰ مایل باشد و سطح پیکره‌ی آبی، دریای آزاد یا آب شیرین باز باشد، در این‌صورت مقدار واقعی نفتی که با ساحل برخورد می‌کند را باید در عدد ۰/۱ ضرب کرد.

(توجه: جهت باد غالب به‌صورت پیش فرض، از دریا به ساحل است)

- پیش‌بینی آغشتگی خط ساحلی به نفت: محاسبه‌ی محدوده‌ی ساحلی آلوده به نفت

اگر به‌جای مشخص‌کردن محدوده‌ی ساحلی آلوده به نفت، بخواهیم مدل چنین محدوده‌ای را برآوردکند، چارچوب محاسباتی زیر مبنای برآورد خواهد بود:

- انتخاب ضخامت پیش‌فرض برای لایه‌ی نفتی (قشرنازک)، به‌معنی آن است که نفت به‌شکل یکنواختی در انواع خطوط ساحلی پراکنده خواهد شد.
- مساحت آلودگی نفتی در خط ساحلی از حاصل‌ضرب مقدار واقعی نفت رسیده به ساحل (برحسب گالن) در ۳/۷۸۵ مترمربع به‌دست می‌آید.

مساحت ساحل آلوده به نفت = ۳/۷۸۵ m^2 × مقدار واقعی نفتی که به ساحل برخورد کرده (گالن)

مثلا، اگر ۱۰ هزار گالن نفت به خط ساحلی رسیده و آن را آلوده کند، مساحت ساحل آلوده ۳۷/۸۵۰ مترمربع (۱۰،۰۰۰ × ۳/۷۸۵ =۳۷/۸۵۰ m^2)

اگر مثلا ۴ نوع خط ساحلی انتخاب شود، می‌توان فرض کرد که آلودگی نفتی به‌طور یکنواخت بین ۴ نوع ساحل توزیع شده‌است. یعنی (۳۷/۸۵۰ ÷ ۴ = ۹۴۶۲/۵ m^2).

shaghool.ir

مطابق با فهرست انواع سواحل که درجدول زیر ارائه شده‌اند، می‌توان آلودگی به نفت را درهـر یـک از آن‌هـا مشـخص کرده و سهم آن‌ها را از مساحت آلوده به نفت، برآورد کرد.

جدول ۳-۳۰- فهرست کنترلی آلودگی نفتی و مساحت آن در هریک از سواحل

نوع ساحل (ESI)	وجود آلودگی نفتی	مساحت محدوده‌ی ساحلی آلوده شده به نفت (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز	بله	۹۴۶۲/۵
۲: صخره‌ای مرتفع	خیر	۰
۳: ماسه‌ای ریز	خیر	۰
۴: ماسه‌ای درشت	خیر	۰
۵: مخلوط سنگ و ماسه	خیر	۰
A ۶: ساحل سنگی	بله	۹۴۶۲/۵
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای	خیر	۰
۷: اراضی جزر و مدی باز	خیر	۰
A ۸: صخره‌ای بسته	بله	۹۴۶۲/۵
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته	خیر	۰
۹: اراضی جذر و مدی بسته	خیر	۰
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور	بله	۹۴۶۲/۵
B ۱۰: مرداب آب شیرین	خیر	۰
C ۱۰: باتلاق	خیر	۰
D ۱۰: مانگرو	خیر	۰

- هزینه‌ی واکنش در ساحل

هزینه‌ی کل واکنش در ساحل، حاصل جمع هزینه‌های واکنش برای هر یک از خطوط ساحلی آلـوده بـه نفـت اسـت. یعنی:

$$SRC = \sum \left[SOA \times SRC / m^2 \times Cov_{AF} \right] \times HCIC_{AF}$$

در رابطه‌ی فوق، متغییرها عبارتند از:

- SRC، هزینه‌ی واکنش در خط ساحلی؛
- SOA مساحت محدوده‌ی خط ساحلی آلوده به نفت؛
- SRC هزینه‌ی هر متر مربع واکنش در خط ساحل برحسب ضخامت نفت؛
- Cov_{AF} عامل تعدیل نوع پوشش؛ و
- $HCIC_{AF}$ عامل تعدیل مقدار پاکسازی مورد نیاز؛

براساس جدول زیر، هزینه‌ی واکنش برای هر نوع نفت، به‌ازای هر مترمربع از ساحل آلوده به نفت و برمبنای نوع خـط ساحلی و ضخامت نفت، نشان داده شده‌است. این جدول با جدول بالا که درآن، مساحت هریک از انـواع خطـوط سـاحلی آلوده به نفت مشخص شده، ارتباط دارد. یعنی مساحت‌های برآورد شده در آن باید در فاکتورهای اشـاره شـده در جـدول زیر، ضرب شوند. سپس، نتیجه‌ی حاصله باید در عامل تعدیل پوشش ضرب شود تا هزینه‌ی کل خط ساحلی به‌دست آید.

shaghool.ir

جدول ۳-۳۱- هزینه‌ی واکنش در ساحل برای نوع نفت موردنظر

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت* C، B، P یا S	دلار/m2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm	لکه‌های نفتی	غشای نفتی
A ۱:صخره‌ای باز		X	X	X	X	X
۲: صخره‌ای مرتفع		X	X	X	X	X
۳: ماسه‌ای ریز		X	X	X	X	X
۴: ماسه‌ای درشت		X	X	X	X	X
۵: مخلوط سنگ و ماسه		X	X	X	X	X
A ۶: ساحل سنگی		X	X	X	X	X
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		X	X	X	X	X
۷: اراضی جزر و مدی باز		X	X	X	X	X
A ۸: صخره‌ای بسته		X	X	X	X	X
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		X	X	X	X	X
۹: اراضی جذر و مدی بسته		X	X	X	X	X
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		X	X	X	X	X
B ۱۰: مرداب آب شیرین		X	X	X	X	X
C ۱۰: باتلاق		X	X	X	X	X
D ۱۰: مانگرو		X	X	X	X	X

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

- هزینه‌های کل واکنش در خط ساحلی، برابر با حاصل‌ضرب مجموع همه‌ی خانه‌های جدول در عامل تعدیل نوع پوشش، به‌دست می‌آید که همان حاصل جمع مترمربع‌های زمان‌های آلودگی نفتی است که برحسب دلار بر مترمربع بیان می‌شود.
- وجود خانه‌ی خالی گویای استفاده از وضعیت پیش فرض درمدل بوده و برای آن، صفر در نظر گرفته می‌شود.
- عامل تعدیل نوع پوشش نفت برابر است با حاصل‌ضرب مجموع هر ردیف جدول در ضرایب زیر:
  - پیوسته (Continuous) = ۳/۰،
  - شکسته (Broken) = ۲/۳،
  - بریده‌بریده (Patchy) = ۱/۰،
  - پراکنده (Sporadic) = ۰/۲.

(توجه: حالت بریده‌بریده به‌عنوان وضعیت پیش‌فرض در مدل در نظر گرفته شده‌است)

- هزینه‌ی کل حاصل از جدول بالا باید در عامل HCIC ضرب شده و نتیجه، همان «هزینه‌ی کل واکنش در خط ساحلی» خواهد بود.
- ضرایب مقدار پاکسازی مورد نیاز (HCIC) به شرح زیر هستند:
  - خیلی زیاد = ۲/۷،

shaghool.ir

- زیاد = ۱/۲،
- متوسط = ۱/۰،
- کم = ۰/۸، و
- خیلی کم = ۰/۴.

لازم به توضیح است که هزینه‌های واکنش در ساحل بر اساس مطالعات انجام شده در پایگاه داده‌های لکه‌های نفتی ERC، اتکین (۲۰۰۰b)، اتکین (۲۰۰۱b)، اتکین (۲۰۰۳f) و تحقیقات Inc و همکاران (۲۰۰۳ و ۲۰۰۲) به‌دست آمده‌اند.

جدول ۳-۳۲- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای نفت‌خام متوسط (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت* C، B، P یا S	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm	لکه‌های نفتی	غشای نفتی
A ۱:صخره‌ای باز		۲۱۶	۸۰	۲۰	۸	۴
۲: صخره‌ای مرتفع		۲۱۶	۸۰	۲۰	۸	۴
۳: ماسه‌ای ریز		۲۱۶	۸۰	۲۰	۸	۴
۴: ماسه‌ای درشت		۲۱۶	۸۰	۲۰	۸	۴
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۲۶۲	۹۶	۲۴	۱۱	۵
A ۶: ساحل سنگی		۲۶۲	۹۶	۲۴	۱۱	۵
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۲۶۲	۹۶	۲۴	۱۱	۵
۷: اراضی جزر و مدی باز		۳۵۲	۱۳۰	۳۳	۱۴	۷
A ۸: صخره‌ای بسته		۲۱۶	۸۰	۲۰	۸	۴
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۱۷۰	۶۲	۱۶	۷	۴
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۳۵۲	۱۳۰	۳۳	۱۴	۷
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۳۵۲	۱۳۰	۳۳	۱۴	۷
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۳۵۲	۱۳۰	۳۳	۱۴	۷
C ۱۰: باتلاق		۳۵۲	۱۳۰	۳۳	۱۴	۷
D ۱۰: مانگرو		۳۵۲	۱۳۰	۳۳	۱۴	۷
* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده						

جدول ۳-۳۳- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای بنزین (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
۲: صخره‌ای مرتفع		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
۳: ماسه‌ای ریز		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
۴: ماسه‌ای درشت		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۱۳۲	۴۹	۱۲	۵	۳
A ۶: ساحل سنگی		۱۳۲	۴۹	۱۲	۵	۳

shaghool.ir

ادامه جدول ۳-۳۳- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای بنزین (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۱۳۲	۴۹	۱۲	۵	۳
۷: اراضی جزر و مدی باز		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
A ۸: صخره‌ای بسته		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۸۶	۳۱	۸	۴	۱
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
C ۱۰: باتلاق		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
D ۱۰: مانگرو		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

جدول ۳-۳۴- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای سوخت هواپیما (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
۲: صخره‌ای مرتفع		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
۳: ماسه‌ای ریز		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
۴: ماسه‌ای درشت		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۱۳۲	۴۹	۱۲	۵	۳
A ۶: ساحل سنگی		۱۳۲	۴۹	۱۲	۵	۳
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۱۳۲	۴۹	۱۲	۵	۳
۷: اراضی جزر و مدی باز		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
A ۸: صخره‌ای بسته		۱۰۹	۳۹	۱۰	۴	۳
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۸۶	۳۱	۸	۴	۱
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
C ۱۰: باتلاق		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴
D ۱۰: مانگرو		۱۷۷	۶۵	۱۶	۷	۴

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

shaghool.ir

جدول ۳-۳۵- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای گازوییل (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز		۱۲۹	۴۸	۱۲	۵	۳
۲: صخره‌ای مرتفع		۱۲۹	۴۸	۱۲	۵	۳
۳: ماسه‌ای ریز		۱۲۹	۴۸	۱۲	۵	۳
۴: ماسه‌ای درشت		۱۲۹	۴۸	۱۲	۵	۳
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۱۵۸	۵۸	۱۵	۷	۳
A ۶: ساحل سنگی		۱۵۸	۵۸	۱۵	۷	۳
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۱۵۸	۵۸	۱۵	۷	۳
۷: اراضی جزر و مدی باز		۲۱۰	۷۷	۱۹	۸	۴
A ۸: صخره‌ای بسته		۱۲۹	۴۸	۱۲	۵	۳
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۱۰۲	۳۸	۱۰	۴	۳
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۲۱۰	۷۷	۱۹	۸	۴
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۲۱۰	۷۷	۱۹	۸	۴
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۲۱۰	۷۷	۱۹	۸	۴
C ۱۰: باتلاق		۲۱۰	۷۷	۱۹	۸	۴
D ۱۰: مانگرو		۲۱۰	۷۷	۱۹	۸	۴

* C=پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

جدول ۳-۳۶- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای نفت‌خام سبک (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز		۱۷۲	۶۴	۱۶	۷	۴
۲: صخره‌ای مرتفع		۱۷۲	۶۴	۱۶	۷	۴
۳: ماسه‌ای ریز		۱۷۲	۶۴	۱۶	۷	۴
۴: ماسه‌ای درشت		۱۷۲	۶۴	۱۶	۷	۴
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۲۰۹	۷۷	۱۹	۸	۴
A ۶: ساحل سنگی		۲۰۹	۷۷	۱۹	۸	۴
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۲۰۹	۷۷	۱۹	۸	۴
۷: اراضی جزر و مدی باز		۲۸۱	۱۰۵	۲۶	۱۱	۵
A ۸: صخره‌ای بسته		۱۷۲	۶۴	۱۶	۷	۴
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۱۳۶	۵۰	۱۲	۵	۳
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۲۸۱	۱۰۵	۲۶	۱۱	۵
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۲۸۱	۱۰۵	۲۶	۱۱	۵
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۲۸۱	۱۰۵	۲۶	۱۱	۵
C ۱۰: باتلاق		۲۸۱	۱۰۵	۲۶	۱۱	۵
D ۱۰: مانگرو		۲۸۱	۱۰۵	۲۶	۱۱	۵

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

shaghool.ir

جدول ۳-۳۷- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای نفت‌خام سنگین (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز		۴۳۲	۱۶۰	۴۱	۱۸	۸
۲: صخره‌ای مرتفع		۴۳۲	۱۶۰	۴۱	۱۸	۸
۳: ماسه‌ای ریز		۴۳۲	۱۶۰	۴۱	۱۸	۸
۴: ماسه‌ای درشت		۴۳۲	۱۶۰	۴۱	۱۸	۸
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۵۲۴	۱۹۴	۴۹	۲۰	۱۱
A ۶: ساحل سنگی		۵۲۴	۱۹۴	۴۹	۲۰	۱۱
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۵۲۴	۱۹۴	۴۹	۲۰	۱۱
۷: اراضی جزر و مدی باز		۷۰۳	۲۶۱	۶۵	۲۹	۱۴
A ۸: صخره‌ای بسته		۴۳۲	۱۶۰	۴۱	۱۸	۸
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۳۳۹	۱۲۶	۳۱	۱۴	۷
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۷۰۳	۲۶۱	۶۵	۲۹	۱۴
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۷۰۳	۲۶۱	۶۵	۲۹	۱۴
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۷۰۳	۲۶۱	۶۵	۲۹	۱۴
C ۱۰: باتلاق		۷۰۳	۲۶۱	۶۵	۲۹	۱۴
D ۱۰: مانگرو		۷۰۳	۲۶۱	۶۵	۲۹	۱۴

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

جدول ۳-۳۸- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای سوخت شماره‌ی (۶) (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز		۶۹۱	۲۵۵	۶۴	۲۷	۱۴
۲: صخره‌ای مرتفع		۶۹۱	۲۵۵	۶۴	۲۷	۱۴
۳: ماسه‌ای ریز		۶۹۱	۲۵۵	۶۴	۲۷	۱۴
۴: ماسه‌ای درشت		۶۹۱	۲۵۵	۶۴	۲۷	۱۴
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۸۳۹	۳۱۱	۷۷	۳۴	۱۶
A ۶: ساحل سنگی		۸۳۹	۳۱۱	۷۷	۳۴	۱۶
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۸۳۹	۳۱۱	۷۷	۳۴	۱۶
۷: اراضی جزر و مدی باز		۱۱۲۶	۴۱۷	۱۰۵	۴۵	۲۳
A ۸: صخره‌ای بسته		۶۹۱	۲۵۵	۶۴	۲۷	۱۴
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۵۴۳	۲۰۱	۵۰	۲۲	۱۱
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۱۱۲۶	۴۱۷	۱۰۵	۴۵	۲۳
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۱۱۲۶	۴۱۷	۱۰۵	۴۵	۲۳
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۱۱۲۶	۴۱۷	۱۰۵	۴۵	۲۳
C ۱۰: باتلاق		۱۱۲۶	۴۱۷	۱۰۵	۴۵	۲۳
D ۱۰: مانگرو		۱۱۲۶	۴۱۷	۱۰۵	۴۵	۲۳

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

shaghool.ir

جدول ۳-۳۹- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای سوخت نفتی متوسط (IFO) (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز		۴۷۵	۱۷۵	۴۵	۱۹	۱۰
۲: صخره‌ای مرتفع		۴۷۵	۱۷۵	۴۵	۱۹	۱۰
۳: ماسه‌ای ریز		۴۷۵	۱۷۵	۴۵	۱۹	۱۰
۴: ماسه‌ای درشت		۴۷۵	۱۷۵	۴۵	۱۹	۱۰
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۵۷۷	۲۱۳	۵۳	۲۳	۱۱
A ۶: ساحل سنگی		۵۷۷	۲۱۳	۵۳	۲۳	۱۱
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۵۷۷	۲۱۳	۵۳	۲۳	۱۱
۷: اراضی جزر و مدی باز		۷۷۴	۲۸۷	۷۲	۳۱	۱۵
A ۸: صخره‌ای بسته		۴۷۵	۱۷۵	۴۵	۱۹	۱۰
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۳۷۳	۱۳۹	۳۵	۱۵	۸
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۷۷۴	۲۸۷	۷۲	۳۱	۱۵
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۷۷۴	۲۸۷	۷۲	۳۱	۱۵
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۷۷۴	۲۸۷	۷۲	۳۱	۱۵
C ۱۰: باتلاق		۷۷۴	۲۸۷	۷۲	۳۱	۱۵
D ۱۰: مانگرو		۷۷۴	۲۸۷	۷۲	۳۱	۱۵

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

جدول ۳-۴۰- فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای روغن‌های روانکار (دلار سال ۲۰۱۷)

نوع ساحل (ESI)	نوع پوشش نفت*	دلار/m^2				
		لایه‌ی نفت با ضخامت بیش از ۱ cm (m^2)	روکش نفت با ضخامت ۰/۱ تا ۱ cm (m^2)	قشر نازک نفت با ضخامت کم‌تر از ۰/۱ cm (m^2)	لکه‌های نفتی (m^2)	غشای نفتی (m^2)
A ۱:صخره‌ای باز		۱۹۴	۷۲	۱۸	۸	۴
۲: صخره‌ای مرتفع		۱۹۴	۷۲	۱۸	۸	۴
۳: ماسه‌ای ریز		۱۹۴	۷۲	۱۸	۸	۴
۴: ماسه‌ای درشت		۱۹۴	۷۲	۱۸	۸	۴
۵: مخلوط سنگ و ماسه		۲۳۶	۸۷	۲۲	۱۰	۴
A ۶: ساحل سنگی		۲۳۶	۸۷	۲۲	۱۰	۴
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای		۲۳۶	۸۷	۲۲	۱۰	۴
۷: اراضی جزر و مدی باز		۳۱۶	۱۱۷	۳۰	۱۲	۷
A ۸: صخره‌ای بسته		۱۹۴	۷۲	۱۸	۸	۴
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته		۱۵۳	۵۷	۱۴	۷	۳
۹: اراضی جذر و مدی بسته		۳۱۶	۱۱۷	۳۰	۱۲	۷
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور		۳۱۶	۱۱۷	۳۰	۱۲	۷
B ۱۰: مرداب آب شیرین		۳۱۶	۱۱۷	۳۰	۱۲	۷
C ۱۰: باتلاق		۳۱۶	۱۱۷	۳۰	۱۲	۷
D ۱۰: مانگرو		۳۱۶	۱۱۷	۳۰	۱۲	۷

