

بررسی روشهای جمع آوری، حذف و پاکسازی آلودگیهای نفتی از دریا

سعید زینالی هریس^۱، وحید محمدپور کاریزکی^۲

^۱ استاد یار گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

zeinali@ferdowsi.um.ac.ir

^۲ گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

Mohammadpour_vahid@yahoo.com

چکیده

تجهیزات پالایشگاهی در سواحل دریا، سکوهای نفتی داخل آب، عملیات تانکرها، تصادف نفت کش ها و اضافه شدن آبها و رودخانه های کثیف به دریا از مهمترین عوامل پخش آلودگیهای نفتی در دریا به شمار می رود. اثرات نامطلوب زیست محیطی، مرگ جانداران دریایی، نامناسب شدن غذاهای دریایی برای مصرف انسانی، کاهش قدرت پرواز پرنده‌گان دریایی به دلیل آغشته شدن پرها به مواد نفتی و اثرات منفی دیگر از پیامدهای انتشار و پخش انواع ترکیبات سبک و سنگین نفت خام در سطح دریا است. معمولاً هزینه جمع آوری آلودگیها که به عوامل مختلفی همچون نوع هیدرولوگرین های نفتی، مقدار و شدت آلودگی، مختصات و مشخصات جغرافیایی، اقتصادی، فیزیکی و بیولوژیکی محل حادثه، شرایط هوا و دریا، زمان حادثه، راندمان و نوع روش جمع آوری بستگی دارد؛ رقم هنگفتی خواهد شد. اگرچه پیشگیری و جلوگیری از انتشار و نشت آلودگی، همواره بهترین راهکار بوده است؛ اما واکنش سریع و مناسب در هنگام وقوع حادثه، مستلزم داشتن آگاهی و دانش کافی در مورد روشهای مختلف جمع آوری آلودگیها است. تبخر ترکیبات نفتی، استفاده از تکنیک خلا، جذب و جداسازی از سطح آب توسط انواع مختلفی از جاذب ها به خصوص جاذب های تهیه شده با استفاده از فناوری نانو، استفاده از عوامل بیولوژیکی و میکروارگانیسم ها برای تجزیه هیدرولوگرین ها، بکارگیری تکنولوژی لیزر، جداسازی فیزیکی به کمک کف گیر و تبدیل آلودگیهای نفتی به ترکیبات دیگر با روشهایی چون فتو اکسیداسیون از مهمترین روشهای جمع آوری، حذف و پاکسازی آلودگیهای نفتی از دریا می باشد که در این مقاله بدان پرداخته شده است.