* C= پیوسته؛ B= شکسته؛ P: بریده بریده؛ یا S= پراکنده

shaghool.ir

- اثربخشی واکنش در خط ساحلی

اثربخشی واکنش در خط ساحلی با نوع خط ساحلی، روش واکنش و مقدار پاکسازی مورد نیاز، در ارتباط است و از حاصل‌ضرب «اثربخشی واکنش در خط ساحلی» (از روی جدول شماره‌ی ۳-۴۱) در «عامل مقدار پاکسازی مورد نیاز (HCIC)» برآورد می‌شود. اثربخشی واکنش در خط ساحلی، مبتنی بر مطالعات پایگاه داده‌های آلودگی‌های نفتی ERC، اتکین (۲۰۰۳f)، و توصیه‌های NOAA (۱۹۹۸ و ۱۹۹۳ و ۱۹۹۲) است. محاسبات مربوطه در این رابطه، به‌شرح زیر هستند:

- اگر واکنش در خط ساحلی براساس بهبود طبیعی شرایط در نظر گرفته‌شود، مقدار پاکسازی مورد نیاز (HCIC) باید ۱/۰ تعیین شود.
- اگر HCIC حداکثر باشد، «اثربخشی واکنش در خط ساحلی» در ۱/۲۳ ضرب می‌شود؛
- اگر HCIC بالا باشد، «اثربخشی واکنش در خط ساحلی» در ۱/۱ ضرب می‌شود؛
- اگر HCIC متوسط باشد، «اثربخشی واکنش در خط ساحلی» در ۱/۰ ضرب می‌شود؛
- اگر HCIC کم باشد، «اثربخشی واکنش در خط ساحلی» در ۰/۵ ضرب می‌شود؛
- اگر HCIC حداقل باشد، «اثربخشی واکنش در خط ساحلی» در ۰/۱ ضرب می‌شود؛

اثربخشی واقعی واکنش در خط ساحلی = فاکتور HCIC × اثربخشی واکنش در خط ساحلی

خسارات واقعی منابع طبیعی و خسارات واقعی اقتصادی- اجتماعی ساحل =

خسارات منابع طبیعی و خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی × [درصد اثربخشی واکنش – ٪۱۰۰]

جدول ۳-۴۱- اثربخشی شیوه‌ی واکنش برای هر یک از انواع خطوط ساحلی

نوع ساحل (ESI)	احیای طبیعی	احیای دستی	مکانیکی	مواد جاذب	مواد ته‌نشین ساز	حذف پوشش گیاهی	سوزاندن	غرقابی کردن	LPCW	HPCW	LPHW	HPHW	بخارشویی	شن‌شویی	پاک کننده‌ها	زیست درمانی
A ۱:صخره‌ای باز	H	M	NA	L	NA	NA	L	M	M	M	H	H	H	M	M	L
۲: صخره‌ای مرتفع	H	M	NA	L	NA	NA	L	M	M	M	H	H	H	M	M	L
۳: ماسه‌ای ریز	L	M	M	L	M	M	L	M	M	M	H	L	L	M	L	L
۴: ماسه‌ای درشت	L	M	M	L	M	M	L	M	M	M	H	H	L	L	L	L
۵: مخلوط سنگ و ماسه	L	M	M	L	M	M	L	M	M	M	H	H	L	L	L	L
A ۶: ساحل سنگی	M	M	M	L	M	M	L	M	M	M	M	H	L	NA	L	L
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای	H	M	L	L	L	L	L	M	M	M	M	H	L	NA	L	L
۷: اراضی جزر و مدی باز	M	M	L	L	M	L	M	L	M	M	M	H	L	NA	L	L
A ۸: صخره‌ای بسته	M	M	M	L	NA	NA	L	M	M	M	M	H	L	NA	M	L
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته	M	M	L	L	NA	NA	L	M	M	M	M	H	H	NA	M	L
۹: اراضی جذر و مدی بسته	L	M	M	L	L	M	M	L	L	L	L	L	L	NA	L	L
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور	L	M	M	L	L	M	M	L	L	L	L	L	L	NA	L	L
B ۱۰: مرداب آب شیرین	L	M	M	L	L	M	M	L	L	L	L	L	L	NA	L	L

shaghool.ir

ادامه جدول ۳-۴۱- اثربخشی شیوه‌ی واکنش برای هر یک از انواع خطوط ساحلی

نوع ساحل (ESI)	احیای طبیعی	احیای دستی	مکانیکی	مواد جاذب	مواد تەنشین ساز	حذف پوشش گیاهی	سوزاندن	غرقابی کردن	LPCW	HPCW	LPHW	HPHW	بخارشویی	شن‌شویی	پاک‌کننده‌ها	زیست درمانی
C ۱۰: باتلاق	L	M	M	L	L	M	M	L	L	L	L	L	L	NA	L	L
D ۱۰: مانگرو	L	M	M	L	L	M	M	L	L	L	L	L	L	NA	L	L

H: اثربخشی زیاد (80%)؛
M: اثربخشی متوسط (۵۰٪)
L: اثربخشی کم (۱۰٪)
NA: عبارت خطای «غیرقابل استفاده برای این نوع از ساحل»

جدول ۳-۴۲- اثربخشی شیوه‌ی واکنش برای هر یک از انواع خطوط ساحلی (برحسب درصد)

نوع ساحل (ESI)	احیای طبیعی	احیای دستی	مکانیکی	مواد جاذب	مواد تەنشین ساز	حذف پوشش گیاهی	سوزاندن	غرقابی کردن	LPCW	HPCW	LPHW	HPHW	بخارشویی	شن‌شویی	پاک‌کننده‌ها	زیست درمانی
A ۱:صخره‌ای باز	۸۰	۵۰	NA	۱۰	NA	NA	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۸۰	۸۰	۵۰	۵۰	۱۰
۲: صخره‌ای مرتفع	۸۰	۵۰	NA	۱۰	NA	NA	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۸۰	۸۰	۵۰	۵۰	۱۰
۳: ماسه‌ای ریز	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۵۰	NA	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۸۰	۱۰	۵۰	۱۰	۱۰
۴: ماسه‌ای درشت	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۵۰	NA	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۸۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۵: مخلوط سنگ و ماسه	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۵۰	NA	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۸۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
A ۶: ساحل سنگی	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰	۵۰	NA	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۱۰	NA	۱۰	۱۰
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای	۸۰	۵۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۱۰	NA	۱۰	۱۰
۷: اراضی جزر و مدی باز	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۵۰	۱۰	۵۰	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۱۰	NA	۱۰	۱۰
A ۸: صخره‌ای بسته	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰	NA	NA	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۱۰	NA	۵۰	۱۰
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	NA	NA	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰	۸۰	NA	۵۰	۱۰
۹: اراضی جذر و مدی بسته	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	NA	۱۰	۱۰
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	NA	۱۰	۱۰
B ۱۰: مرداب آب شیرین	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	NA	۱۰	۱۰
C ۱۰: باتلاق	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	NA	۱۰	۱۰
D ۱۰: مانگرو	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۵۰	۵۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	NA	۱۰	۱۰

- پیامد واکنش در خط ساحلی

انجام اقدامات واکنشی در برابر آلودگی‌های نفتی، بسته به روش پاکسازی، با پیامدهایی بر روی خط ساحلی همراه است. هر اندازه واکنش شدیدتر باشد، خسارت وارده مربوط به پیامدهای آن هم ممکن است بیش‌تر باشد.

برای محاسبه‌ی پیامدهای واکنش بر خط ساحلی، چهار حالت متفاوت زیر در نظر گرفته می‌شود:

- پیامد سنگین یا شدید (H)
- پیامد متوسط (M)

shaghool.ir

- پیامد کم (L)
- «غیرقابل استفاده برای این نوع خط ساحلی» (NA)

اثرگذاری نوع پیامدها (H، M و L) بر هزینه‌های برآورد شده برای واکنش در خطوط ساحلی که در جداول فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی خط ساحلی برای انواع نفت ارائه شده، به‌صورت زیر است:

- برای پیامدهای شدید (H)، باید مقدار «هزینه‌ی واکنش خط ساحلی» برآوردشده برای هریک از انواع سواحل (با استفاده از جداول فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی) در عدد ۰/۳ ضرب شود.
- برای پیامدهای متوسط (M)، باید مقدار «هزینه‌ی واکنش خط ساحلی» برآوردشده برای هریک از انواع سواحل (با استفاده از جداول فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی) در عدد ۰/۱ ضرب شود.
- برای پیامدهای کم (L)، باید مقدار «هزینه‌ی واکنش خط ساحلی» برآوردشده برای هریک از انواع سواحل (با استفاده از جداول فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی) در «۰» ضرب شود.

جدول شماره‌ی (۳-۴۳) با عنون «پیامد شیوه‌ی واکنش برای خطوط ساحلی»، پیامد متناسب برای انواع خطوط ساحلی را برحسب روش پاکسازی، نشان می‌دهد.

جدول ۳-۴۳- پیامد شیوه‌ی واکنش برای هر یک از انواع خطوط ساحلی

نوع ساحل (ESI)	احیای طبیعی	احیای دستی	مکانیکی	مواد جاذب	مواد تەنشین ساز	حذف پوشش گیاهی	سوزاندن	غرقابی کردن	LPCW	HPCW	LPHW	HPHW	بخارشویی	شن‌شویی	پاک‌کننده‌ها	زیست درمانی
A ۱:صخره‌ای باز	L	L	NA	L	NA	NA	L	L	L	L	M	M	M	H	L	L
۲: صخره‌ای مرتفع	L	L	NA	L	NA	NA	L	L	L	L	M	M	M	H	L	L
۳: ماسه‌ای ریز	L	L	M	L	M	NA	M	L	M	H	H	H	H	M	M	L
۴: ماسه‌ای درشت	L	L	M	L	M	NA	M	L	M	H	H	H	H	M	M	L
۵: مخلوط سنگ و ماسه	L	M	M	L	M	NA	M	L	L	H	H	M	H	M	H	L
A ۶: ساحل سنگی	L	M	M	L	M	NA	M	L	L	L	L	M	H	M	M	L
B ۶: ساختارهای واریزه‌ای	L	L	H	M	H	H	H	L	H	H	H	H	H	NA	M	L
۷: اراضی جزر و مدی باز	L	L	H	M	H	H	H	L	H	H	H	H	H	NA	M	L
A ۸: صخره‌ای بسته	L	L	M	L	NA	NA	L	L	L	L	L	M	M	NA	L	L
B ۸: توده‌ی سنگی انسان‌ساز و بسته	L	L	M	L	NA	NA	L	L	L	L	L	L	L	NA	M	L
۹: اراضی جذر و مدی بسته	L	L	H	M	H	H	H	L	H	H	H	H	H	NA	M	L
A ۱۰: مرداب‌های نمکی/شور	L	L	H	M	H	H	H	L	L	H	H	H	H	NA	M	L
B ۱۰: مرداب آب شیرین	L	L	H	M	H	H	H	L	L	H	H	H	H	NA	M	L
C ۱۰: باتلاق	L	L	H	M	H	H	H	L	L	H	H	H	H	NA	M	L
D ۱۰: مانگرو	L	L	H	M	H	H	H	L	L	H	H	H	H	NA	M	L

H: پیامد شدید؛ M: پیامد متوسط؛ L: پیامد کم؛ NA: غیرقابل استفاده برای این نوع خط ساحلی

H: (هزینه‌ی واکنش در خط ساحلی برای هریک از انواع خطوط ساحلی به‌دست آمده از جداول فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی) × ۰/۳

M: (هزینه‌ی واکنش در خط ساحلی برای هریک از انواع خطوط ساحلی به‌دست آمده از جداول فاکتورهای هزینه‌ای آلودگی) × ۰/۱

L = ۰

NA: : عبارت خطای «غیرقابل استفاده برای این نوع خط ساحلی»

shaghool.ir

اکنون، باید خسارت واکنش در خطوط ساحلی در فاکتور «مقدار پاکسازی مورد نیاز» (HCIC) ضرب شود. براین اساس:

- اگر HCIC «حداکثر» باشد، آنگاه «خسارت واکنش در خطوط ساحلی» باید در عدد «۳» ضرب شود.
- اگر HCIC «زیاد» باشد، آنگاه «خسارت واکنش در خطوط ساحلی» باید در عدد «۱/۵» ضرب شود.
- اگر HCIC «متوسط» باشد، آنگاه «خسارت واکنش در خطوط ساحلی» باید در عدد «۱» ضرب شود.
- اگر HCIC «کم» باشد، آنگاه «خسارت واکنش در خطوط ساحلی» باید در عدد «۰/۵» ضرب شود.
- اگر HCIC «حداقل» باشد، آنگاه «خسارت واکنش در خطوط ساحلی» باید در عدد «۰/۱» ضرب شود.

پیامد واکنش در خط ساحلی = فاکتور HCIC × خسارت واکنش در خط ساحل

- خسارات منابع اقتصادی- اجتماعی خطوط ساحلی

خسارت‌های منابع اقتصادی- اجتماعی ساحل به نوع نفت، مقدار واقعی نفتی که به ساحل رسیده و همچنین منابع اقتصادی- اجتماعی موجود در ساحل برحسب انتخاب‌های صورت گرفته، بستگی دارد. محاسبات آن‌ها به‌شرح زیر هستند:

- اگر نوع نفت، بنزین یا سوخت هواپیما باشد، آنگاه خسارات اقتصادی- اجتماعی هرگالن نفت برخوردکرده با خطوط ساحلی از رابطه‌ی زیر برآورد خواهد شد:

$$(1,625.6C - 0.2166)$$

خسارات کل اقتصادی- اجتماعی خط ساحلی، در این صورت برابر خواهد بود با:

$$\left[S \times C \times (1,625.6C^{-0.2166})\right]$$

در این رابطه:

C: مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی برخورد کرده (برحسب گالن)؛ و

S: ضریب اصلاح مربوط به خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی است که از جدول زیر به‌دست می‌آید.

- اگر نوع نفت، گازوییل یا نفت‌خام سبک باشد، آنگاه خسارات اقتصادی- اجتماعی هرگالن نفت برخوردکرده با خطوط ساحلی از رابطه‌ی زیر برآورد خواهد شد:

$$(2,076C - 0.2226)$$

خسارات کل اقتصادی- اجتماعی خط ساحلی، در این صورت برابر خواهدبود با:

$$\left[S \times C \times (2,076C^{-0.226})\right]$$

در این رابطه:

Cn: مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی برخورد کرده (برحسب گالن)؛ و

Sn: ضریب اصلاح مربوط به خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی است که از جدول زیر به‌دست می‌آید.

- اگر نوع نفت، نفت‌خام متوسط یا روغن‌های روانکار و یا سوخت‌های نفتی متوسط (IFO) باشد، آنگاه خسارات اقتصادی- اجتماعی هرگالن نفت برخوردکرده با خطوط ساحلی از رابطه‌ی زیر برآورد خواهد شد:

shaghool.ir

$(4,407C-0.2283)$

خسارات کل اقتصادی- اجتماعی خط ساحلی، در این صورت برابر خواهدبود با:

$\left[S\times C\times(4,407C^{-0.2283})\right]$

در این رابطه:

C: مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی برخورد کرده (برحسب گالن)؛ و

S: ضریب اصلاح مربوط به خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی است که از جدول زیر به‌دست می‌آید.

- اگر نوع نفت، نفت‌خام سنگین یا سوخت شماره‌ی (۶) باشد، آنگاه خسارات اقتصادی- اجتماعی هرگالن نفت برخوردکرده با خطوط ساحلی از رابطه‌ی زیر برآورد خواهد شد:

$(1,370.8C^{-0.2236})$

خسارات کل اقتصادی- اجتماعی خط ساحلی، در این صورت برابر خواهدبود با:

$\left[S\times C\times(1,370.8C^{-0.2236})\right]$

در این رابطه:

C: مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی برخورد کرده (برحسب گالن)؛ و

S: ضریب اصلاح مربوط به خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی است که از جدول زیر به‌دست می‌آید.

باید فهرستی از منابع اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی موجود بر روی آب را کنترل کرد. فاکتورها با هم جمع بسته می‌شوند. (کل ضرایب اصلاحی برای همه‌ی منابع‌اقتصادی، اجتماعی شناسایی شده برابراست با ضریب اصلاحی کل برای منابع اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی)

خسارت واقعی منابع اقتصادی، اجتماعی ساحل = [(درصد اثربخشی − ۱۰۰٪) × خسارات منابع اقتصادی، اجتماعی ساحل]

جدول ۳-۴۴- ضرایب اصلاحی منابع اقتصادی- اجتماعی خطوط ساحلی

منبع اقتصادی- اجتماعی ساحل	ضریب اصلاحی
ساحل توریستی	۱/۴
تماشای حیات‌وحش	۲/۴
صنعتی	۰/۱
بندر	۰/۴
سکونت‌گاهی	۱/۰
کاربری دارای ارزش زیاد	۲/۹
کاربری دارای ارزش متوسط	۱/۰
کاربری دارای ارزش کم	۰/۴

شایان ذکر است که هزینه‌های اقتصادی- اجتماعی، براساس مطالعات پایگاه داده‌های لکه‌های نفتی ERC و مدل اتکین (۲۰۰۳a,b,d,e)، اتکین (۲۰۰۴a,d,e)، اتکین و تبیو (۲۰۰۳)، اتکین و همکاران (۲۰۰۳)، اتکین و همکاران (۲۰۰۵)، و گری و همکاران (۲۰۰۴) به‌دست آمده‌اند.

shaghool.ir

- خسارات منابع طبیعی خطوط ساحلی

خسارت‌های منابع طبیعی ساحل به نوع نفت، مقدار واقعی نفتی که به ساحل برخورد کرده، همچنین به منابع اقتصادی- اجتماعی موجود در ساحل برحسب انتخاب‌های صورت گرفته، بستگی دارد. محاسبات مربوطه به شرح زیر است:

- اگر نوع نفت، بنزین یا سوخت هواپیما باشد، آنگاه خسارات منابع طبیعی هرگالن نفت برخوردکرده با خطوط ساحلی از رابطه‌ی زیر برآورد خواهد شد:

$$(186.69C^{-0.1961})$$

خسارات کل منابع طبیعی خط ساحلی، در این صورت برابر خواهدبود با:

$$\left[S\times C\times(186.69C^{-0.1961})\right]$$

در این رابطه:

C: مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی برخورد کرده (برحسب گالن)؛ و

S: ضریب اصلاح مربوط به خسارات منابع طبیعی خط ساحلی است که از جدول زیر به‌دست می‌آید.

- اگر نوع نفت، گازوییل یا نفت‌خام سبک باشد، آنگاه خسارات منابع طبیعی هرگالن نفت برخوردکرده با خطوط ساحلی از رابطه‌ی زیر برآورد خواهد شد:

$$(274.15C^{-0.1634})$$

خسارات کل منابع طبیعی خط ساحلی، در این صورت برابر خواهدبود با:

$$\left[S\times C\times(274.15C^{-0.1634})\right]$$

در این رابطه:

C: مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی برخورد کرده (برحسب گالن)؛ و

S: ضریب اصلاح مربوط به خسارات منابع طبیعی خط ساحلی است که از جدول زیر به‌دست می‌آید.

- اگر نوع نفت، نفت‌خام متوسط یا روغن‌های روانکار و یا سوخت‌های نفتی متوسط (IFO) باشد، آنگاه خسارات منابع طبیعی هرگالن نفت برخوردکرده با خطوط ساحلی از رابطه‌ی زیر برآورد خواهد شد:

$$(279.3C^{-0.1525})$$

خسارات کل منابع طبیعی خط ساحلی، در این صورت برابر خواهدبود با:

$$\left[S\times C\times(279.3C^{-0.1525})\right]$$

در این رابطه:

C: مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی برخورد کرده (برحسب گالن)؛ و

S: ضریب اصلاح مربوط به خسارات منابع طبیعی خط ساحلی است که از جدول زیر به‌دست می‌آید.

shaghool.ir

- اگر نوع نفت، نفت‌خام سنگین یا سوخت شماره‌ی ۶ باشد، آنگاه خسارات منابع طبیعی هرگالن نفت برخوردکرده با خطوط ساحلی از رابطه‌ی زیر برآورد خواهد شد:

$(256.28C^{-0.1366})$

خسارات کل منابع طبیعی خط ساحلی، در این صورت برابر خواهدبود با:

$\left[S \times C \times (256.28C^{-0.1366})\right]$

در این رابطه:

C: مقدار واقعی نفتی است که به خط ساحلی برخورد کرده (برحسب گالن)؛ و

S: ضریب اصلاح مربوط به خسارات منابع طبیعی خط ساحلی است که از جدول زیر به‌دست می‌آید.

خسارت واقعی منابع طبیعی ساحل = [(درصد اثربخشی − ۱۰۰٪) × خسارات منابع طبیعی ساحل]

جدول ۳-۴۵- ضرایب اصلاحی منابع طبیعی خطوط ساحلی

منبع طبیعی ساحل	ضریب اصلاحی
پرندگان	۴/۰
پستانداران	۲/۷
گونه‌های در معرض انقراض	۵/۰
منابع با حساسیت بالا	۴/۰
منابع با حساسیت متوسط	۲/۰
منابع با حساسیت پایین	۰/۳

هزینه‌های منابع طبیعی براساس مطالعات انجام شده در پایگاه داده‌های لکه‌های نفتی ERC و مدل برنامه تحقیقاتی Inc و همکاران (۲۰۰۲B، اتکین (۲۰۰۳a,d)، اتکین و تبیو (۲۰۰۳)، مک کی و همکاران (۲۰۰۳)، مک کی و همکاران (۲۰۰۴a,b,c)، و مک کی و همکاران (۲۰۰۵) به دست آمده است.

- خسارت‌های آلودگی نفت بدون انجام واکنش

آلودگی‌های ناشی از نشت نفت، بسته به شرایط محیطی ممکن است باعث خسارات گوناگونی شده و درصورت عدم واکنش و یا مداخله برای کنترل و پاکسازی آن‌ها، ابعاد آن‌ها قابل توجه‌تر خواهند بود. چرا که منابعی نظیر پرندگان دریایی در معرض مشکلات ناشی از آلودگی نفتی هستند. منابع اقتصادی، اجتماعی مانند صیادی نیز ممکن است متحمل آسیب‌های جدی دراثر نشت‌نفت باشند. حتی چنین مشکلاتی در هنگام انجام واکنش نیز بروز کنند. عموما، خسارت‌های «*عدم انجام واکنش*» با خسارت‌های «پس از انجام واکنش» (پیامدهای زیان‌آور ناشی واکنش) باید مورد مقایسه قرارگیرند تا پرداخت هزینه‌های لازم برای انجام به‌موقع و اثربخش واکنش، از توجیه مالی و اقتصادی لازم برخوردار باشد.

shaghool.ir

- هزینه‌های خسارت نفت در روی آب با مقدار اولیه‌ی نشت‌نفت در ارتباط است. ازاین‌رو، مقدار اولیه‌ی نشت نفت (برحسب گالن) را باید در هزینه‌های خسارات اقتصادی، اجتماعی و منابع طبیعی روی آب ضرب کرد.
- هزینه‌های خسارت نفت در خط ساحلی با مقدار واقعی نفتی که با خط ساحلی برخورد کرده، در ارتباط است. مقدار واقعی نفت برخوردکرده با خط ساحلی نیز از حاصل‌ضرب درصد نفت باقی‌مانده در مقدار نفت نشت‌یافته برآورد می‌شود. البته، درباره‌ی منابع خط ساحلی، مقادیری از نفت نشت‌یافته دراثر تبخیر و انتشار در سطح آب دریا، کاهش می‌یابد.

منظور از درصد نفت باقی‌مانده، همان حداقل درصد نفت باقی‌مانده برمبنای نوع نفت است. زیرا درصورت عدم انجام واکنش، نفت بیش‌ترین فرصت را برای تبخیر خواهد داشت (یعنی تا جایی که دیگر امکان تبخیر وجود نداشته باشد).

- اگر نوع نفت، نفت‌خام متوسط باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۳۲٪ خواهد بود (پیش فرض)؛
- اگر نوع نفت، بنزین باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۱۳٪ خواهد بود؛
- اگر نوع نفت، سوخت هواپیما باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۳۲٪ خواهد بود؛
- اگر نوع نفت، گازوییل باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۱۲٪ خواهد بود؛
- اگر نوع نفت، نفت‌خام سبک باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۳۹٪ خواهد بود؛
- اگر نوع نفت، نفت‌خام سنگین باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۶۳٪ خواهد بود؛
- اگر نوع نفت، سوخت شماره‌ی (۶) باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۱۰٪ خواهد بود؛
- اگر نوع نفت، IFO باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۷۹٪ خواهد بود؛
- اگر نوع نفت، روغن روانکار باشد، آنگاه حداقل درصد نفت باقیمانده، ۱۲٪ خواهد بود؛

مقدار واقعی نفت باقیمانده (گالن) = درصد نفت باقیمانده × مقدار نفت نشت یافته

حال باید مقدار واقعی نفت باقی‌مانده را در هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و هزینه‌های خسارات منابع طبیعی در خط ساحلی ضرب کرد تا هزینه‌های مربوط به خسارات آلودگی نفتی در صورت عدم انجام واکنش محاسبه شود.

۳-۳-۳-۶- چند مثال عملی

برای مقایسه‌ی استفاده از پخش‌کننده‌ها در برابر بازیافت مکانیکی، این دو را در قالب سه گزینه‌ی مختلف می‌توان ارزیابی کرده و محاسبات مربوطه را طبق مدل انجام داد. شایان ذکر است که محاسبات گزینه‌ی اول با تفصیل بیش‌تری در رابطه با یکی از حوادث نفتی واقعی رخ داده در حوزه‌ی استان هرمزگان دراختیار قرار گرفته است:

گزینه‌ی (۱):

- نوع نفت: نفت‌خام سنگین
- مقدار نفت نشت‌یافته: ۲،۶۴۲ گالن، (مقدار نفت آزاد شده در دریا: معادل ۱۰ مترمکعب نفت = ۲۶۴۲ گالن = ۸/۹۸۶ تن = ۶۲/۹ بشکه)

shaghool.ir

- فاصله تا ساحل: کم‌تر از ۳ مایل (۴/۸۲ کیلومتر)
- نوع پوشش نفتی خط ساحل: پیوسته
- نوع سطح آب: خور (مصب) باز
- دمای آب: ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد
- بادهای غالب: متوسط (۱۵ نات)
- زمان واکنش: ساعت (تا خط ساحلی)
- نوع خط ساحلی: اراضی جذر و مدی بسته
- واکنش در خط ساحلی: روش مکانیکی
- HCIC: خیلی زیاد
- منابع اقتصادی، اجتماعی روی آب: ساحل گردشگری، تماشا و بازدید حیات وحش، ساحل صنعتی، بندر
- منابع طبیعی روی آب: ماهی و پستانداران
- منابع اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی: فعالیت‌های شیلاتی، بندر، قایقرانی تفرجی
- منابع طبیعی خط ساحلی: پرندگان، گونه‌های در معرض انقراض
- پیش‌بینی محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی در خط ساحلی: انتخاب شده
- نوع واکنش: روش مکانیکی
- زمان آمادگی تا واکنش: ۲ ساعت

گام اول: محاسبه‌ی درصد نفت باقیمانده (پیش از انجام واکنش):

درصد نفت باقیمانده × مقدار نفت ریخته شده = مقدار نفت باقیمانده (برحسب گالن و پیش از واکنش)

مقدار نفت باقی‌مانده = $2642 \times 0.6283t^{-0.0317}$

مقدار نفت باقی‌مانده = ۱۶۲۳/۸۹

با توجه به شرایط محیطی فرضی (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و وزش باد متوسط ۱۵ نات)، باید نتیجه را در ضریب ۰/۶۳ تعدیل کرد. یعنی:

مقدار نفت باقی‌مانده (گالن) = ۱۶۲۴ ×۰/۶۳=۱۰۲۳

گام دوم: محاسبه‌ی خسارات وارده به منابع اقتصادی-اجتماعی بر روی آب

هزینه‌های خسارات ناشی از هر گالن نفت آزاد شده، با توجه به مقدار نفت و ضرایب اصلاحی مربوطه در دو حالت زیر برآورد می‌شود:

shaghool.ir

- «کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب» بدون واکنش و برمبنای «نوع نفت»، «مقدار واقعی نفت روی آب» (هزینه‌ی D)
- «کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب» پس از واکنش و برمبنای «نوع نفت»، «مقدار نشت نفت» و «منابع اقتصادی، اجتماعی وابسته به آب که در مدل انتخاب شده» (هزینه‌ی B)

در بخش اول، خسارات اقتصادی و اجتماعی روی آب در حالت بدون واکنش به صورت زیر محاسبه می‌شود:

خسارت اقتصادی-اجتماعی هرگالن نفت ریخته شده برحسب دلار ۲۳۵/۴۱۲۷=$۱۳۷۰/۸ \times ۲۶۴۲^{-۰/۲۲۳۶}$

۲۳۵/۴۱۲۷ × (۲۶۴۲ × (۱/۴+۱/۰+۲/۴+۲/۹)) = ۴،۷۸۹،۰۹۵

کل خسارات اقتصادی-اجتماعی لکه‌ی نفتی در صورت عدم انجام واکنش (دلار) (هزینه‌ی D)

ضرایب اصلاحی با فرض وجود فعالیت‌های شیلاتی (ضریب ۲/۹)، بندری (ضریب ۲/۴)، قایقرانی (ضریب ۱/۰) و ماهیگیری تفرجی (ضریب ۱/۴) به صورت تجمعی محاسبه شده است.

در بخش دوم، خسارات وارده به منابع اقتصادی - اجتماعی روی آب دراثر ریزش نفت از نوع نفت خام سنگین و پس از انجام واکنش، به دلیل استفاده از روش مکانیکی، صفر خواهد بود. (Cost B = 0)

گام سوم: محاسبه‌ی پیامد واکنش بر روی آب (هزینه‌ی F)

از آنجا که لازمه‌ی برداشتن این گام، واکنش بر روی آب به‌شکل «استفاده از پخش‌کننده‌ها» (DISPERSANT) است و در این مثال، از مواد فوق استفاده نشده است، پس هزینه‌ی پیامدهای واکنش بر روی آب هم صفرخواهد بود. (F = 0)

ولی اگر با فرض استفاده از چنین موادی، هزینه‌ی پیامد واکنش بر روی آب با استفاده از رابطه‌ی زیر:

(خسارات اقتصادی- اجتماعی روی آب) × ۰/۱۲= اثر واکنش روی آب

برابر خواهد بود با:

۵۷۴،۶۹۲ = ۴،۷۸۹،۰۹۵ × ۰/۱۲= پیامد واکنش برروی آب (دلار)

گام چهارم: محاسبه‌ی میزان خسارات وارده به منابع طبیعی روی آب (هزینه‌های E و C)

این گام شامل دو بخش است:

- «برآورد خسارت وارده به منابع طبیعی روی آب پس از واکنش» (هزینه‌ی C) و
- «برآورد خسارت وارده به منابع طبیعی روی آب بدون انجام واکنش» (هزینه‌ی E)

در بخش اول، خسارات وارده به منابع طبیعی دراثر ریزش نفت از نوع نفت خام سنگین و بدون انجام واکنش از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

خسارت منابع طبیع هرگالن نفت ریخته شده برحسب دلار ۸۷/۳۵۳۱۴ = $۲۵۶/۲۸ \times ۲۶۴۲^{-۰/۱۳۶۶}$

shaghool.ir

با فرض اینکه منابع طبیعی روی آب، ماهیان و پستانداران با ضرایب اصلاحی ۲/۵ و ۳/۰ هستند، خسارت وارده به منابع طبیعی روی آب به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

Cost E = ۸۷/۳۵۳۱۷ × (۲۶۴۲ × (۲/۵+۳/۰)) = ۱،۲۶۹،۳۲۹

(کل خسارات اقتصادی-اجتماعی ریزش نفت در صورت عدم انجام واکنش برحسب دلار) (هزینه‌ی E)

در بخش دوم، خسارات وارده به منابع طبیعی روی آب دراثر ریزش نفت از نوع نفت خام سنگین و پس از انجام واکنش، به دلیل استفاده از روش مکانیکی، صفر خواهد بود. $(\mathrm{Cos\,tC} = 0)$

گام پنجم: محاسبه‌ی کارآیی واکنش در برابر لکه‌های نفتی روی آب (درصد برداشت نفت از آب)

اکنون برای محاسبه‌ی کارآیی واکنش که ناظر بر نفت باقی‌مانده در سطح (پس از واکنش) برمبنای زمان واکنش است. زیرا در فاصله‌ی زمانی تا واکنش، بخشی از نفت به‌صورت طبیعی تبخیر شده و یا درآب پراکنده می‌شود.

مطابق با جدول شماره‌ی (۳-۲۹) کارآیی واکنش مکانیکی در روی آب برای تمام انواع نفت و از جمله، نفت سنگین از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$(-0.017t^2 + 0.941)$

با احتساب ۲ ساعت زمان تا شروع واکنش، کارآیی واکنش از روی رابطه‌ی فوق ۸۷/۳ درصد محاسبه خواهد شد.

گام ششم: محاسبه‌ی هزینه‌ی واکنش روی آب (هزینه‌ی A)

هزینه‌ی کل واکنش بر روی آب = هزینه‌ی پایش + هزینه‌ی تجهیزات + هزینه‌ی اضافی کل+ هزینه‌ی دفع آلودگی

برای این منظور باید هریک از اجزای رابطه‌ی فوق را به شرح زیر محاسبه کرد:

- برای همه‌ی روش‌های واکنش، هزینه‌ی پایه‌ی پایش، برابر است با: $(3236.7G^{0.4387})$. در این رابطه، G مقدار نفت نشت‌یافته است؛ در نتیجه، برای ۲۶۴۲ گالن نفت خام سنگین فرضی در این مثال، هزینه‌ی پایه‌ی پایش برابر خواهد بود با: ۱۰۲،۶۳۷ دلار
- برای روش‌های مختلف واکنش (غیر از عدم انجام واکنش)، هزینه‌ی پایه‌ی تجهیزات از رابطه‌ی زیر برآورد می‌شود:

هزینه‌ی پایه‌ی تجهیزات $= (35,388G^{0.2762})$

که درآن، G مقدار نفت نشت‌یافته است. براین اساس، هزینه‌ی پایه‌ی تجهیزات برابر خواهد بود با: ۳۱۱،۸۸۵ دلار

- هزینه‌ی اضافی کل از رابطه‌ی زیر برآورد می‌شود:

هزینه‌ی اضافی کل = هزینه‌ی اضافی هرگالن × مقدار نفت نشت‌یافته

تذکر: هزینه‌ی اضافی هر گالن از جدول شماره‌ی (۳-۲۸) تعیین می‌شود. یعنی (۲۶۴۲×۴۹)

در نتیجه، هزینه‌ی اضافی کل برابر خواهد با ۱۲۹،۴۵۸ دلار

shaghool.ir

- هزینه‌ی دفع آلودگی نیز از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

هزینه‌ی دفع آلودگی = ۵ × (درصد نفت باقیمانده × کارآیی واکنش × مقدار نفت نشت‌یافته)

در ابتدای این مثال، مقدار نفت باقی‌مانده محاسبه شد و پس از تبدیل آن به درصد و محاسبه‌ی مقدار نفت برداشت شده، هزینه‌ی دفع آلودگی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

(۰/۶۱×۸۷/۳×۲۶۴۲)× ۵ = هزینه‌ی دفع آلودگی به دلار

در نتیجه، هزینه‌ی دفع آلودگی برابر خواهد بود با: ۷،۰۸۰ دلار

با توجه به محاسبات بالا، هزینه‌ی کل واکنش بر روی آب به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

۷،۰۸۰ + ۱۲۹،۴۵۸ + ۳۱۱،۸۸۵ + ۱۰۲،۶۳۷= هزینه‌ی واکنش روی آب (Cost A)

در نتیجه، هزینه‌ی واکنش روی آب، ۵۵۱،۰۶۱ دلار محاسبه می‌شود.

گام هفتم: محاسبه‌ی میزان واقعی نفت باقی‌مانده

برای محاسبه‌ی مقدار واقعی نفت باقی‌مانده از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

مقدار واقعی نفت باقیمانده = [درصد اثربخشی واکنش – ۱۰۰٪] × [درصد نفت باقیمانده × مقدار نفت نشت‌یافته]

مقدار واقعی نفت باقیمانده = [۰/۸۷۳ – ۱۰۰٪] × [۰/۶۱۴ × ۲۶۴۲] در نتیجه، مقدار واقعی نفت که با توجه به شرایط محیطی، امکان حرکت به سوی خط ساحلی دارد، برابر با ۲۰۶ گالن خواهد بود.

گام هشتم: محاسبه‌ی مساحت واکنش دربرابر نفتی شدن خط ساحلی

برای محاسبه‌ی «کل محدوده‌ی ساحلی آغشته به نفت» برحسب مترمربع، از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

کل محدوده‌ی ساحلی آغشته به نفت (m^2) = ۳/۷۸۵ m^2 × مقدار نفت واقعی باقیمانده

در نتیجه، کل محدوده‌ی ساحلی آغشته به نفت ۹،۹۹۹.۹۷ یا به عبارت دقیق‌تر ۱۰،۰۰۰ مترمربع خواهد بود.

گام نهم: محاسبه‌ی هزینه‌ی واکنش در خطوط ساحلی (هزینه‌ی G)

هزینه‌ی واکنش دربرابر نفت نشت‌یافته در خط ساحلی به مساحت تحتِ پوشش آلودگی، نوع ساحل، نوع نفت، ضخامت، پوشش نفت و مقدار پاکسازی مورد نیاز (HCIC) بستگی دارد. همچنین، هزینه‌ی واکنش به‌ازای واحد سطح، بستگی به نوع ساحل، نوع نفت و ضخامت لایه‌ی نفت دارد.

هزینه‌ی واحد سطح واکنش در ساحل × وسعت محدوده‌ی پوشیده از نفت × ضریب تعدیل پوشش نفت × ضریب تعدیل نیاز به پاکسازی (HCIC)

با مفروضات زیر می‌توان هزینه‌ی کل واکنش در خطوط ساحلی را برآورد کرد:

- در گام پیشین، مساحت محدوده‌ی آغشته به نفت، حدود ۱۰ هزارمترمربع برآورد شده است.

shaghool.ir

- وقوع آلودگی نفتی در ساحل از نوع «اراضی جذر و مدی بسته» است. پس طبق جدول شماره‌ی (۳-۳۷)، هزینه‌ی پاکسازی هرمترمربع از ساحل برای نفت خام سنگین، ۶۵ دلار برآورد می‌شود.
- پوشش نفت از نوع «پیوسته» فرض شده و براین اساس، عامل تعدیل پوشش پیوسته‌ی نفتی را باید ۳ در نظر گرفت.
- اگر نیاز به پاکسازی بسیار زیاد باشد، در این صورت باید ضریب HCIC را ۲/۷ در نظر گرفت.