کلمات کلیدی

آلودگیهای نفتی، دریا، اثرات زیست محیطی، جمع آوری، حذف، پاکسازی

بررسی روش‌های جمع آوری، حذف و پاکسازی آلودگیهای نفتی از دریا

سعید زینالی هریس^۱، وحید محمدپور کاربزکی^۲

^۱ استاد بار گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

zeinali@ferdowsi.um.ac.ir

^۲ گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

Mohammadpour_vahid@yahoo.com

چکیده

تجهیزات پالایشگاهی در سواحل دریا، سکوهای نفتی داخل آب، عملیات تانکرها، تصادف نفت کش‌ها و اضطراری شدن آبها و رودخانه‌های کیف به دریا از مهمترین عوامل پخش آلودگیهای نفتی در دریا به شمار می‌رود. اثرات نامطلوب زیست محیطی، مرگ جانداران دریایی، ناسناسب شدن غذاهای دریایی برای مصرف انسانی، کاهش قدرت پرواز پرنده‌گان دریایی به دلیل آغشته شدن پرها به مواد نفتی و اثرات منفی دیگر از پیامدهای انتشار و پخش انواع ترکیبات سبک و سنگین نفت خام در سطح دریا است. عمولاً زیسته جمع آوری آلودگیها که به عوامل مختلف همچون نوع هیدرولیکی و شرایط هوا و دریا، زمان حادثه، راندمان و نوع روش جمع آوری بستگی دارد؛ رقم هنگفتی خواهد شد. اگرچه پیشگیری و جلوگیری از انتشار و نشت آلودگی، همواره بهترین راهکار بوده است؛ اما واکنش سریع و مناسب در هنگام وقوع حادثه، مستلزم داشتن آگاهی و دانش کافی در مورد روش‌های مختلف جمع آوری آلودگیها است. تبخیر ترکیبات نفتی، استفاده از تکنیک خلاص، جذب و جداسازی از سطح آب توسعه انواع مختلفی از جاذب‌ها به خصوص جاذب‌های تهیه شده با استفاده از فناوری نانو، استفاده از عوامل بیولوژیکی و میکرووارگانیسم‌ها برای تجزیه هیدرولیکی و بکارگیری تکنولوژی لیزر، جداسازی فیزیکی به کمک کف گیر و تبدیل آلودگیهای نفتی به ترکیبات دیگر با روش‌هایی چون فتو اکسیداسیون از مهمترین روش‌های جمع آوری، حذف و پاکسازی آلودگیهای نفتی از دریا می‌باشد که در این مقاله بدان پرداخته شده است.

کلمات کلیدی

آلودگیهای نفتی، دریا، اثرات زیست محیطی، جمع آوری، حذف، پاکسازی

۱- مقدمه

سهم قابل توجهی از آلودگی‌های نفتی منتشر شده در سطح دنیا را نفت سبک، نفت گاز سبک و نفت خام سنگین تشکیل می‌دهد [1]. موضوع اولدگی‌های نفتی منتشر شده در آبهای دریا از چنان اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در سه دهه اخیر توجه بسیاری از محققین و پژوهشگران را از رشته‌های مختلفی چون مهندسی پتروشیمی، مهندسی شیمی، بیولوژی و مهندسی محیط زیست به خود جلب کرده است. موضوعات مورد بررسی مهندسان پتروشیمی، غالباً در ارتباط با نسب تجهیزات و تاسیسات ساحلی است. بیولوژیست‌ها و مهندسان محیط زیست، مشکلات ناشی از پخش آلودگیها و روش‌های پیشگیرانه را مورد توجه قرار می‌دهند. مساله آلودگی دریا از مواد نفتی زیانی مورد توجه مهندسان دریا واقع می‌شود که درباره طراحی و ایمنی وسائل حمل و نقل دریایی تمرکز شود. بررسی روش‌های جمع آوری، حذف و پاکسازی مواد نفتی از آبهای دریا مورد علاقه مهندسان شیمی است [2]. البته دامنه علوم و رشته‌های که به طور غیر مستقیم بحث آلودگی نفتی را دنبال می‌کنند بسیار فراز از اینهاست. انتشار و پخش آلودگی‌های نفتی، آثار منفی و پیامد های مختلفی به دنبال دارد که می‌توان از آن جمله به اثرات نامطلوب زیست محیطی، مرگ جانداران دریایی، نامناسب شدن غذاهای دریایی برای مصرف انسانی و کاهش قدرت پرواز پرنده‌گان دریایی اشاره کرد. خطرات مختلفی که کارگران و افراد مرتبط با عملیات پاکسازی را تهدید می‌کند نیز از دیگر تبعات پخش آلودگیها به شمار می‌رود. پولان و همسکاران در پژوهشی که علی پاکسازی یک منطقه آزاده به نفت در اسپانیا صورت گرفت؛ اثر وظایف محوله به کارگران، تعداد روزهای کاری و استفاده از وسائل حفاظتی را بر سلامت افراد علی عملیات پاکسازی بررسی کردند. تهدید سلامت افراد به دو پخش مسمومیت و مجروحیت طبقه بندی گردید که نتایج حاصله از پژوهش بیانگر این نکته است که بیشترین تهدید متوجه افرادی است که نقش پاکسازی و کمک به پرنده‌گان دریایی را به عنده می‌گیرند و بیشترین ریسک مجروحیت متوجه افراد مشغول به کار با پیش از ۲۰ روز کاری است [3]. هیدروکربن‌های پاکه نفتی حتی در مقدار ناچیز یک در بیلیون نیز اثر منفی بر زندگی جانداران دریایی می‌گذارند. ترکیبات سنگین نفت خام همچون هیدروکربن‌های آروماتیک و پلی سیکلیک، اگرچه سمیت کمتری نسبت به ترکیبات سیکی چون بنزن و تولوئن دارند؛ ولی از آنجایی که مدت بیشتری در محیط زیست باقی می‌مانند، دارای اثرات تخریبی بیشتر و طولانی مدت خواهند بود [23]. پیامد های مخرب زیست محیطی و زیان های اقتصادی بزرگی که از این بابت بر دولت ها وارد آمده، محققین را بر آن داشته است که راهکارهایی را برای اینمهی بیشتر مسافت های دریایی و پیشگیری از وقوع جتن حادثی بیابند. از آن جمله می‌توان به استفاده از ابزار و تکنولوژیهای تبدیل جهت کنترل تراویک دریایی اشاره کرد [4]. اگر چه پیشگیری و جلوگیری از نشت و پخش آلودگی، همواره بهترین راهکار بوده است، ولیکن واکنش سریع و مناسب در هنگام وقوع حادثه از الزامات دیگر می‌باشد. در این راستا، داشتن آگاهی و دانش کافی در مورد روش‌های مختلف جمع آوری، حذف و پاکسازی آلودگیها ضروری می‌نماید. در این مقاله با هدف شناساندن روش‌های مختلف جمع آوری، حذف و پاکسازی ایدین موضوع پرداخته شده است.