با جایگزین کردن مقادیر هریک از پارامترهای مربوطه در رابطه‌ی بالا، هزینه‌ی واکنش در خط ساحلی برابر با ۵،۲۶۵،۰۰۰ دلار به دست خواهد آمد. (Cost G)

(۲/۷ × ۳ × ۱۰،۰۰۰ ×۶۵= ۵،۲۶۵،۰۰۰ دلار).

گام دهم: محاسبه‌ی اثربخشی واکنش در خطوط ساحلی

در این مثال فرض شده است که از دو روش مکانیکی و استفاده از مواد جاذب به عنوان اقدامات واکنشی در ساحل استفاده شود. براساس جدول شماره‌ی (۳-۱۹)، اثربخشی استفاده از روش مکانیکی، «متوسط» (۵۰ درصد) و روش مواد جاذب، «پایین» (کم‌تر از ۱۰ درصد) تعیین شده است.

همچنین بافرض حداکثر بودن عامل HCIC، اثربخشی واکنش در خط ساحلی باید در ۱/۲۳ ضرب شود.

بر این مبنا، اثربخشی واقعی واکنش در خط ساحلی از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

اثربخشی واقعی واکنش در خط ساحلی = فاکتور HCIC × اثربخشی واکنش در خط ساحلی

یعنی: (۱/۲۳ × ۰/۵ = ۰/۶۱۵). یعنی اثربخشی واقعی واکنش در خط ساحلی، ۶۱/۵ درصد خواهد بود.

گام یازدهم: محاسبه‌ی هزینه‌ی پیامد واکنش در خطوط ساحلی (هزینه‌ی J)

برای محاسبه‌ی پیامد واکنش انجام شده در خط ساحلی از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

پیامد واکنش در ساحل = عامل HCIC × ضریب تعدیل پیامد واکنش × هزینه‌ی واکنش در ساحل

در نتیجه: براساس محاسبه‌ی (۳/۰ × 0/1 = ۰/۳)، پیامد واکنش ۰/۳ برآورد خواهد شد.

در گام نهم، هزینه‌ی واکنش در خط ساحلی (هزینه‌ی G) برابر با ۵،۲۶۵،۰۰۰ دلار محاسبه شد. در نتیجه، هزینه‌ی پیامد واکنش در خط ساحل به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

۵،۲۶۵،۰۰۰ × ۰/۳ = ۱،۵۷۹،۵۰۰ دلار (Cost J)

گام دوازدهم: محاسبه‌ی خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی در خطوط ساحلی (هزینه‌ی H)

قبلا مقدار واقعی نفت باقی‌مانده، یا همان مقدار نفتی که به ساحل می‌رسد حدود ۲۰۶ گالن محاسبه شد. خسارات اقتصادی-اجتماعی هرگالن نفت سنگینی که به خط ساحلی می‌رسد، از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

خسارت وارده به منابع اقتصادی اجتماعی در ساحل به ازای هرگالن $=1370.8C^{-0.2236}$

shaghool.ir

که درآن، منظور از c مقدار واقعی نفت وارده به ساحل (برحسب گالن) است. یعنی (۴۱۷ دلار)

حال برای محاسبه‌ی خسارات کل اقتصادی-اجتماعی خط ساحلی باید نتیجه‌ی فوق را در S (ضریب اصلاحی مربوط به خسارات اقتصادی- اجتماعی خط ساحلی که از روی جدول شماره‌ی (۳-۴۴) تعیین می‌شود) ضرب کرد.

یعنی: $\left[S\times C\times(1{,}370.8C^{-0.2236})\right]$

بنابراین: [(۰/۲۲۳۶- ۲۰۶ × ۱،۳۷۰/۸) × ۲۰۶ × (۱/۴+۰/۴)] و از آن، مجموع خسارات وارده به منابع اقتصادی- اجتماعی ساحلی در صورت عدم انجام واکنش، ۱۵۴،۴۳۱ دلار (Cost K) محاسبه خواهد شد.

حال با احتساب درصد اثربخشی واکنش انجام شده در ساحل، خسارات واقعی منابع اقتصادی - اجتماعی از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

خسارت واقعی منابع اقتصادی، اجتماعی ساحل=[(درصد اثربخشی – ۱۰۰٪) × خسارات منابع اقتصادی، اجتماعی ساحل]

(Cost H) دلار ۵۹،۴۵۶ = (۶۱/۵ - ۱۰۰) × ۱۵۴،۴۳۱

در نتیجه، خسارات واقعی وارده به منابع اقتصادی-اجتماعی ساحلی، پس از واکنش برابر خواهد با: ۵۹،۴۵۶ دلار.

گام سیزدهم: محاسبه‌ی خسارت‌های وارده به منابع طبیعی ساحلی (هزینه‌ی I)

براساس مقدار واقعی نفت باقی‌مانده، یا همان مقدار نفتی که به ساحل می‌رسد، حدود ۲۰۶ گالن محاسبه شد (قبلا محاسبات مربوطه ارائه شدند).

خسارات وارده به منابع طبیعی دراثر هرگالن نفت سنگینی که به خط ساحلی می‌رسد، از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

خسارت وارده به منابع اقتصادی اجتماعی در ساحل به ازای هرگالن $= 256.28C^{0.1366}$

که درآن، منظور از c مقدار واقعی نفت وارده به ساحل (برحسب گالن) است. یعنی (۱۲۴ دلار)

حال برای محاسبه‌ی خسارات کل منابع طبیعی خط ساحلی باید نتیجه‌ی فوق را در S (ضریب اصلاحی مربوط به خسارات منابع طبیعی خط ساحلی که از روی جدول شماره‌ی ۳-۴۵ تعیین می‌شود) ضرب کرد.

یعنی: $\left[S\times C\times(256.28C^{-0.1366}\right]$

بنابراین: [(۰/۱۳۶۶- ۲۰۶ × ۲۵۶/۲۸) × ۲۰۶ × (۴+۲/۷)] و از آن، مجموع خسارات وارده به منابع طبیعی ساحلی در صورت عدم انجام واکنش، ۸۳۷،۱۷۰ دلار (Cost L) محاسبه خواهد شد.

حال با احتساب درصد اثربخشی واکنش انجام شده در ساحل، خسارات واقعی منابع طبیعی از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

خسارت واقعی منابع طبیعی ساحل = [(درصد اثربخشی – ۱۰۰٪) × خسارات منابع طبیعی ساحل]

(Cost I) دلار ۶۵،۷۷۲ = (۶۱/۵ - ۱۰۰) × ۱۷۰،۸۳۷

در نتیجه، خسارات واقعی وارده به منابع طبیعی ساحلی، پس از واکنش برابر خواهد با: ۶۵،۷۷۲ دلار.

shaghool.ir

گام چهاردهم: محاسبه‌ی خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی و منابع طبیعی روی آب ساحلی بدون انجام واکنش (هزینه‌های D، E، K و L)

در این قسمت، نتایج برآوردهای انجام شده در گام‌های (۲)، (۴)، (۱۲) و (۱۳) ارائه می‌شوند. البته براساس دستورالعمل، باید خسارات وارده به منابع اقتصادی-اجتماعی و منابع طبیعی در خطوط ساحلی را براساس مقدار واقعی نفت باقی‌مانده تعدیل کرد. یعنی، طبق مطالعات تجربی انجام شده، از ۲۰۶ گالن نفت خام سنگین ورودی به خط ساحلی، ۳۷٪ دراثر عوامل طبیعی مانند تبخیر و غیره، تجزیه شده و تنها ۶۳٪ باقی می‌ماند. در نتیجه، لازم است خسارات (اعم از اقتصادی-اجتماعی و منابع طبیعی) برآورده شده برای وضعیت بدون واکنش را در ضریب ۰/۶۳ ضرب نمود.

خلاصه‌ی محاسبات انجام شده را می‌توان در جدول زیر مشاهده کرد.

نوع خسارت		بدون واکنش (دلار)	با واکنش (دلار)
منابع اقتصادی-اجتماعی	خط ساحلی	۹۷،۲۹۲	۵۹،۴۵۶
	روی آب	۴،۷۸۹،۰۹۵	۰
منابع طبیعی	خط ساحلی	۱۰۷،۶۲۷	۶۵،۷۷۲
	روی آب	۱،۲۶۹،۳۲۹	۰
جمع		۶،۲۶۳،۳۴۳	۱۲۵،۲۲۸

گام پانزدهم: محاسبه‌ی هزینه‌های کل

الف- هزینه‌ی کل واکنش (TRC) که از حاصل جمع دو هزینه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

- هزینه‌ی کل واکنش بر روی آب (Cost A)،
- هزینه‌ی کل واکنش در خط ساحلی(Cost G).

براساس رابطه‌ی TRC = Cost A + Cost G خواهیم داشت:

$$TRC = 551,061 + 5,265,000 = 5,816,061$$

در نتیجه، هزینه‌ی کل واکنش برابر با ۵،۸۱۶،۰۶۱ دلار خواهد بود.

ب- هزینه‌ی کل پیامد واکنش (TRI) که از حاصل جمع دو هزینه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

- هزینه‌ی پیامد واکنش بر روی آب (Cost F)،
- هزینه‌ی پیامد واکنش در خط ساحلی (Cost J).

براساس رابطه‌ی $TRI = Cost\ F + Cost\ J$ خواهیم داشت:

$$TRI = 0 + 1,579,500 = 1,579,500$$

در نتیجه، هزینه‌ی کل پیامد واکنش برابر با ۱،۵۷۹،۵۰۰ دلار خواهد بود.

ج- خسارات کل بدون انجام واکنش (TDWOR) که از حاصل جمع چهار هزینه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

- هزینه‌ی کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی روی آب بدون انجام واکنش (Cost D)،
- هزینه‌ی کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی بدون انجام واکنش (Cost K)،

shaghool.ir

- هزینه‌ی کل خسارت‌های منابع طبیعی روی آب بدون انجام واکنش (Cost E)،
- هزینه‌ی کل خسارت‌های منابع طبیعی خط ساحلی بدون انجام واکنش (Cost L).

براساس رابطه‌ی $TDWOR = Cost\ D + Cost\ E + Cost\ K + Cost\ L$ خواهیم داشت:

$$TDWOR = 4,789,095 + 1,269,329 + 97,292 + 107,627 = 6,263,343$$

در نتیجه، خسارات کل (اقتصادی-اجتماعی و منابع طبیعی روی آب و ساحل) برابر با ۶،۲۶۳،۳۴۳ دلار خواهد بود.

ج- خسارات کل پس از انجام واکنش (TDWR) که ازحاصل جمع چهار هزینه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

- هزینه‌ی کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی روی آب پس از انجام واکنش (Cost B)،
- هزینه‌ی کل خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی پس از انجام واکنش (Cost H)،
- هزینه‌ی کل خسارت‌های منابع طبیعی روی آب پس از انجام واکنش (Cost C)،
- هزینه‌ی کل خسارت‌های منابع طبیعی خط ساحلی پس از انجام واکنش (Cost I).

براساس رابطه‌ی $TDWR = Cost\ B + Cost\ H + Cost\ C + Cost\ I$ خواهیم داشت:

$$TDWR = 0 + 59,546 + 0 + 65,772 = 125,228$$

در نتیجه، خسارات کل (اقتصادی-اجتماعی و منابع طبیعی روی آب و ساحل) پس از انجام واکنش برابر با ۱۲۵،۲۲۸ دلار خواهد بود.

برای محاسبه‌ی فایده‌ی انجام واکنش (RB) از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$RB = TDWOR - (TDWR + TRI)$$

براین اساس:

فایده‌ی واکنش = ۶،۲۶۳،۳۴۳ − (۱۲۵،۲۲۸ + ۱،۵۷۹،۵۰۰) = ۴،۵۸۸،۶۱۵ دلار

برای محاسبه‌ی نسبت هزینه به فایده (CBR)، به‌عنوان یک معیار مالی تصمیم‌گیری مدیریتی، از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

نسبت هزینه به فایده = هزینه‌ی کل واکنش ÷ فایده‌ی واکنش

$$CBR = TRC \div RB$$

یعنی: $(CBR = 5,816,061 \div 4,588,615)$. در نتیجه، این نسبت برابر با ۱/۲۸ به‌دست می‌آید.

گزینه‌ی (۲)

- نوع نفت: نفت‌خام متوسط
- مقدار نفت نشت‌یافته: ۱ میلیون گالن
- فاصله تا ساحل: ۳ تا ۱۰ مایل
- نوع پوشش نفتی خط ساحل: پیوسته
- نوع سطح آب: دریایی

shaghool.ir

- دمای آب: ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد
- بادهای غالب: متوسط (۱۵ نات)
- زمان واکنش: ساعت (تا خط ساحلی)
- نوع خط ساحلی: ساحل سنگی
- واکنش در خط ساحلی: دستی
- HCIC: متوسط
- منابع اقتصادی، اجتماعی روی آب: شیلات
- منابع طبیعی روی آب: پرندگان
- منابع اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی: ارزش متوسط
- منابع طبیعی خط ساحلی: حساسیت به مقدار متوسط
- پیش‌بینی محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی در خط ساحلی: انتخاب شده
- نوع واکنش: استفاده از پخش‌کننده

نتایج محاسبات مربوطه را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- هزینه‌ی کل واکنش بر روی آب = ۳۶،۶۵۶،۳۳۵ دلار (آمریکا)
- هزینه‌ی کل واکنش در خط ساحلی = ۸۱،۴۵۵،۳۹۵ دلار
- هزینه‌ی کل واکنش = ۱۱۸،۱۱۱،۷۳۱ دلار
- پیامد واکنش برروی آب = ۸۸،۸۷۷،۱۴۳ دلار
- پیامد واکنش در خط ساحلی = ۴،۰۷۲،۷۷۰ دلار
- مجموع پیامد واکنش = ۹۲،۹۴۹،۹۱۳ دلار
- کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب بدون واکنش = ۷۴۰،۶۴۲،۸۵۴ دلار
- کل خسارات منابع طبیعی روی آب بدون واکنش = ۲۰۷،۵۶۳،۶۲۱ دلار
- کل خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی بدون واکنش = ۱۰۶،۰۰۷،۱۳۰
- کل خسارات منابع طبیعی خط ساحلی بدون واکنش = ۳۵،۱۲۲،۳۳۱ دلار
- کل خسارات بدون واکنش = ۱،۰۸۹،۳۳۵،۹۳۷ دلار
- کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب پس از واکنش = ۷۴۰،۶۴۲،۸۵۴ دلار
- کل خسارات منابع طبیعی روی آب پس از واکنش = ۲۰۷،۵۶۳،۶۲۱ دلار
- کل خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی پس از واکنش = ۴۹،۵۸۱،۷۰۵ دلار
- کل خسارات منابع طبیعی خط ساحلی پس از واکنش = ۱۶۸،۸۲۴ دلار
- کل خسارات پس از واکنش = ۹۹۷،۹۵۷،۰۰۴ دلار

shaghool.ir

- فایده‌ی واکنش = ۲۶،۷۳۲،۷۹۸- دلار

نتیجه‌گیری: در این گزینه‌ی فرضی، هزینه‌ی خسارت واکنش با پخش‌کننده بیش از هزینه‌ی واکنش است. یعنی زیان احتمالی کاربرد پخش‌کننده در محدوده‌ای با فعالیت‌های آبزی‌پروری، بیش‌تر از منفعت آن خواهد بود. فایده‌ی پخش‌کننده، به‌دلیل تاخیر در واکنش، تحقق نیافته است. ممکن است تبخیر نفت متجاوز از برداشت نفت به وسیله‌ی پخش‌کننده بوده باشد.

گزینه‌ی (۲):

- نوع نفت: نفت‌خام متوسط
- مقدار نفت نشت‌یافته: ۱ میلیون گالن
- فاصله تا ساحل: ۳ تا ۱۰ مایل
- نوع پوشش نفتی خط ساحل: پیوسته
- نوع سطح آب: دریایی
- دمای آب: ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد
- بادهای غالب: متوسط (۱۵ نات)
- زمان واکنش: ساعت (تا خط ساحلی)
- نوع خط ساحلی: ساحل سنگی
- واکنش در خط ساحلی: دستی
- HCIC: متوسط
- منابع اقتصادی، اجتماعی روی آب: شیلات
- منابع طبیعی روی آب: پرندگان
- منابع اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی: ارزش متوسط
- منابع طبیعی خط ساحلی: حساسیت به مقدار متوسط
- پیش‌بینی محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی در خط ساحلی: انتخاب شده
- نوع واکنش: مکانیکی

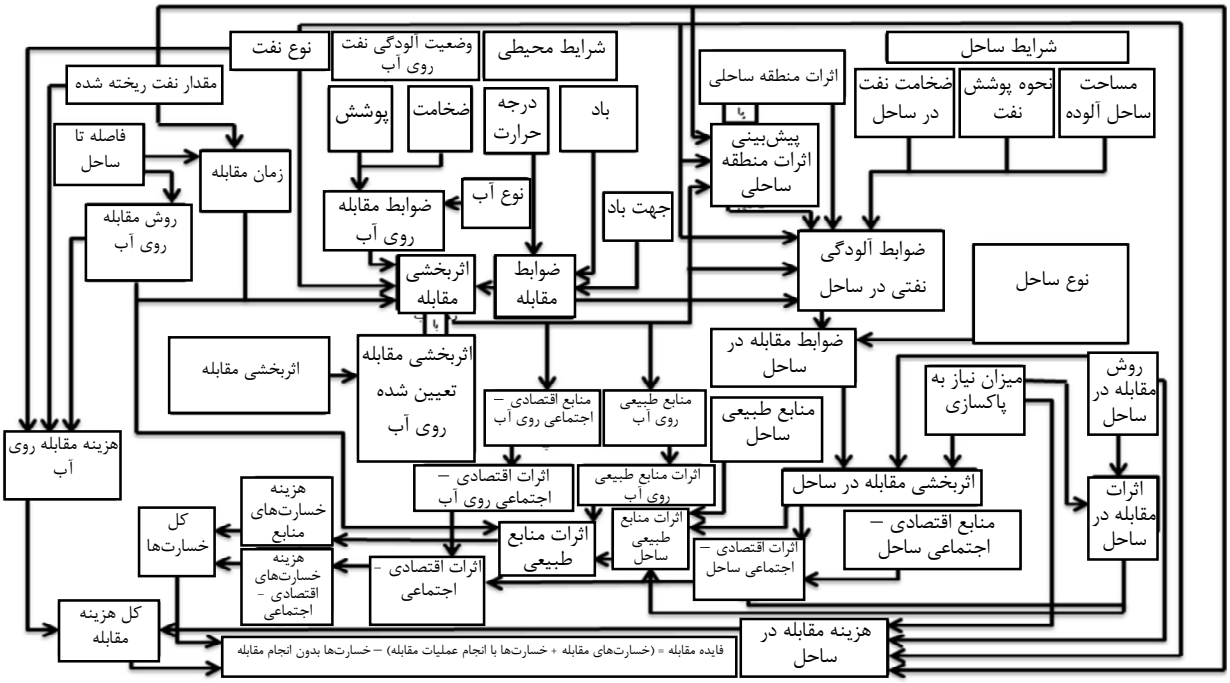
نتایج محاسبات مربوطه را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- هزینه‌ی کل واکنش بر روی آب = ۴۷,۲۰۹,۰۳۷ دلار (آمریکا)
- هزینه‌ی کل واکنش در خط ساحلی = ۶۲,۱۷۷,۶۳۷ دلار
- هزینه‌ی کل واکنش = ۱۰۹,۳۸۶,۶۷۳ دلار
- پیامد واکنش برروی آب = ۰ دلار
- پیامد واکنش در خط ساحلی = ۳,۰۹۵,۳۰۵ دلار

shaghool.ir

- مجموع پیامد واکنش = ۳,۰۹۵,۳۰۵ دلار
- کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب بدون واکنش = ۷۴۰،۶۴۲،۸۵۴ دلار
- کل خسارات منابع طبیعی روی آب بدون واکنش = ۲۰۷،۵۶۳،۶۲۱ دلار
- کل خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی بدون واکنش = ۱۰۶،۰۰۷،۱۳۰ دلار
- کل خسارات منابع طبیعی خط ساحلی بدون واکنش = ۳۵،۱۲۲،۳۳۱ دلار
- کل خسارات بدون واکنش = ۱،۰۸۹،۳۳۵،۹۳۷ دلار
- کل خسارات اقتصادی، اجتماعی روی آب پس از واکنش = ۷۴۰،۶۴۲،۸۵۴ دلار
- کل خسارات منابع طبیعی روی آب پس از واکنش = ۲۰۷،۵۶۳،۶۲۱ دلار
- کل خسارات اقتصادی، اجتماعی خط ساحلی پس از واکنش = ۴۰,۲۵۴,۲۸۶ دلار
- کل خسارات منابع طبیعی خط ساحلی پس از واکنش = ۱۲,۹۸۱,۴۵۱ دلار
- کل خسارات پس از واکنش = ۱,۰۰۱,۴۴۲,۲۱۲ دلار
- فایده‌ی واکنش = ۹۴۸،۴۹۲،۲۱- دلار

نتیجه‌گیری: در گزینه‌ی فرضی (۲)، برای هر دلار فایده، باید ۱/۳۰ دلار برای واکنش هزینه کرد. برخلاف واکنش با روش پخش‌کننده، زیانی از نظر حضور فعالیت‌های آبزی‌پروری در محدوده وجود ندارد.



شکل ۳-۲- نمودار روابط متقابل عوامل موثر در خسارت‌های ناشی از لکه‌های نفتی در مدل OSRCEAT

shaghool.ir

۳-۳-۴- تلفیق ارزش‌های مربوط به خدمات اکوسیستمی با ارزیابی پیامدهای نشت نفت

اثرات فاجعه‌بار حوادث نشت نفت بر منابع ساحلی، وظیفه‌ی پیچیده‌ی تصمیم‌سازی درهنگام عملیات واکنش دربرابر نشت و نیز نیاز به تحلیل عملیاتی موجب می‌شوندکه تصمیم‌سازان به دنبال تصمیمات علمی‌تری باشند. با کمک مدل‌های صریح و مستقیم ارزیابی پیامدهای اقتصادی از نظر فضائی می‌توان به ابزار ارزیابی فوری برای کمی‌سازی اولیه‌ی هزینه‌های خسارات نشت نفت با استفاده از واحدهای پولی به عنوان یک شاخص، دست یافت.

این دستورالعمل مترصد پیشنهاد مدلی مبتنی بر ارزیابی خدمات اکوسیستمی با استفاده از روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی مانند «روش هزینه‌ی سفر»، انتقال فواید و قیمت‌گذاری بازاری مستقیم است. جا دارد ذکر شود که ارزش پولی ابعاد خسارات وارده به محیط‌زیست تابعی از ابعاد خسارات وارده به محیط‌زیست بوده و این خود بستگی به نوع نفت، محدوده‌ی تحت تاثیر قرارگرفته، از نظر اهمیت تنوع زیستی و سایر خصوصیات محیط‌زیستی، شرایط آب و هوایی و به‌ویژه، چگونگی انتشار آلاینده در گستره‌ی مناطق ساحلی و دریایی با اثرگذاری بر منابع دریایی و اقتصادی اجتماعی هدف، دارد.

ابزار «ارزیابی مبتنی بر هزینه‌ی خسارات وارده به محیط‌زیست» را می‌توان برای همه‌ی مناطق ساحلی و غیرساحلی استفاده کرد و درواقع، با داشتن تخمین‌های اولیه از هزینه‌ی خسارات، امکان جبران خسارات مربوط به نشت نفت نیز فراهم خواهد شد.

جنبه‌ی اساسی هزینه‌ی خسارات اقتصادی نشت نفت، کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی در وضعیت پایه‌ای است که به‌عنوان مرجع پولی تولیدات اکوسیستمی شناخته می‌شود. ارزش اقتصادی اکوسیستم‌ها به ارزش خدمات مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شود. بااین همه، عملکرد تولیدی منابع طبیعی ممکن است تحت تاثیر تغییرات طبیعی و یا برآمده از انسان (مانند نشت نفت) قرارگیرد. ادبیات علمی در این زمینه، نمونه‌های بسیاری را از ارزیابی هزینه‌های اقتصادی مرتبط با مدل‌های خسارات نشت نفت مبتنی بر فنون آماری و نیز مدل‌های پیش‌بینی اقتصادی مناسب برای کمی‌سازی تخریب پولی ناشی از آلودگی دراختیار می‌گذارد (Gracia Negro و همکاران، ۲۰۰۹؛ Liu و Wirtz، ۲۰۰۶؛ Shahriari و Frost ، ۲۰۰۸). بااین وجود، نتایج بیش‌تر رویکردها، از نظر فضائی و اصالت دارای ایراد بوده و مدل‌های هزینه‌ی خسارت آلودگی نفتی، متمرکز بر پشتیبانی از برنامه‌ریزی پاسخ و واکنش هستند.

- ارزش استفاده‌های غیرمستقیم

این قبیل ارزش‌ها با عدم حضور در بازارهای مبادلاتی مشخص شده و برای تخمین آن‌ها باید ابزارهای غیرمستقیمی را داختیار داشت. دو رویکرد مشترک برای تخمین در این زمینه، روش‌های انتقال فواید (BT) و هزینه‌ی سفر (TC) هستند. خدمات اکوسیستم‌های دریایی با کمک روش BT تخمین زده می‌شوند. برای ارزش‌گذاری اقتصادی در این روش، اطلاعات قابل دسترس از مطالعات موجود برای موقعیت مکانی و یا زمینه‌ی دیگر انتقال داده می‌شوند.

shaghool.ir

شناسایی خدمات مرتبط با گونه‌ها و یا گروهی از گونه‌ها با کمک ادبیات تحقیقی موجود در این زمینه (Bucas، Daunys و Olenin، ۲۰۰۹؛ Olenin و Daunys، ۲۰۰۴)، امکان پذیر است. همچنین، مطالعات کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی انجام شده از سوی Costanza و همکاران (۱۹۹۷) و de Groot، Wilson و Boumans (۲۰۰۲) برای این منظور قابل استفاده هستند. برمبنای مطالعات و مدلسازی‌های پوشش و کاربری جهانی اراضی، به کمک فنون مختلف اقتصادی به تفکیک سیستم‌های خشکی و دریایی/ساحلی، می‌توان برخی از ارزش‌های مورد نیاز را برآورد نمود.

مهم‌ترین فواید غیرمستقیم ارائه شده به‌وسیله‌ی اکوسیستم‌های دریایی شامل موارد زیر هستند:

- زیستگاه/پناهگاه ($ES_{h/r}$)،
- چرخه‌ی غذایی (ES_{nc})،
- چرخه‌ی غذایی مرتبط با علفزارهای دریایی (ES_{ncsg})،
- کنترل تنوع زیستی (ES_{bc})،
- تولید خوراک (ES_{fp})، و
- تنظیم اختلال (ES_{dr}).

بیش‌ترین ارزش واحد به خدمات چرخه‌ی غذایی مربوط می‌شود که به رقمی در حدود ۱۸/۷۲ تا ۳۶۲۰ یورو در هکتار و درسال بالغ می‌شود.

جدول ۳-۴۶- ارزش استفاده‌های غیرمستقیم خدمات اکوسیستمی

خدمت اکوسیستمی (ES_i)	شرح	ارزش واحد (یورو/هکتار/سال)
$ES_{h/r}$	خدمات پرستاری، زیستگاه برای گونه‌های مهاجر، زیستگاه‌های منطقه‌ای برای برداشت گونه‌های محلی؛ زمستان‌گذرانی	۷/۹
ES_{nc}	تثبیت ازت؛ N، P و سایر عناصر یا چرخه‌های غذایی	۳،۶۲۰
ES_{ncsg}	تثبیت ازت علف‌های دریایی؛ N، P و سایر عناصر یا چرخه‌های غذایی	۱۸،۷۲۰
ES_{bc}	کنترل گونه‌های کلیدی صیادی؛ کاهش علفخواران به‌وسیله‌ی صیادان بالای هرم غذایی	۳۷/۴
ES_{fp}	تولیدات مربوط به گوشت شکار، غلات، دانه‌های خوراکی، میوه و غیره از طریق شکار و صید، گردآوری، کشاورزی معیشتی، یا ماهیگیری تفرجی	۹۱/۶
ES_{dr}	حفاظت دربرابر طوفان‌ها، کنترل سیل، احیای خشکسالی و سایر جنبه‌های واکنش زیستگاه در برابر دگرگونی‌های محیط‌زیستی که عمدتا تحت کنترل ساختاری رویشی هستند	۸۶/۷

تذکر: برآوردهای این جدول برگرفته از کاستانزا و همکاران (۱۹۹۷)؛ دگروت، ویلسون و بومانس (۲۰۰۲) هستند.

ارزش اقتصادی کل اکوسیستم‌های دریایی (E_{marine}) برحسب دلار درهکتار درون سلول x از شبکه‌ی ساحلی شامل خدمت اکوسیستمی (ES_i) یا خدمات اکوسیستمی چندگانه ($Es_i + ES_j$)، بسته به پیچیدگی سیستم، است.

$$Ex = ES_{h/r}a_{h/r} + ES_{nc}a_{nc} + ES_{ncg}a_{ncg} + ES_{bc}a_{bc} + ES_{fp}a_{fp} + ES_{dr}a_{dr}$$

که درآن: ES درآمد اقتصادی (برحسب واحد پولی) خدمت اکوسیستمی i و a واحد مساحت (برحسب هکتار) تحت پوشش عرضه‌ی خدمت i از میان خدمات اکوسیستمی است.

shaghool.ir

برای برآورد ارزش اقتصادی پرندگان دریایی، به جای در نظر گرفتن آن به‌عنوان یک خدمت اکوسیستمی خاص، از هزینه‌های جابجایی، جایگزینی و احیای زیستگاه و جمعیت پرندگان ساحلی و دریایی، استفاده می‌شود. ارزش اقتصادی پرندگان دریایی در سلول x از شبکه‌ی ساحلی، به‌صورت زیر برآورد می‌شود:

$$E_{birds} = n_{birds} uv_{birds}$$

که در آن: n_{birds} متوسط فراوانی پرندگان در یک سلول شبکه‌ای x است که از روی داده‌های GIS به‌دست می‌آید. و uv_{birds} ارزش واحد گونه‌های خاصی از پرندگان (دلار/ پرنده) است که از پروژه‌های احیای پرندگان مرتبط با حیات وحش و مطالعات ارزیابی خسارت نشت نفت به‌دست می‌آید (Brown، ۱۹۹۲؛ Liu و Wirtz، ۲۰۰۹؛ French-McCay و همکاران، ۲۰۰۴). به‌دلیل کاستی‌های موجود در دسترسی به داده‌های فضائی، باید ارزش واحدی مستقل از گونه را به‌کار گرفت.

با کمک روش‌های هزینه‌ی سفر (TC)، ارزش خدمت دیگری از اکوسیستم‌ها را می‌توان برآورد کرد. به‌طورخاص، مدل‌های هزینه‌ی سفر تمایل به پرداخت بازدیدکنندگان برای رسیدن به محدوده‌ی مطالعاتی موردنظر خود را بیان می‌کنند. در این روش از برنامه‌ی تخمین هزینه‌ی سفر منطقه‌ای استفاده شده و مبتنی بر برآورد تعداد سالانه‌ی سفر به محدوده‌ی تفرجی مشخص و میانگین مخارج به‌ازای هر سفر است (Fleming و Cook، ۲۰۰۸). مخارج متوسط به‌ازای هر سفر برای چهارگروه از بازدیدکنندگان زیر تعریف می‌شوند:

- بازدیدکنندگان ساکن در محل که در روزی مشخص، دست به بازدید می‌زنند ($TC_{res/sd}$)،
- گردشگران ساکن در محل ($TC_{res/toursit}$)،
- بازدیدکنندگان غیرساکن که در روزی مشخص سفر می‌کنند ($TC_{non\ res/sd}$)،
- گردشگران ($TC_{nonres/toursit}$).

فرض براین است که همه‌ی انواع بازدیدکنندگان، با هدف تفرج و سرگرمی و یا ملاقات دوستان، وارد عرصه‌های تفرجی شده‌اند. برای متمایز کردن انواع بازدیدکنندگان می‌توان تعاریف مختلفی را در نظر گرفت. به‌طوری که، منظور از بازدیدکنندگان روزها و یا مناسبت‌های خاص، افرادی هستند که سفر یک روزه‌ای را برای رفتن به عرصه‌های تفرجی انجام می‌دهند. ولی گردشگران، افرادی هستند که دست‌کم یک شب در ناحیه‌ای مشخص اقامت می‌کنند. گردشگران مقیم نیز آن‌هایی هستند که ساکن مناطق مجاور عرصه‌های تفرجی بوده و تفاوت آن‌ها با گردشگران غیرمقیم در این است که خارجی بوده و در فاصله‌ای دور از مناطق تفرجی، زندگی می‌کنند. از این نظر ارزش اقتصادی مناطق تفرجی ($E_{toursim}$) مرتبط با هر یک از سلول‌های شبکه‌ی ساحلی، حاصل جمع مخارج بازدیدکنندگان و گردشگران از انواع مختلف خواهد بود. یعنی:

$$E_{toursim} = TC_{res/sd} + TC_{res/tourist} + TC_{nonres/sd} + TC_{nonres/tourist}$$

در اینجا، TC هزینه‌های سفر هر بازدیدکننده از میان انواع بازدیدکنندگان است. بدیهی است که هزینه‌های سفر انواع مختلف بازدیدکنندگان (TC_i) را باید در تعدادسفرها در سال (n_i) و میانگین مخارج به‌ازای هر سفر که با واحد پولی

shaghool.ir

سنجیده می‌شود (av_{exp}) ضرب کرد. بسیاری از اطلاعات مورد نیاز در این زمینه را می‌توان از آمارهای ملی و منطقه‌ای به‌دست آورد.

$$TC_i = n_i av_{exp}$$

- ارزش استفاده‌های مستقیم

ارزش استفاده‌های مستقیم گویای خدمات اکوسیستمی است که به‌طور مستقیم از بازارهای اقتصادی به‌دست می‌آیند. این خدمات با منابع زیستی یا سامانه‌های زیستی در ارتباط بوده و اثر مستقیمی بر روی رفاه اقتصادی انسان دارند. برای ارزیابی ارزش اقتصادی کالاها و خدمات اکوسیستمی، از روش اقتصادی استانداردی می‌توان استفاده کرد که همان روش قیمت‌گذاری بازاری مستقیم (DMP[1]) است. در این روش، از قیمت‌های بازاری برای اندازه‌گیری فایده‌ی اقتصادی به‌دست آمده از سامانه‌های اقتصادی، استفاده می‌شود. مثالی شناخته شده دررابطه با منابع دریایی براساس DMP، فعالیت‌های صید تجاری و یا آبزی‌پروری است (Cognetti و Maltagliati ، ۲۰۱۰). منظور از صید تجاری، صید ماهی و سایر جانوران وحشی دریایی با هدف کسب منفت است. برای تخمین پولی صید تجاری، می‌توان عمق خاصی را در نظر گرفت.

در چنین مدلی، ارزش اقتصادی صید تجاری ($E_{fishery}$) در هر سلول از شبکه‌ی ساحلی یا دریایی براساس رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$E_{fishery} = m_i vp_i$$

در این رابطه، m_i مقدار سالانه‌ی آبزیان صید شده برحسب کیلوگرم (به تفکیک گونه‌های مختلف) و vp_i قیمت بر روی عرشه‌ی[2] آبزیان صیدشده از همه‌ی گونه‌های دارای ارزش بازاری است.

- ارزش اقتصادی کل

درآمد کل سالانه حاصل از ارزش استفاده‌های مستقیم و غیرمستقیم با عبارت «ارزش اقتصادی کل» (TEV) تعریف می‌شود که از حاصل جمع فواید اقتصادی حاصل از اکوسیستم‌های دریایی (E_{marine})، مناطق تفرجی ($E_{tourism}$)، پرندگان وحشی (E_{birds}) و صید تجاری ($E_{fishery}$) محاسبه می‌شود:

$$TEV = E_{marine} + E_{tourism} + E_{birds} + E_{fishery}$$

1- Direct Market Pricing Method
2- Ex-vessel Price

shaghool.ir

«ارزش کل اقتصادی» (TEV)، با ۱۰۰٪ منابع ساحلی ارزیابی شده در درون مرزهای محدوده‌ی مطالعاتی در ارتباط است و ارزش سالانه‌ی خدمات اکوسیستمی و تولید منابع دریایی را درقالب وضعیت پایه و برحسب ریال و یا دلار در سال، دراختیار می‌گذارد.

- مدل هزینه‌ی خسارات ناشی از نشت نفت

براساس مدل معرفی شده از سوی دپلگرین و بلاژوسکاس[1] (۲۰۱۲)، زیان‌های اقتصادی نشت نفت، به‌صورت زیان‌های اقتصادی سالانه‌ی مستقیم و غیرمستقیم ناشی از دارایی‌های محیط‌زیستی و اقتصادی اجتماعی تحت تاثیر قرارگرفته تعریف می‌شوند. منظور از دارایی‌های محیط‌زیستی، زیستگاه‌های آسیب دیده، مخارج ازدست رفته‌ی سفر به عرصه‌های تفرجی مرتبط با خودداری از سفر، سرمایه‌گذاری‌های مورد نیاز برای احیای جمعیت پرندگان و بازگرداندن آن‌ها به شرایط پیش از نشت نفت، درآمد ازدست رفته‌ی صیادان در دوران ممنوعیت موقت یا بسته شدن صیدگاه‌های سنتی (Feyes، Cole و Hasselstrom، ۲۰۱۱).

مولفه‌های پایه‌ای در مدل هزینه‌ی خسارت نشت نفت عبارتند از: فاکتور وزن‌دهی اقتصادی[2] (Wf)، فاکتور پراکنش توده‌ی نفت[3] (ODF) و ضریب اصلاحی حجم نفت[4] (SVM).