۲- تاریخچه

اولین بحران زیست محیطی مرتبط با پخش آلودگی‌های نفتی در آبهای دریا به سال ۱۹۶۷ و همزمان با ملاشی شدن سوپر تانک حامل نفت خام در جنوب غربی انگلستان بر می‌گردد. از آن زمان تاکنون، حوادث بزرگ دیگری در سرتاسر دنیا به وقوع پیوسته است که هر یک از آنها آثار مخرب زیست محیطی و هزینه‌های پاکسازی هنگفتی را بر جای گذاشته است. در یکی دیگر از این حوادث که در ۲۲ مارس ۱۹۸۹ در جنوب آلاسکا به وقوع پیوسته؛ نشت بیش از ۳۷ هزار تن نفت از کشتی اکسون والدز؛ خسارانی در حدود ۲.۱ بیلیون دلار وارد آورد. انفجار و تخریب مخازن نگهداری نفت که در طی جنگ کویت در سال ۱۹۹۱ رخ داد، متوجه به پخش چند صد میلیون گالن نفت به دریا گردید. درینان و در طی ۱۰ سال اخیر بیش از ۲۰۰ حادثه نفتی در سال گزارش شده است [1]. در جدول ۱؛ بزرگترین حوادث نفتی دنیا که در اثر نشت و پخش فرآورده‌های نفتی در آبهای دریا به وقوع پیوسته قابل ملاحظه است.

جدول ۱- بزرگترین حوادث نفتی مرتبط با نشت و پخش فرآورده‌های نفتی در آب‌های دریا [23]

سال وقوع	نام کشی/میدان نفتی	محل رخداد	میزان پخش آبودگی (بر حسب تن)
۱۹۷۹	امپراتور آتلانتیک	توبیکو	۲۸۰۰۰
۱۹۸۲	میدان نفتی نوروز	خلیج فارس	۲۶۰۰۰
۱۹۹۱	ای.بی.تی	آنگولا	۲۶۰۰۰
۱۹۸۳	دی.بلور	آفریقا جنوبی	۲۵۷۰۰
۱۹۷۸	کادیز	فرانسه	۲۲۷۰۰
۱۹۹۱	بندرگاه	انطالیا	۱۴۰۰۰
۱۹۸۸	اویدس	کالافا	۱۲۲۰۰
۱۹۶۷	کاسون	انگستان	۱۱۹۰۰
۱۹۷۲	ستاره دریا	خلیج عمان	۱۲۵۰۰
۱۹۷۶	اورکوبولا	اسپانیا	۱۰۸۰۰