فاکتور وزن‌دهی اقتصادی (Wf)، گویای کمک نسبی زیستگاه‌های دریایی، عرصه‌های تفرجی، پرندگان دریایی و صید تجاری به ارزش کل اقتصادی محدوده‌ی مطالعاتی است. برای منبع i، Wf کلی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$wf = (E / TEV) \times 100$$

در این رابطه، E_i ارزش اقتصادی منبع i و TEV ارزش کل اقتصادی است. حاصل جمع همه‌ی Wfها، ۱ خواهد بود که همان ۱۰۰٪ منابع قابل دسترس در محدوده‌ی مطالعاتی است.

فاکتور پراکنش توده‌ی نفتی (ODF)، ارزش درصدی است که پراکنش توده‌های نفت در بستر دریا (ODF_{bed})، خط ساحلی (ODF_{sh})، روی دریا (ODF_{su}) و ستون آب (ODF_{di}) را با موقعیت فضایی منبع ارتباط می‌دهد. برای شبیه‌سازی فرآیندهای انتشار و هوادهی نفت از مدل سه بعدی مسیر نشت نفت و شبکه‌ی ردیابی دریایی نشت نفت[5] (SMHI)، استفاده شده‌است. باید سهمی از نفت نشتی تبخیریافته از شاخص نهایی محاسباتی را باید کنارگذارد، چرا که در ارزشیابی منابع دریایی و ساحلی زیان‌آور شناخته نمی‌شوند. رابطه‌ی عوامل ODF با خدمات اکوسیستمی مورد نظر در شکل زیر نمایش داده شده‌است.

1- Depellegrin and Belazauskas
2- Economic Weighting Factor
3- Oil Mass Distribution Factor
4- Spill Volume Modifier
5- Seatrack Web Tool

shaghool.ir

جدول ۳-۴۷- ترکیب عامل توزیع توده‌ی نفتی با خدمات اکوسیستمی

خدمات اکوسیستمی	عامل توزیع توده‌ی نفتی (ODF)
گردشگری: ($E_{toursim}$)	$ODF_{sh} + ODF_{su} + ODF_{di}$
دریایی: (E_{marine})	$ODF_{sb} + ODF_{su} + ODF_{di}$
پرندگان: (E_{birds})	$ODF_{sh} + ODF_{su}$
صیادی: ($E_{fishery}$)	$ODF_{sb} + ODF_{di}$

تعدیل‌کننده‌ی حجم نفت (SVM)، گویای ضریبی است که بسته به حجم نفت نشت‌یافته مقدار آن بین ۲ تا ۱۰ فرق می‌کند. مقدار SVM برای حجم‌های مختلف نفت نشتی، به‌طور مستقیم براساس نتایج تحلیلی جهانی از عوامل پاکسازی نشت نفت که به وسیله‌ی اتکین (۲۰۰۰) انجام شده، پیشنهاد شده است.

مقادیر مختلف SVM در رابطه با حجم نفت نشت‌یافته از روی جدول زیر تعیین می‌شود:

جدول ۳-۴۸- رابطه‌ی بین دامنه‌ی حجم‌های نشت‌نفت با ضریب اصلاحی حجم نشت نفت

حجم نفت (تن)	تعدیل‌کننده‌ی حجم نفت (SVM)
<۳۴	۲
۳۴ تا ۳۴۰	۳
۳۴۰ تا ۱،۷۰۰	۵
۱،۷۰۰ تا ۳،۴۰۰	۷
۳،۴۰۰ تا ۳۴،۰۰۰	۸
>۳۴،۰۰۰	۱۰

شاخص هزینه‌ی خسارت (DCI[1]) برای هر سلول از شبکه‌ی مناطق ساحلی و دریایی برای منبع i (مانند دریایی، گردشگری، صید، پرندگان و غیره) مطابق با رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$DCI_i = Wf_i \times SVM \times ODF_i$$

با استفاده از این مدل، با داشتن مقدار نشت نفت و نوع نفت می‌توان شاخص هزینه‌ی خسارت را محاسبه کرد. مثلا برای ۱۷ هزارتن نشت نفت و سه نوع نفت، شاخص هزینه‌ی خسارت محاسبه شده و در قالب جدول زیر ارائه شده‌است. ماتریسی از سناریوهای مختلف تهیه شده و درآن، ارزش درصدی همه‌ی سناریوها و درجات مختلف مقادیر DCI برحسب مقادیر ازدست رفته‌ی خدمات اکوسیستمی مرتبط با هر منبع محاسبه شده‌است. مثلا با نگاه به جدول زیر دیده می‌شود که $DCI_{tourism}$ دارای ارزشی برابر با ۸۹ باشد، گویای زیان اقتصادی ۵۵ درصدی ازنظر خدمت اکوسیستمی مربوط به فعالیت‌های تفرجی خواهد بود. در جدول شماره‌ی (۳-۴۹)، ارزش‌های خدمات اکوسیستمی با ارزیابی پیامد نشت نفت، تلفیق شده‌اند.

1- Damage Cost Index

shaghool.ir

جدول ۳-۴۹- ماتریس سناریوها برای سه نوع نفت و سه مقدار نفت (۳۰۰، ۱۷،۰۰۰ و ۴۰،۰۰۰ تن)

	خسارت مربوط به خدمات اکوسیستمی (٪)								
DCI	**-۱۵**	**-۲۵**	**-۳۵**	**-۴۵**	**-۵۵**	**-۶۵**	**-۷۵**	**-۸۵**	**-۹۵**
$DCI_{tourism}$	۱۵-۰	۱۶-۳۹	۴۰-۴۹	۵۰-۸۴	۸۵-۱۱۶	۱۱۷-۲۳۳	۲۴۴-۲۷۹	۲۸۰-۳۰۸	۳۰۹-۳۸۵
DCI_{marine}	۳۵-۰	۳۶-۴۱	۴۲-۹۴	۹۵-۱۰۸	۱۰۹-۱۱۷	۱۱۸-۱۳۵	۱۳۶	۱۳۷-۳۶۲	۳۶۳-۴۵۲
DCI_{birds}	۰	۱	۲-۴	۵-۱۳	۱۴-۴۳	۴۴-۵۹	۶۰-۱۴۳	۱۴۴-۱۵۸	۱۵۹-۱۹۷
$SCI_{fishery}$	۰	۱-۴	۵-۶	۷-۱۵	۱۶-۱۸	۱۹-۲۰	۲۱-۲۲	۲۳-۵۸	۵۹-۷۳

اولین گام در استفاده از مدل شامل مراحل زیر است:

- تعریف محدوده‌ی مطالعاتی، یعنی وسعتی از مناطق دریایی و ساحلی که در معرض آلودگی‌های نفتی قرار گرفته‌اند،
- شناسایی و تعیین خدمات اکوسیستمی واقع در درون مرزهای منطقه‌ی آلوده شده،
- انتخاب فنون عملی ارزش‌گذاری اقتصادی.

در گام دوم، عملیات گردآوری داده‌ها و ایجاد پایگاه داده‌ای چند منبعی برای خدمات اکوسیستمی و ازجمله، اطلاعات GIS در مورد مهم‌ترین منابع دریایی و ساحلی (بیوتاپ‌های دریایی، آمار گردشگری، صید تجاری و پروژه‌های احیای جمعیت و یا زیستگاه پرندگان)، باید انجام شود.

در گام سوم، هرسلول واقع در شبکه‌ی مناطق آلوده شده، طبق پایگاه داده‌ای ایجاد شده برای خدمات اکوسیستمی، دسته بندی شده و از آن‌ها برای ارزش اقتصادی کل (TEV) استفاده می‌شود. با این ترتیب، امکان لازم برای نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی منابع دریایی و ساحلی فراهم خواهد شد.

درگام چهارم، سناریوهای نشت نفت، با استفاده از شبکه‌ی ردیابی دریایی نشت نفت تدوین شده و امکان ارائه‌ی مدل‌های پراکنش و انتشار، شبیه‌سازی هوادهی نفت و ترسیم فضائی محدوده‌های تحت تاثیر، وجود خواهد داشت. ارزیابی ترکیبی خدمات اکوسیستمی و شبیه‌سازی خروجی ردیابی دریایی نشت نفت، مبنای روش‌شناختی مناسبی را برای گسترش فاکتور وزن‌دهی اقتصادی (Wf)، تعدیل‌کننده‌ی حجم نفت (SVM) و فاکتور انتشار نفت (ODF) دراختیار می‌گذارد. این فاکتورها، مولفه‌های اصلی مدل هزینه‌ی خسارت و ماتریس سناریوهای DCI هستند. خروجی نهایی، ارائه‌ی الگوی هزینه‌ی خسارت مبتنی بر GIS خواهد بود.

shaghool.ir

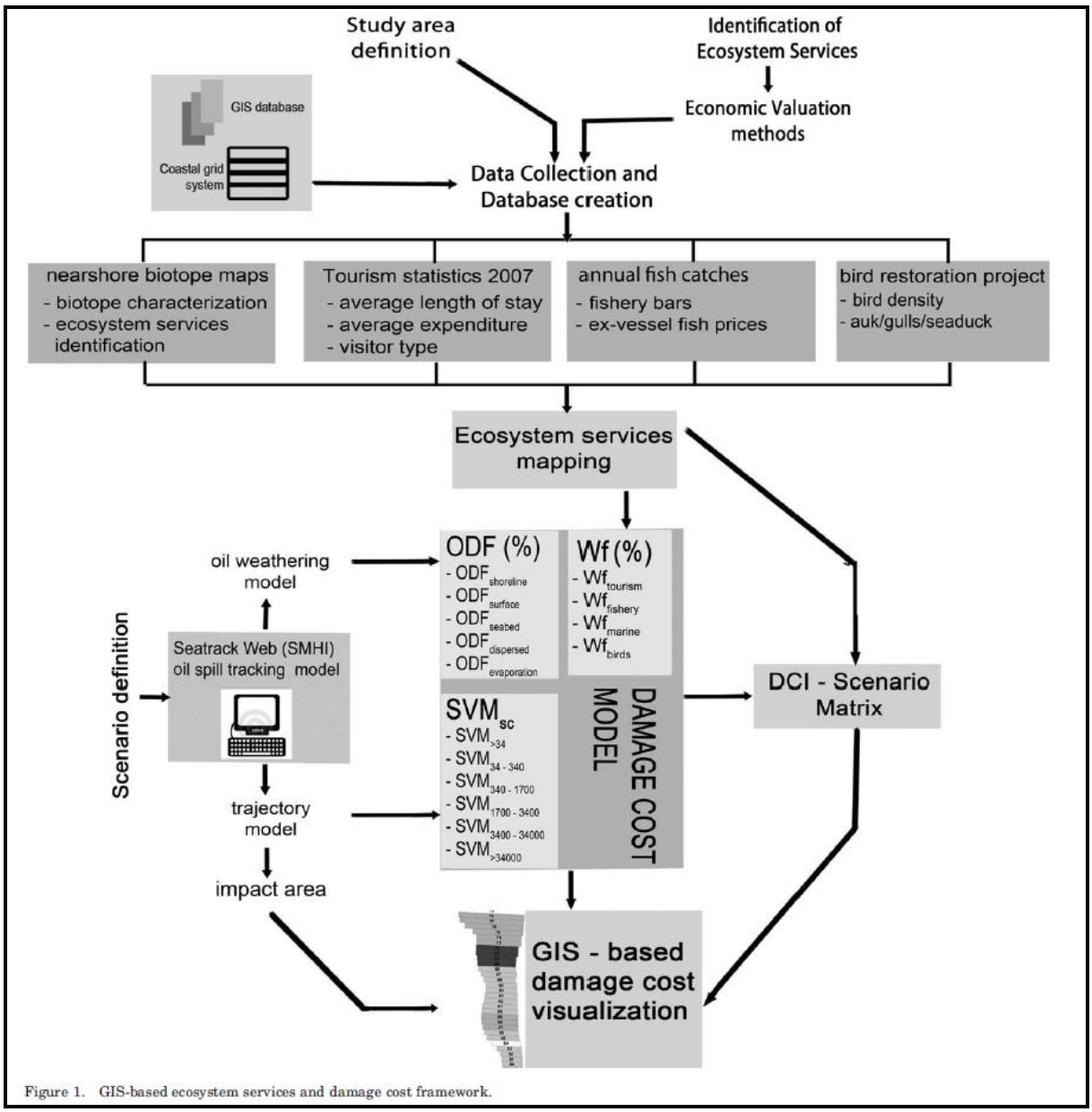


Figure 1. GIS-based ecosystem services and damage cost framework.

شکل ۳-۳- الگوی هزینه‌ی خسارت مبتنی بر GIS

۳-۴- شناسایی دستگاه‌های ذی‌مدخل و بررسی حقوق و تکالیف قانونی آن‌ها

یکی از جنبه‌های کلیدی در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با واکنش در مواجهه با حوادث منجر به نشت‌نفت و اجرای اقدامات پیشگیری (اعم از پاکسازی، احیا و بازسازی عرصه‌های تخریب‌یافته، پایش پس از واکنش و غیره)، شناسایی نهادهای مدیریتی و اجرایی ذی‌مدخل است. نظر به تفاوت ماموریت‌ها و وظایف قانونی تعریف شده برای هریک از نهادها درقالب سازمان‌ها و دستگاه‌های مربوطه، لازم است برای شرایط بحرانی ناشی از نشت‌نفت و واکنش به‌هنگام و کارآمد دربرابر آن، سازوکارهایی تعریف شده و براساس آن‌ها، ساختارهای مدیریتی مورد نیاز به ایجاد هماهنگی و تقویت انسجام در میان برنامه‌ها و بازیگران مختلف، منجر شوند.

shaghool.ir

طراحی و استقرار چنین سازوکارهایی از طریق توجه به تجربیات جهانی موجود در این زمینه از یک سو و رعایت چارچوب‌ها و موازین قانونی موجود درکشور از سوی دیگر، قابل تحقق خواهد بود. مرور تجربیات جهانی موجود، بر استفاده از رویکردی یکپارچه در ارزیابی خسارات ناشی از لکه‌های نفتی تاکید دارند. یکپارچگی در توجه به مولفه‌های گوناگونی مانند پیشگیری، پاکسازی، خسارات اقتصادی – اجتماعی، خسارات منابع طبیعی و محیط‌زیستی، محور اصلی به‌شمار آمده و ضرورت هماهنگی ذی‌مدخل‌های مختلف را در نظام ارزیابی خسارات اقتصادی لکه‌های نفتی در مناطق دریایی و ساحلی، نمایان‌تر می‌سازد.

مطابق با «قانون حفاظت از دریاها و رودخانه‌های قابل کشتیرانی در مقابل آلودگی به مواد نفتی» (مصوب ۱۳۸۹/۶/۱۷)، سازمان‌های بنادر و دریانوردی، حفاظت محیط‌زیست و شیلات ایران مهم‌ترین ذی‌مدخل‌های موضوع این دستورالعمل به‌شمار می‌آیند. در نتیجه، هماهنگ سازی فعالیت‌های آن‌ها برای واکنش در برابر لکه‌های نفتی و حوادث نشت نفت دارای اهمیت زیادی خواهد بود. براساس ماده‌ی (۱۱)، قانون مزبور، سازمان بنادر و دریانوردی عهده‌دار ۵ وظیفه‌ی مهم زیراست:

- اطلاع‌رسانی به نیروهای نظامی و انتظامی جهت انجام اقدامات‌لازم
- جلوگیری از گسترش آلودگی و رفع آثار آن
- برآورد میزان آلودگی و جمع‌آوری شواهد مربوط به علل وقوع آلودگی
- اطلاع‌رسانی به سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست و شیلات ایران درمورد موقعیت، گستره و مسیر جابه‌جایی آلودگی
- همکاری با سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست و شیلات ایران برای مطالعه، بررسی و جمع‌آوری مدارک و شواهد لازم برای ارزیابی میزان آلودگی و خسارت‌های وارد شده به محیط‌زیست و ذخایر آبزی

۳-۵- فازبندی اقدامات منجر به برآورد خسارات محیط‌زیستی

۳-۵-۱- فاز (۱) پیش ارزیابی آلودگی‌های ناشی از لکه‌ی نفتی

بلافاصله پس از وقوع یک سانحه یا حادثه‌ی منجر به نشت نفت و ترکیبات نفتی در مناطق دریایی و یا ساحلی، ضروری است که گروهی متشکل از کارشناسان ذی‌ربط از سازمان بنادرو دریانوردی، سازمان حفاظت محیط‌زیست و سازمان شیلات، در سریع‌ترین زمان ممکن سازماندهی شده و نسبت به ارزیابی اولیه درمورد ابعاد مختلف حادثه، اقدام نمایند. باتوجه به موازین قانونی موجود، از نظر فنی گروه مزبور دارای ماهیت کاملا تخصصی بوده ولی ازنظر عملیاتی، دارای شان مشورتی خواهد بود. بیش‌ترین تمرکز این گروه بر فعالیت‌ها و اقدامات زیر خواهد بود:

- شناخت ابعاد حادثه از نظر نوع و مقدار نشت نفت، شرایط محیطی غالب و عوامل فنی موثر برای پیش‌بینی مسیر حرکت لکه‌ی نفتی،

shaghool.ir

- گردآوری اطلاعات مرتبط با منابع طبیعی و محیط‌زیستی واقع در محدوده‌ی لکه‌ی نفتی (وضعیت کنونی و آتی جابه‌جایی آن) ازنظر حساسیت زیستگاهی برای گونه‌های آبزیان و پرندگان مهم، اکوسیستم‌های باارزش از جهات ملی و بین‌المللی و غیره،
- تشخیص نیازهای اولیه دررابطه با اجرای اقدامات واکنش و گستره‌ی آن از جهات نوع، شدت، فوریت، موقعیت مکانی، تدارکات فنی و ....،
- پیش‌بینی محورهای اصلی برای طراحی برنامه‌های احیایی و یا اصلاحی محدوده‌های تخریب یافته.

۳-۵-۲- فاز (۲): ارزیابی مالی و اقتصادی برنامه‌های واکنش و/یا پاکسازی

به‌موازات فعالیت‌های اشاره شده در ذیل گروه مورد اشاره در فاز نخست، لازم است نسبت به ارزیابی مالی و اقتصادی فعالیت‌های واکنش و نیز طراحی و اجرای برنامه‌های پیشگیری از تشدید تخریب اکوسیستم‌های دریایی اقدام به‌عمل آید. بدیهی است که در این مرحله، استناد به اطلاعات موجود درمورد ارزش اقتصادی منابع محیط‌زیستی دریایی، نقش مهمی خواهد داشت. زیرا براساس، درجه‌ی اهمیت و ارزش اقتصادی منابع، ممکن است ابعاد عملیات واکنش و فعالیت‌های بعدی، تغییرات معنی‌داری داشته باشد.

۳-۵-۳- فاز (۳) تدوین برنامه‌های احیا و اصلاح اکوسیستم‌های آسیب‌دیده

در سومین فاز، لازم است تصویردقیق‌تری از برنامه‌های احیا و بازسازی و اصلاح اکوسیستم‌های آسیب دیده، ایجاد شده و ابعاد مالی و اقتصادی آن‌ها شناسایی شود. این ارزیابی ممکن است از سوی گروهی از متخصصین موضوعات مربوطه و مستقل از کارشناسان درگیر در فعالیت‌های ارزیابی خسارات مربوط به واکنش، انجام شود. بدیهی است که دراغلب مواقع، منابع مالی مورد نیاز برای اجرای برنامه‌های احیایی فراتر از وجوهی است که پس از پیگیری دعاوی مربوط به مطالبه‌ی خسارات در محاکم قانونی، عملا تحقق پیدا کرده و در اختیار قرار می‌گیرند. در این صورت، پیدا کردن روش‌های مناسب برای بسیج منابع مالی مورد نیاز (جلب کمک‌های فنی و مالی بین‌المللی، تلاش برای استفاده از بودجه‌های عمومی و غیره)، مورد نیاز خواهد بود.

البته، منابع مالی پیش‌بینی شده برای اجرای فعالیت‌های طراحی شده با هدف اصلاح اکوسیستم‌های تخریب یافته، ممکن است به‌عنوان بخشی از خسارات وارده به محیط‌زیست تلقی شده و در دعاوی حقوقی مورداستفاده و استناد قرار گیرند. برای این منظور، بایستی آسیب‌های وارده از نظر نوع و کمیت‌های فیزیکی به‌دقت ارزیابی شده باشند. برای این منظور باید روش احیا در قالب دامنه‌ی معقولی از بدیل‌های احیایی انتخاب شده و بدیل‌های احتمالی براساس مقیاس و غیره شناسایی شده و در برنامه‌ریزی مورد توجه قرار گیرند. بسته به منابع مالی مورد نیاز و قابل تامین، حتی ممکن است بدیل‌های احیایی برتری نیز انتخاب شده و دردستور کار قرار گیرند.

shaghool.ir

مجموعه‌ی چنین فعالیت‌ها و اقداماتی در قالب برنامه‌ای جامع برای احیای اکوسیستم‌های تخریب یافته، دراختیار قرار می‌گیرد. منظور از برنامه‌ی احیا، انجام مطالعات برای شناسایی گستره‌ی منبع خسارت دیده و نیز شناسایی بهترین شیوه‌های احیای منابع تحت تاثیر است و در این رابطه، تولید اطلاعاتی برای تعیین نوع و مقدار احیای مورد نیاز، ضروی خواهد بود. ازاین‌رو، برنامه‌ها و اقدامات احیا و بازسازی اکوسیستم‌های آسیب دیده، لایه‌ی مهمی از اقدامات و عملیات واکنش پس از بروز حوادث نشت نفت به شمار می‌آیند. در نتیجه، این مرحله از ارزیابی، بخشی متصل به فرآیند واکنش درخصوص شرایط اضطراری ایجاد شده برای محیط‌زیست محدوده‌ی موردنظر، بوده و نباید آن را مداخله‌ای جدا تلقی کرد. در بسیاری از حوادث نفتی بزرگ در مناطق دریایی، انجام ارزیابی خسارات و برنامه‌های احیایی پس از حادثه، زمینه ساز بهره‌گیری از دانش کارشناسی و تخصصی‌تر برای ارزیابی و احیای منابع طبیعی متاثر از ورود نفت و ترکیبات خطرناک و نیز پیامدهای فیزیکی از قبیل غرق شدن و یا به گل نشستن کشتی‌ها است.

به‌طورکلی، دولت‌ها برای اجرای برنامه‌ی احیا و ارزیابی خسارات پس از وقوع آلودگی نفتی مهم، چهارهدف زیر را دنبال می‌کنند:

- تعیین گستره و شدت پیامد اکولوژیک
- ارائه‌ی اطلاعات جزئی مورد نیاز برای تدوین و اجرای برنامه‌ی احیا و نیز استفاده از آن‌ها به‌عنوان مبنایی برای طرح دعاوی حقوقی
- اطلاع‌رسانی به مردم و به‌ویژه آن‌هایی که تحت تاثیر محدوده‌ی آلوده شده قرار می‌گیرند، درباره‌ی خسارات محیط‌زیستی به‌صورتی شفاف و دقیق
- تشویق فرآیندهای طبیعی احیا برای بازسازی کارکردهای بیولوژیک سایت

در سطح بین‌المللی، روش‌ها و فرآیندهای زیادی برای تدوین و اجرای برنامه‌های احیای خسارات محیط‌زیستی پس از نشت نفت، وجود دارند. شاید مهم‌ترین آن‌ها، چهارچوب مقرراتی است که سازمان بین‌المللی دریانوردی تدوین و با عنوان «دستورالعمل راهنمای ارزیابی و احیای خسارت محیط‌زیستی پس از نشت‌نفت در مناطق دریایی[1]» (IMO/UNEP) منتشر نموده است. به‌طور معمول، اغلب برنامه‌ها در این زمینه از مراحل چهارگانه‌ی زیر پیروی می‌کنند:

- فازاول: پیش ارزیابی
- فازدوم: برنامه‌ی ارزیابی
- فازسوم: اجرای ارزیابی
- فاز چهارم: دوره‌ی پس از ارزیابی

1- Guidnance Manual on Assessment and Restoration of Environmental Damage Following Marine Oil Spills

shaghool.ir

برای ارزیابی نیز مولفه‌های مختلفی مانند: سرنوشت نفت و توریع آن، گردآوری داده‌های زیست‌شناختی در مراحل اولیه‌ی نشت نفت؛ حساسیت و آسیب‌پذیری منابع در مقابل نفت؛ اولویت‌بندی مطالعات ارزیابی؛ طراحی و انجام مطالعات ارزیابی خسارت شامل راهبردها، پارامترها و روش‌ها.

اقدامات احیایی دارای ابعاد و اشکال مختلفی است که در اینجا به رئوس آن‌ها اشاره می‌شود:

- بازگشت به حالت اولیه[1]، فرآیندی طبیعی است که ازطریق آن، اکوسیستم‌های دریایی به کارکردهای اولیه‌ی خود و نیز شرایط ساختاری مشابه بازمی‌گردند. البته ممکن است ترکیب گونه‌ها نسبت به ترکیب اولیه‌ی خود متفاوت باشند.
- احیا[2]، رشته‌ای از گام‌های مدیریتی است که برای تسریع فرآیند بازگشت به حالت اولیه یا ترمیم طراحی می‌شوند.
- عدم دخالت و اقدام: گاهی احیا موجب خسارت بیش‌تری می‌شود.
- رفع خسارت[3]: فنون متفاوت پاکسازی به تناسب هر سایت را می‌گویند.
- کاشت: اقدامی برای احیای جمعیت برخی گونه‌های ساحلی که البته گاهی نیز ممکن است ناکارآمد باشد.
- احیای زیستی: جذب مواد غذایی (مانند کودها)
- واردکردن دوباره‌ی گونه‌ها: منظور، واردساختن دوباره‌ی گونه‌ها در محدوده‌ی تحت تاثیر آلودگی نفتی است.
- کنترل فرسایش: خسارت وارده به پوشش گیاهی خطوط ساحلی، باعث افزایش فرسایش می‌شود.
- تغییر اقدامات مدیریتی: ممکن است شامل آن دسته از اقدامات مدیریتی ناظر بر کنترل شکار و صید باشد تا به احیای جمعیت گونه‌هایی خاص کمک کند.
- سایر فنون کنترلی: ناظر بر عوامل اکولوژیک و بیولوژیک است. دررابطه با عوامل اکولوژیک، پارامترهای شیمیایی و فیزیکی (نمونه‌برداری) مورد توجه هستند. برای عوامل بیولوژیک، رفتارهای مبتنی بر رقابت، صیادی و انگلی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۵-۴- فاز (۴) پیش بینی هزینه‌های اجرای برنامه‌های پایش و احیایی

درآخرین مرحله از فرآیند برآورد خسارات اقتصادی وارده به محیط‌زیست ناشی از لکه‌های نفتی، بایستی هزینه‌های اجرای برنامه‌های پایش و احیایی، مورد ارزیابی قرار گیرند. بدیهی است که برای این منظور، نگرشی با افق بلندمدت‌تر حاکم بوده و لذا، شناسایی راه‌های پایدارسازی منابع مالی لازم برای سال‌های آتی در قالب برنامه‌های بسیج و تامین مالی پروژه‌های مربوطه، ضرورت زیادی خواهد داشت. در این رابطه، رویکردی کاملا تخصصی به موضوعات مختلف در اجرای برنامه‌های پایش و احیا حاکم بوده و ممکن است به شناسایی و تشویق مشارکت فعالینی در سطوح بین‌المللی و ملی بیانجامد.

1- Recovery
2- Restoration
3- Recuperation

shaghool.ir

shaghool.ir

فصل ۴

سازوکارهای پیشنهادی جبران خسارت

shaghool.ir

shaghool.ir

برای طرح دعاوی بین‌المللی درخصوص خسارات ناشی از آلودگی‌های نفتی در مناطق دریایی و ساحلی، تاکنون تحت نظارت سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO)، کنوانسیون‌های زیادی با تمرکز بر «مسوولیت مدنی در قبال خسارت آلودگی‌های نفتی» پایه‌ریزی شده‌اند. به‌طور کلی، ارکان رژیم کنونی حقوق بین‌الملل در رابطه با مسوولیت‌پذیری و جبران خسارات آلودگی نفتی، عبارتند از:

- کنوانسیون بین‌المللی مسوولیت مدنی درمورد مسوولیت مدنی خسارات آلودگی‌های نفتی مربوط به ۲۹ نوامبر ۱۹۶۹ (CIC 1969)،
- پروتکل سازمان بین‌المللی دریانوردی ۱۹۹۲ ضمیمه شده به کنوانسیون بین‌المللی مسوولیت مدنی خسارات آلودگی نفتی ۲۹ نوامبر ۱۹۶۹ (CLC 1992)،
- کنوانسیون بین‌المللی ایجاد صندوق بین‌المللی برای جبران خسارت آلودگی نفتی به تاریخ ۱۸ دسامبر ۱۹۷۱ (اجرای آن از سال ۲۰۰۲ متوقف شد).
- پروتکل اصلاحی ۱۹۹۲ سازمان بین‌المللی دریانوردی درباره‌ی ایجاد صندوق بین‌المللی برای جبران خسارت آلودگی نفتی ۱۸ دسامبر ۱۹۷۱ (کنوانسیون صندوق ۱۹۹۲).
- پروتکل اصلاحی سال ۲۰۰۳ دررابطه با کنوانسیون بین‌المللی ایجاد صندوق بین‌المللی جبران خسارت آلودگی نفتی ۱۹۹۲ (کنوانسیون تکمیلی صندوق، سال ۲۰۰۳).
- کنوانسیون بین‌المللی مسوولیت مدنی درقبال خسارت آلودگی نفت خام (فله‌ای) ۲۱ مارس ۲۰۰۱ (کنوانسیون بانکر، سال ۲۰۰۳).

براساس موازین قانونی در برخی کشورها، نظیر آنچه در قانون «آلودگی نفتی ایالات متحده» (OPA[1]) (۱۹۹۰) آمده است، خسارت دارای تعریف مشخصی بوده و ناظر بر «هرگونه تغییری نامطلوب، قابل مشاهده یا قابل اندازه‌گیری در یک منبع طبیعی یا اختلال در خدمات مربوط به منبع طبیعی» بوده و ازاین‌رو، به ضرورت و اهمیت «ارزیابی خسارت منابع طبیعی» (NRDA[2]) تاکید شده‌است. برای ارزیابی خسارت، باید دو پارامتر کلیدی زیر را مبنا قرارداد:

- گستره‌ی آسیب وارده به محیط‌زیست دریایی
- شدت آسیب وارده به محیط‌زیست دریایی

شایان ذکر است که ارزیابی باید از سوی گروهی از خبرگان مورد اعتماد و یا همان کارشناسان فنی معتمد و صلاحیت‌دار منسوب شده از سوی نهادهای ذی‌صلاح جامعه انجام شود. وظیفه‌ی چنین گروهی، ارزیابی ماهیت و گستره‌ی آلودگی و پیامدهای آن در محل وقوع حادثه است که در طی مراحل زیر انجام می‌شود:

1- Oil Pollution Act
2- Natural Resource Damage Assessment

shaghool.ir

- کمی‌سازی گستره‌ی آسیب،
- تدوین، اجرا و پایش طرح‌های احیایی،
- تلاش برای جبران هزینه‌های ارزیابی و احیا از کسانی که مسوول وارد آمدن آسیب شناخته شده‌اند.

در حیطه‌ی خسارات نشت نفت، رژیم مسوولیت مدنی برای آلودگی نفتی دریایی، نخستین رژیم بین‌المللی مسوولیت در قبال الزامات غرامت، فراتر از خسارات وارده به افراد و آیین‌نامه‌های مربوط به خسارت وارده به دارایی‌های ناشی از اختلال‌های محیط زیستی بوده است. از همین رژیم، به عنوان الگویی برای تدوین قاعده‌ی مسوولیت‌پذیری درمورد حمل کالاهای خطرناک، حمل و نقل دریایی مواد خطرناک و زیان‌آور و نیز بازبینی مقررات مسوولیت مدنی برای خسارات هسته‌ای استفاده شده است. علاوه برآن، روش پرداخت حق غرامت تحت چنین رژیمی – مسوولیت بدون تقصیر[1] – به هنجاری در قواعد خسارات برای آلودگی در جاهای دیگر تبدیل شده و همچنین، به عنوان ابزار کارآمد و عادلانه‌ی داخل ساختن اصل «آلوده‌کننده باید بپردازد» در زمینه‌ی مسوولیت محیط‌زیستی شناخته شده است.

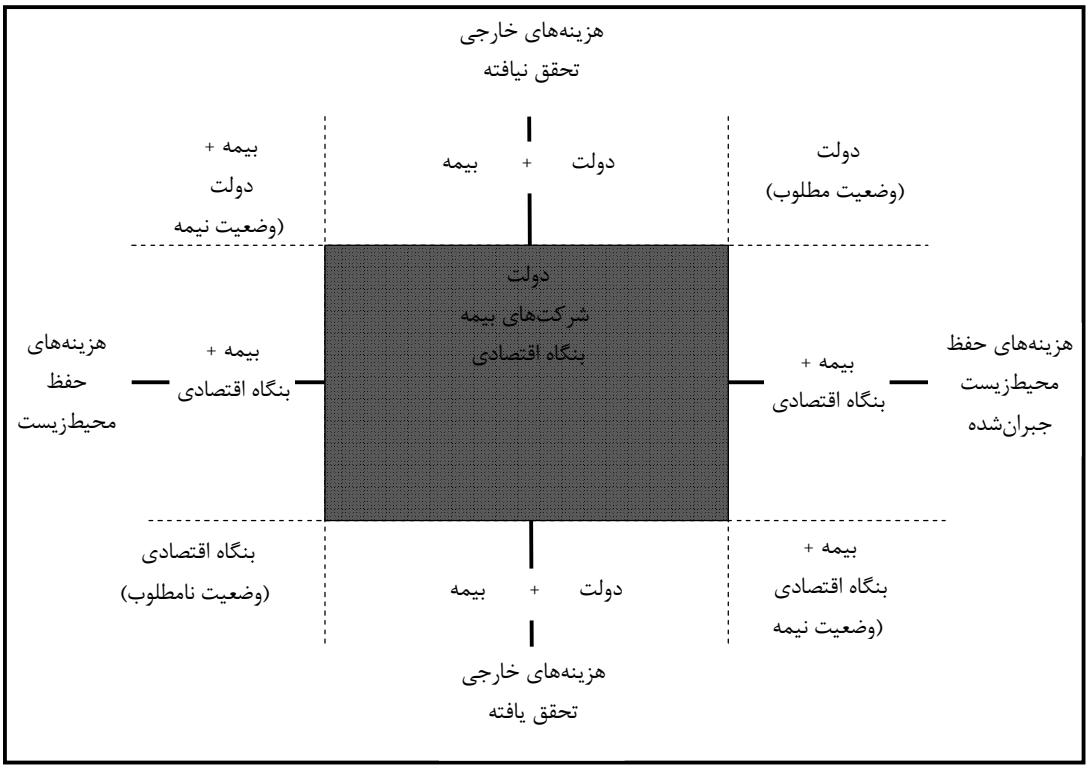
بااینکه امروزه کم‌تر کسی در مورد اهمیت حفظ محیط زیست در حمل و نقل دریایی و نیز کشتیرانی با کیفیت بالا مخالف است، بااین همه، شمار آن‌هایی که درباره‌ی غرامت محیط زیستی درقبال خسارات آلودگی‌های نفتی هم عقیده باشند، خیلی زیاد نیست. اگرچه، هر رژیمی مسوولیت‌پذیری دربرابر بخش کشتیرانی را براساس اصولی مشابه اصل «آلوده کننده می‌پردازد» وضع می‌نماید، ولی محدودیت‌های مسوولیت‌پذیری طرف مسوول و تعریف قلمروی خسارات آلودگی، به ویژه خسارات محیط زیستی، باعث اختلاف‌های معنی داری در این زمینه شده‌اند. برای این منظور، ارزیابی‌های معنی‌داری که درمورد عوامل تعیین کننده‌ی غرامت آلودگی‌ها از سوی IMO انجام می‌شوند، باید نقش فراگیر سیاست‌های محیط‌زیستی کشورها را در نظر بگیرد.

در ایران، مطابق با مواد «۲۰» و «۲۱» «قانون حفاظت از دریاها و رودخانه‌های قابل کشتیرانی در مقابل آلودگی به مواد نفتی» (مصوب ۱۳۸۹/۶/۱۷)، سازمان‌های بنادر و دریانوردی، حفاظت محیط‌زیست و شیلات ایران از حیث مطالبه ضرر و زیان ناشی از خسارت به بنادر، تاسیسات، محیط‌زیست دریایی و منابع آبزی در مورد جزائم موضوع قانون و در محدوده‌ی وظایف و اختیارات خود، نماینده دولت جمهوری اسلامی ایران در دعاوی بین‌المللی محسوب شده و مبالغ مربوط به خسارات دریافت شده تحت‌عنوان «جبران خسارات وارده به بنادر، تاسیسات، محیط‌زیست دریایی و حیات آبزیان»، به حسابی متمرکز در خزانه‌داری کل واریز و ۱۰۰٪ آن براساس بودجه سالیانه، منحصرا برای بهبود، ارتقای کیفیت، بهسازی، احیا و بازسازی محیط‌زیست دریایی، سواحل و منابع آبزی و به نسبت خسارات وارده، به سازمان‌های بنادر و دریانوردی، حفاظت محیط‌زیست و شیلات ایران و نیروهای مسلح تخصیص یافته و هزینه می‌گردد.

1- Strict Liability

shaghool.ir

با استناد به تعاریف ارائه شده درباره‌ی «هزینه‌های خارجی تحقق یافته»، و «هزینه‌های حفظ محیط‌زیست جبران شده» در جلد اول ، موضوع جبران غرامت‌های ناشی از آلودگی نفتی در مناطق دریایی و ساحلی با توجه به تعدد بازیگران، باید از ساختاری مشخص برخوردار باشد. برای این منظور، مشارکت هریک از بازیگران را می‌توان در قالب شکل زیر، نمایش داد:



گاهی بروز سوانحی در فعالیت‌های جاری کشتی‌ها، حتی عملیات عادی کشتی‌ها و فعالیت‌هایی مانند عملیات فراساحلی، کشف و بهره‌برداری از منابع معدنی بستر دریاها، زمینه‌ساز بروز آلودگی‌های نفتی و در نتیجه، واردشدن خساراتی به تنوع‌زیستی دریایی (همچون کاهش تنوع‌ژنتیکی، کاهش جمعیت، انقراض گونه‌ها یا تغییر ترکیب یا ساختار اکوسیستمی) می‌شوند. چنین خسارت‌هایی، ممکن است در درون و یا بیرون از نظام قضایی کشورها، به عنوان یک پیامد فعالیت‌های کشتیرانی روی دهد.