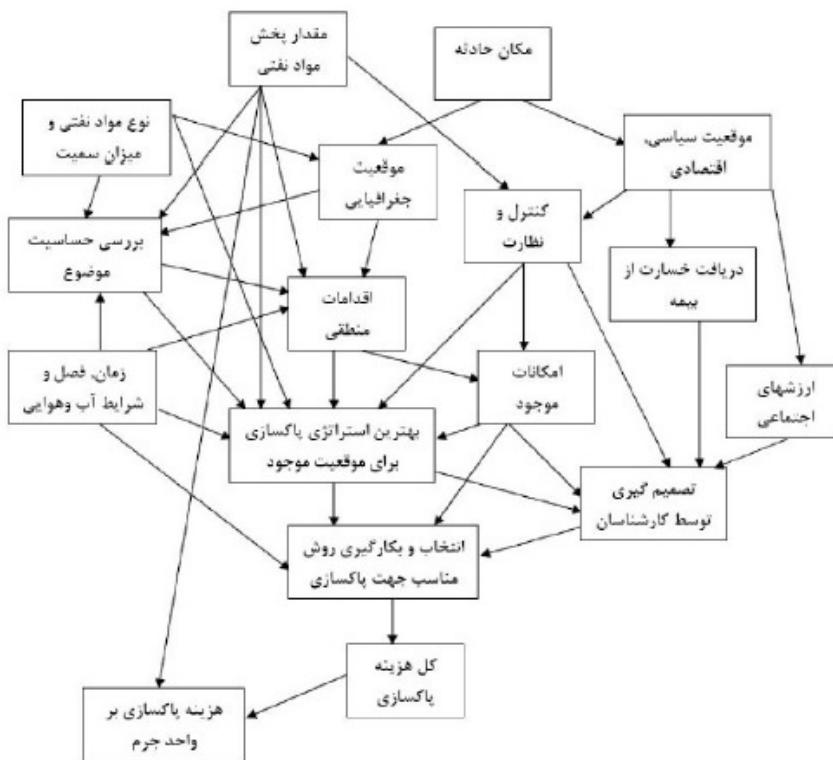
۳- هزینه جمع آوری و حذف آبودگیها

تجهیزات پالایشگاهی در سواحل دریا، سکوهای نفتی داخل آب، عملیات تانکرها، تصادف نفت کش‌ها و اضافه شدن آبها و رودخانه‌های کثیف به دریا، از مهمترین عوامل پخش آبودگی‌های نفتی در دریا می‌باشد. علاوه بر این، نشت و پخش آبودگی در خاک و هوا نیز به شکل‌های دیگری رخ می‌دهد که در هر صورت پیامد آن تخریب محیط زیست و تهدید زندگی بشر است. در جدول ۲ راههای پخش آلاینده‌های نفتی در طبیعت ارائه شده است. توجه به درصد ارائه شده برای راههای مختلف نشان می‌دهد که نشت و پخش آبودگی در آب‌های دریا سهم قابل توجهی را نسبت به خاک و هوا به خود اختصاص می‌دهد [23].

جدول ۲- راههای نشت و پخش آلاینده‌های نفتی در طبیعت [23]

فرصد	نحوه نشت و پخش آبودگی
۲۱/۱	الاتاق شهری و رودخانه‌ای
۲۱/۸	عملیات تانکرها
۱۲/۲	ناسیبات ساحلی
۹/۸	نشت و چکه کردن از تجهیزات انتقال و ذخیره سازی
۹/۸	هدر رفتن در اتمسفر
۲/۲	تصادف، نفت کش‌ها
۱/۲	فرآیندهای پتروشیمی نزدیک ساحل
۱۰/۶	کل راههای دیگر نشت و پخش

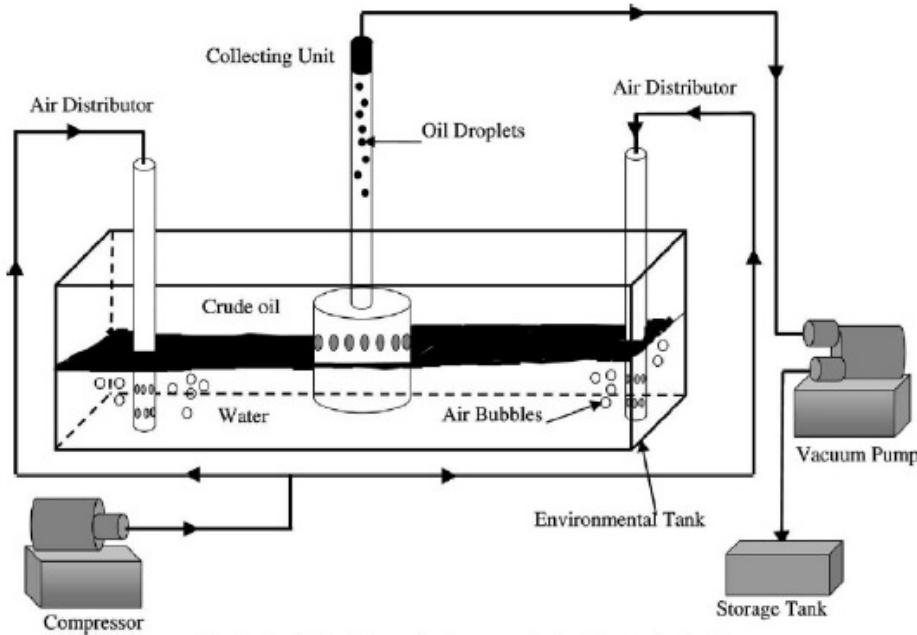
هزینه پاکسازی دریا از آبودگی‌های نفتی تابع پارامترهای نسبتاً زیادی است. نوع محصول نفتی که منجر به آبودگی آبها شده و نیز مقدار و شدت آبودگی، زمان و قوع حادنه، مکان رخداد (مختصات و مشخصات جغرافیایی، سیاسی، اقتصادی، فیزیکی و بیولوژیکی محل حادنه)، شرایط هوا و دریا که خود تابعی از زمان رخداد (فصل و قوع و بازه زمانی رخداد در شب یا روز) می‌باشد، استراتژی، راندمان و نوع روش جمع آوری که جهت حذف آبودگیها به کار گرفته می‌شود، همگی در تعیین هزینه نهایی پاکسازی آب از آبودگی‌های نفتی نقش به سزاگی دارند. شکل ۱ پارامترهای موثر در تعیین این هزینه را به صورت کیفی نشان می‌دهد.



شکل ۱- پارامترهای موثر در تعیین هزینه پاکسازی دریا از آلودگیهای نفتی [21]