باید توجه داشت که درباره‌ی مسوولیت و جبران خسارات وارده به تنوع زیستی دریایی در نتیجه‌ی آلودگی‌های نفتی دریا، قرارداد بین‌المللی خاصی وجود ندارد. ولی در چند کنوانسیون، قواعد و رویه‌های بین‌المللی یکنواختی درباره‌ی خسارت نفتی حاصل از چنین فعالیت‌هایی در دریا به تصویب رسیده‌اند. مسوولیت و جبران خسارت آلودگی‌های نفتی با منشا شناورهای دریایی و حاصل از نشت نفت از نفت‌کش‌ها، تحت حاکمیت رژیمی بین‌المللی است که کنوانسیون بین‌المللی ۱۹۶۹ مسوولیت مدنی در برابر خسارت آلودگی نفتی (کنوانسیون مسوولیت مدنی ۱۹۶۹ یا CLC مربوط به سال ۱۹۶۹) و کنوانسیون بین‌المللی ۱۹۷۱ ایجاد صندوق بین‌المللی برای جبران خسارت آلودگی‌های نفتی (کنوانسیون صندوق ۱۹۷۱) که بعدها در سال ۱۹۹۲ به کنوانسیون مسوولیت مدنی (موسوم به CLC ۱۹۹۲) و کنوانسیون صندوق

shaghool.ir

۱۹۹۲ تبدیل شد و نیز پروتکل ۲۰۰۳ مرتبط با کنوانسیون صندوق سال ۱۹۹۲ (پروتکل تکمیلی صندوق) که همگی به‌عنوان «رژیم CLC» خوانده می‌شوند، را شامل می‌شوند. اصلاح و جبران خسارت آلودگی نفتی دریایی ناشی از فرار یا تخلیه‌ی نفت خام از شناورها و یا هرنوع وسیله‌ی نقلیه‌ی دریایی، تحت ضوابط کنوانسیون بین‌المللی مسوولیت مدنی درمورد خسارت آلودگی نفت‌خام سال ۲۰۰۱ (معروف به (کنوانسیون بانکر) است. آلودگی مخازن ناشی از نفتکش‌های دریایی، تحت‌پوشش CLC قراردارد.

عبارت «خسارت آلودگی» از معانی مختلفی برخوردار است. هم در CLC (۱۹۶۹) و هم در کنوانسیون مسوولیت‌پذیری بستر دریا (۱۹۷۷)، «خسارت آلودگی» دربرگیرنده‌ی هرنوع نابودی یا خسارت ناشی از آلودگی دریایی برگرفته از راهیابی و یا تخلیه‌ی نفت و نیز هزینه‌های مربوط به انجام اقدامات پیشگیرانه به‌منظور پیشگیری یا کمینه‌سازی خسارات کنونی و یا وقوع خسارات و نابودی بعدی حاصل از انجام اقدامات پیشگیرانه است. چنین تعریفی، خسارت وارده به تنوع زیست‌محیطی دریا را مستثنی نمی‌سازد. کنوانسیون CLC (۱۹۹۲) و کنوانسیون بانکر، «خسارت آلودگی» را تحت پوشش قراردادن جبران اختلال در محیط‌زیست تعریف می‌نماید و البته آن را محدود به هزینه‌های اقدامات لازم برای بازگرداندن شرایط به وضعیت اولیه (وضعیتی که روی داده است و یا باید روی دهد)، همراه با اقدامات پیشگیرانه و خسارات بعدی حاصل از انجام چنین اقداماتی، می‌سازد. در CLC، نه اقدامات لازم برای برقراری مجدد شرایط اولیه مشخص شده و نه معلوم شده که باید چه اقدامات معقولانه‌ای را در نظر گرفت. بااین همه، شاید مولفه‌های زیستی خسارت دیده (مانند خسارت به تنوع زیستی دریایی) هم در محیط‌زیست آسیب دیده وجود داشته باشند، ولی واقعیت این است که هیچکدام از چنین معاهداتی به‌طور صریح، خسارات وارده به تنوع زیستی را مورد توجه قرار نمی‌دهند.

به‌طور خلاصه، کنوانسیون‌های بین‌المللی موجود در ارتباط با موضوع، خسارات را در انواع زیر دسته‌بندی کرده‌اند (کونتواس و همکاران، ۲۰۱۰):

- پاکسازی
- اقدامات پیشگیرانه
- مرتبط با صید و شیلات
- مرتبط با گردشگری
- مرتبط با فعالیت‌های پرورشی و زراعی
- سایر زیان‌های وارده به درآمد
- سایر خسارات وارده به املاک و
- خسارت محیط‌زیستی

این در حالی است که کنوانسیون مسوولیت مدنی (موسوم به CLC ۱۹۹۲) جبران غرامت را در ۵ زمینه پوشش می‌دهد:

shaghool.ir

- هزینه‌های پاکسازی و ازجمله، اقدامات پیشگیرانه
- خسارت وارده به املاک
- خسارت‌های اقتصادی غیرمستقم
- خسارت اقتصادی محض
- هزینه‌های استقرار دوباره‌ی محیط‌زیست و مطالعات پس از نشت نفت

مطالبه‌ی خسارات وارده در هریک از زمینه‌های فوق، مستلزم «کمی‌سازی خسارات محیط‌زیستی» است. در CLC (۱۹۶۹)، خسارت آلودگی به‌صورت «زیان یا آسیب حادث شده در بیرون از کشتی حمل‌کننده‌ی نفت ناشی از آلوده ساختن دراثر فرار یا تخلیه‌ی نفت از کشتی» تعریف شده و هزینه‌ی اقدامات پیشگیرانه و خسارات بعدی را دربرمی‌گیرد. بااینکه از ابتدا معلوم بود که عبارات فوق به خسارات اقتصادی مربوط به آسیب‌های وارده به نیروی انسانی یا خسارات به املاک مربوط می‌شود، ولی عدم اشاره به خسارات محیط‌زیستی به بروز اختلافاتی در تفاسیر و آرای دادگاه‌های ملی بسته به نحوه‌ی اجرای کنوانسیون در کشورهای خود، دامن زده است. ازاین‌رو، در کنوانسیون CLC (۱۹۹۲) تعریف فراگیرتری از «خسارت آلودگی» ارائه شده و درآن «... جبران اختلال وارده به محیط‌زیست، غیر از متضرر شدن منافع دراثر چنین اختلال‌هایی، محدود به هزینه‌های اقدامات معقول استقرار دوباره‌ی محیط‌زیست و ...» مورد تصریح قرار گرفته‌است. در مباحثات بعدی برای قابل پذیرش نمودن دعاوی مرتبط با «اقدامات استقرار دوباره‌ی محیط‌زیست»، معیارهای زیر تدوین شدند:

- هزینه‌ی اقدامات باید معقول باشند.
- هزینه‌ی اقدامات نباید نامتناسب با نتایج حاصله یا نتایج عقلایی مورد انتظار باشد.
- اقدامات باید متناسب بوده و چشم‌انداز معقولی از موفقیت را در اختیار گذارند.

shaghool.ir

shaghool.ir

منابع و مراجع

1- Alexander K. 2010. The 2010 Oil Spill: Natural Resource Damage Assessment Under the Oil Pollution Act. Congressional Research Servicce. CRS Report.
2- Alford J. Brian, Peterson Mark S., Green Christopher C. Impacts of Oil Spill Disaters on Marine Habitats and Fisheries in North America. CRS Press. Taylor and Francis Group.
3- Ando Amy W., Khanna M., Wildermuth A., Vig S. 2004. Natural Resource Damage Assessment: Methods and Cases. WMRC Reports.
4- Assaf George B., Kroetch Brent G., Mathur Subodh C. 1986. Nonmarket Baluations of Accidental Oil Spills: A Survey of Economic and Legal Principles. Marine Resource Economics. Vol. 2,No. 3, pp. 211-237.
5- Association of Environmental Assessors NGO. Methodology for Calculating Environmental Damage Assessment and Relevant Compensation. (Unknown Details).
6- Australian Maritime Safety Authority. 2015. Technical Guidelines for Preparing Contingency Plans for Marine and Coastal Facilities. Australian Government.
7- Biango A. and Sheehan P. 2006. Assessing the Risk of Oil Spills in the Mediterranean: the Case of the Route from the Black Sea to Itlay. Fondazione Eni Enrico Mattei.
8- Boman M., Brannlund R. and Kristrom B. 1999. Topics in Environmental Economics. Springer-Science and Business Medi, B.V.
9- Brennan K. 2013. A Stakeholder Analysis of the BP Oil Spill and the Compensation Mechanisms Used to Minimize Damage. Thesis. University of South Florida.
10- Carson Richard T., Conaway Michael B., Hanemann W. Michael. Kronsick Jon A. 2004. Valuing Oil Spill Prevention: A Case Study of California's Central Coast. Springer-Science and Business Media, B.V.
11- Carson R. and Navarro P. 1989. Fundamental Issues in Natural Resource Damage Assessment. Meeting of American Economic Association (Unknown address).
12- Committee on the Effects of the Deepwater Horizon Mississippi Canyon-252 Oil Spill on Ecosystem Services in the Gulf of Mexico. 2012. Approaches for Ecosystem Services Valuation for the Gulf of Mexico after the Deepwater Horizon Oil Spill. Interim Report. National Research Council of the National Academies.
13- Committee on Responding to Oil Spills in the U.S. Arctic Marine Environment. 2014. Rsponding to Oil Spills in the US Arctinc Marine Environment. National Research Council of the National Academies.
14- Czarnezki Jason J. and Zahner Adrianne K. 2005. The Utility of Non-Use Values in Natural Resource Damage Assessments. Boston College Environmental Affairs Law Review. Vol. 32. Issue 3. Article 3.
15- Davidson W.F., Lee K., Cogswell A. 2008. Oil Spill Response: A Global Perspective. NATO Science for Peace and Sceurity Series. Springer.
16- Depellegrin D. and Blazuskas N. 2012. Integrating Ecosystem Service Values into Oil Spill Impact Assessment. Journal of Coastal Research. Vol. 00, No. 0.
17- ECO2 Common Implementation Strategy. 2004. Assessment of Environmental and Resource Costs in the Water Framework Directive. Information sheet prepared by Drafting Group ECO2 Common Implementation Strategy, Working Group 2B.

shaghool.ir

18- Environmental Protection Authority of New South Wales State. 2012. Guidelines for the Assessment and Mangement of Sites Impacted by Hazardous Ground Gases. State of NSW. Australia.
19- Etkin Dagmar S. 2005. Oil Spill Response Cost Effectiveness Analytical Tool (OSRCEAT). Environmental Research Consulting.
20- Etkin Dagmar S. Modelling Oil Spill Response and Damage Costs. (Unknown Details)
21- Eurpean Environment Agency. 2007. Accidental Oil Spills from Marine Shipping. EN15.
22- Fingas M. 2015. Handbook of Oil Spill Science and Technology. Wiley and Sons.
23- Fingas M. 2013. The Basics of Oil Spill Cleanup. 3rd Edition. CRC Press. Francis and Taylor Group.
24- Fingas M. 2011. Oil Spill Science and Technology: Prevention, Response and Technology. Elsevier.
25- Grigalunas Thomas A., Opaluch James J., Tyreell Timothy J. 1989. The Economic Damage Component of the Natural Resources Damage Assessment Model System. Oil and Chemical Pollution Vol. 5. Pp. 195-215.
26- Gurumo T. and Han L. 2012. The Role and Challenge of International Oil Pollution Liability Legislations in the Protection of Marine Environment. International Journal of Environmental Science and Development. Vol. 3. No. 2. pp 183-188.
27- Herrera I., Kulay L., Jimenez L. and Schuhmacher M. 2002. Environmental Damage Assessment Applied to Process Analysis. A Decision Support Alternative. In: International Congress on Environmental Modelling and Software. Brigham Young University. Lugano-CH.
28- Kato Naomi. 2017. Applications to Marine Disaster Prevention: Spilled Oil and Gas Tracking Buoy System. Springer Japan.
29- Kerry Smith V. 1986. Marine Pollution and Environmental Damage Assessment: Economic Valuation in Policy Context. Final Report. US Environmental Protection Agency.
30- Li J. 2015. Compensation for Damage to Marine Biodiversity under International Liability Regime on Vessel-Source Marine Oil Pollution Damage. Journal of Shipping and Ocean Engineering. Vol. 5. pp. 341-351.
31- Liu Xin and Wirtz Kai W. 2006. Total Oil Spill Costs and Compensations. Maritime Policy and Management: The flagship Journal of International Shipping and Port Research. Vol. 33. No. 1. pp 49-60.
32- Mattia S., Oppio A., Poletti A., Pandolfi A. 2012. Modelling and Evaluating an Environmental Damage Scenario: Discussing an Assessment Model Predicted Through a Geographical Information System Procedure. CET Chemical Engineering Transactions. Vol. 28. pp 241-246.
33- McCoy Margaret A. and Salerno Judith A. 2010. Assessing the Effects of the Gulf of Mexico Oil Spill on Human Health. A Summary of the June 2010 Workshop. Institute of Medicine of the National Academies.
34- Missions Paul C. and Plourde C. 1997. Transboundry Renewable Resource Mangement and Conservation Motives. Introduction. Marine Resource Economics. Vol. 12, pp. 29-36.
35- Nash S.2011. Oil and Water, Economics and Ecology in the Gulf of Mexico. Bioscience. Vol. 61. No.4 pp. 259-263.
36- OECD, 2012. Liability for Environmental Damage in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia (EECCA): Implementation of good international practices. EAP Task Force.

shaghool.ir

37- Opaluch James J. 1987. Marine Pollution and Environmental Damage Assessment: Introduction. Marine Resource Economics. Vol. 4, pp. 151-154.
38- Pashaei R., Gholizadeh M., Jodeiri K. and Hanifi A. 2015. The Effects of Oil Spills on Ecosystem at the Persian Gulf. International Journal of Review in Life Sciences. Vol.5. No. 3. pp. 82-89.
39- Raj Phani K., Turner Clayton K. 1995. Oil Spill Assessment Model and the Ranking of Ports for Oil Spill Vulnerability. Report No. CG-D-35-95. United States Coast Guard. Research and Development Center.
40- Rochette J. 2012. Towards an international regulation of offshore oil exploitation. Pp 1-18. In: Report of the experts workshop held at the Paris Oceanographic Institute on 30 March 2012, Working Papers 15/12, Paris, IDDRI.
41- Stahl G. Ralph Jr., Kapustka Lawrence A., Munns W., Bruins R. 2008. Valuation of Ecological Resources: Integration of Ecology and Socioeconomics in Environmental Decision Making. CRC Taylor and Francis.
42- Stern Charles V., Sheikh Pervaze A. Ramseur Jonathan L. 2014. Gulf Coast Restoration: RESTORE Act and Related Efforts. Congressional Research Servicce. CRS Report.
43- Stout Scott A., Wang Z. 2016. Standard Handbook Oil Spill Environmental Forensics: Fingerprinting and Source Identification 2nd Edition. Elsevier
44- Tan Z. 2006. Economics of maritime environmental regulations on oil pollution liability: linking theory to practice. World Maritime University Dissertations.
45- Turan M. 2009. Turkey's Oil Spill Response Policy: Influences and Implementation. Oceans and Law of the Sea. Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea.
46- UNEP-GESAMP Studies. 2007. Estimates of Oil Enetering the Marine Environment from Sea-Based Activities. International Martitime Organization.
47- Wu. Y. 2016. Oil Spill Impacts: Taxonomic and Ontological Approaches. CRC Press. Taylor and Francis Group.
48- Unsworth Robert E., Petersen T. A Manual for Conducting Natural Resource Damage Assessment: The role of Economics. US Department of the Interior, Division of Economics, Fish and Wildlife Service.
49- Zhang P., Sun R., Ge L., Wang Zh. and Yao Z. 2014. Compensation for the damages arising from oil spill incidents: Legislation infrastructure and characteristics of the Chinese regime. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol. 140. pp. 76-82.
50- Zong A. 2013. Liability Regime Concerning the Oil Pollution Rising from Offshore Facilities. University of Oslo. Faculty of Law (Dissertation).

shaghool.ir

shaghool.ir

خواننده گرامی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هشتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

.

shaghool.ir

shaghool.ir

shaghool.ir

Guideline for Estimating the Damage of Marine Environmental Pollution Caused by Petroleum Products and other Harmful Substances

(*Vol. II: Damage Estimation Instruction*) [No. 765-2]

Authors & Contributors Committee:

Mostafa Panahi	Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran	PhD in Natural Resources Engineering - Forest and Environmental Economics
Shahzad Sabeti Motlagh	Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran	PhD Student in Environmental Economics
Fariba Hematian	Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran	PhD Student in Environmental Economics

Supervisory Committee:

Ziaeddin Almassi	Department of Environment- Marine Pollution Investigation & Bombat Bureau	PhD in Environmental Planning
Farzad Zandi	Department of Environment- Marine Pollution Investigation & Bombat Bureau	PhD in Environmental Law

Confirmation Committee:

Ziaeddin Almassi	Department of Environment- Marine Pollution Investigation & Bombat Bureau	PhD in Environmental Planning
Farzad Zandi	Department of Environment- Marine Pollution Investigation & Bombat Bureau	PhD in Environmental Law
Farzam Pour-Asghar Sangachin	Plan and Budget Organization- Planning, Monitoring and Spatial Planning Affairs	PhD in Environmental Planning
Mohamad Mirnejad	Ports and Maritime Organization-The Marine Environmental Protection	M.Sc in Ports and Shipping management
Alireza Kazemi Sadeghi	Iranian Offshor Oil Company(IOOC)- The Marine Environmental Protection	M.Sc in Environmental Engineering

Steering Committee (Plan and Budget Organization):

Alireza Toutounchi	Deputy of Technical and Executive Affairs Department
Farzaneh Agharamezanali	Head of Water & Agriculture Group, Technical and Executive Affairs Department
Seyed Vahidoddin Rezvani	Expert in Irrigation and Drainage Engineering, Technical and Executive Affairs Department

shaghool.ir

shaghool.ir

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Guideline for Estimating the Damage of Marine Environmental Pollution

Caused by

Petroleum Products and other Harmful Substances

(Vol. II: *Damage Estimation Instruction*)

No. 765-2

Last Edition: 12-20-2020

Plan and Budget Organization
Deputy of Technical, Infrastructure and Production Affairs
Department of Technical & Executive affairs, Consultants and Contractors
nezamfanni.ir

Department of Enviroment
Deputy of Marine Environment and Wetlands
Marine Pollution Investigation & Combat Bureau
doe.ir

2021

shaghool.ir

shaghool.ir

این ضابطه

با عنوان «راهنمای برآورد خسارات آلـودگی محیط‌زیست دریایی ناشی از انتشار مواد نفتی و دیگر مـواد زیـان‌آور» ضـمن بیـان جنبـه‌هـای مختلف حوادث نفتی و ضرورت مقابله با آن‌هـا، مبانی نظری خسـارات محـیط‌زیسـتی ناشـی از آلودگی‌های نفتی و رویکردهای متفاوت مواجهه با این موضوع را بیان می‌کند.

shaghool.ir