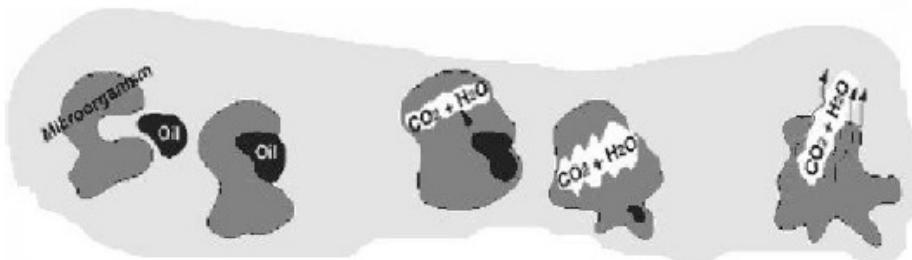
۴- روشهای جمع آوری، حذف و پاکسازی

به منظور جمع آوری، حذف و پاکسازی آلایندهای دریا از آلودگیهای نفتی راهکارهای مختلفی پیشنهاد شده است. یکی از قدیمی‌ترین این روشها سوزاندن موارد نفتی است. در حادثه ۲۲ مارس ۱۹۸۹ که بیش از ۲۷ هزار تن موارد نفتی در آب پخش شد، از روش سوزاندن استفاده گردید که این روش با موفقیت (با زده تقریباً ۷۹٪) همراه بود [2]. جمع آوری، با استفاده از وسائل مکانیکی نیز قدمت زیادی دارد. استفاده از وسائل مکانیکی همچون پارو در مواردی پیشنهاد می‌شود که ضخامت لایه نفتی پخش شده به اندازه کافی زیاد باشد. از متدائل ترین وسائل مکانیکی که در حال حاضر در سطح دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد، پاروهای است که سطح آنها با چاذب پوشانده شده است. شستشو با آب داغ از دیگر روش‌های مورد استفاده است. در مواقعی که نشت موارد نفتی از لوله‌ها و تجهیزات نصب شده در خطوط ساحلی صورت گیرد، پاکسازی به کمک شستشو با آب داغ یکی از راهکارهای متدائل است. البته آثار زیانبار این روش برای کیاهن و حیوانات ساحلی کاملاً مشهود است [2]. در روشی دیگر با تبخیر اجزای فراز، ترکیب درصد ماده نفتی تغییر کرده و با کاهش اختلاف دانسیته بین آب و نفت، نقطه ریزش ماده نفتی افزایش یافته و بدین صورت با ته نشینی موارد نفتی در ته دریا آلودگیها از سطح آب حذف می‌گردند [5]. استفاده از تکنیک خلاء چهت پاکسازی موارد نفتی توسط غنائم و جالال گزارش شده است [2]. این تکنیک برای تمام شرایط عملیاتی کار آمد بوده و نصب و بکارگیری آن ساده و سریع می‌باشد. چهت استخراج نفت با این روش، نیازی به استفاده از هیچ گونه تجهیزات کمکی دیگری نمی‌باشد. این روش از چهت اقتصادی نیز نتایج عالی به همراه داشته است. برای جداسازی قطرات نفت از آب توسط تکنیک خلاء، از اختلاف دانسیته بین نفت و آب و همین طور انرژی جتاب‌های هوایی تزریق شده به درون آب چهت حرکت دادن قطرات نفت به سمت واحد بازیابی استفاده شده است. سیستم آزمایشگاهی تکنیک خلاء به طور شماشیک در شکل ۲ نشان داده شده است. چهار جزء اصلی این سیستم شامل تانک محیطی (که نمادی از دریای آغشته به موارد نفتی است)، واحد جمع آوری، سیستم مکش و توزیع کننده‌های هوایی می‌باشد.



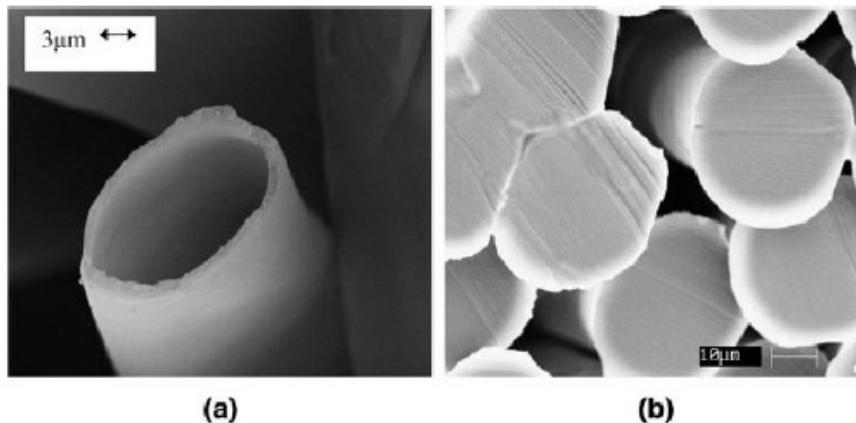
شکل ۲- طرح شماتیکی از یک سیستم خلا برای جمع آوری آلودگیهای نفتی [2]

یکی از جدید ترین روشهای مورد استفاده تکنولوژی لیزر می باشد که عمدتاً جهت پاکسازی صخره های ساحلی آغازته به مواد نفتی گزارش شده است. استفاده از مواد شیمیایی، اثرات نامطلوبی روی سلامت افراد و شستشو با آب اثرات مخرب روی صخره ها خواهد گذاشت؛ در حالی که این پیامدهای منفی در بکارگیری لیزر دیده نمی شود [6,7]. تجزیه زیستی که استفاده از آن در سالهای اخیر روند رو به وشدی داشته است، از میکروارگانیسم ها، قارچ ها، باکتریها، گیاهان میز و آنزیم ها برای تجزیه و تبدیل آلودگیهای نفتی به اجزای بی ضرر استفاده می کند [23]. مکانیسم کلی تجزیه زیستی بدین صورت است که میکروبها و باکتریها به قطرات نفتی حمله ور شده و پس از در بر گرفتن آنها (و یا به اصطلاح خوردن قطرات)، تجزیه و قضم اجزاء آغاز شده و در نهایت آب و گازهای ای بخطیری جون دی اکسید کریں حاصل می شود (شکل ۳). در یکی از تحقیقات انجام شده توسط پژوهشگران، تجزیه زیستی الینده های نفتی توسط دو باکتری رودوکوکس رابر و سودوموناس پوتیدا مورد مطالعه قرار گرفته است [8].



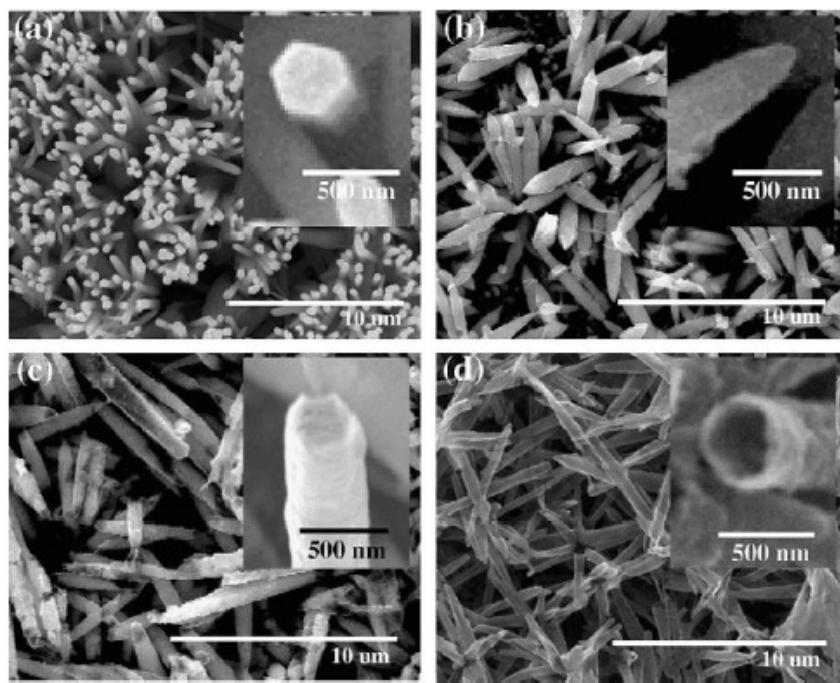
شکل ۳- تجزیه زیستی قطرات نفت توسط میکروارگانیسم ها [22]

حذف آبودگهای توسط فرآیند جذب، روشی است که مورد توجه بسیاری از محققین واقع شده است. پدیده جذب آبودگهای نفتی توسط مواد گوناگون به دو بخش عمده تقسیم می‌گردد. جذب ملکولی و جذب سطحی. معمولاً در جذب سطحی تجمع قطرات نفت فقط در سطح جاذب و با به عبارت دیگر در قسم مشترک جاذب و نفت صورت می‌گیرد. در صورتی که در جذب ملکولی، قطرات نفت از یک فاز به فاز دیگر منتقل می‌گردند [5] به طور معمول جاذب‌هایی که جهت جذب مواد نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از مواد معدنی طبیعی، مواد آلی سنتز شده (همجون پلی پروپیلن و پلی اورتان)، مواد غیر آلی و یا ترکیبی از این سه گروه. استفاده از انواع مختلف جاذب‌ها محدود به جذب مواد نفتی نبوده و کاربردهای زیاد دیگری نیز دارد. از آن جمله می‌توان به ابداع و فر و همکاران اشاره کرد که جاذب‌های ترکیبی از مواد آلی و خاک رس برای جذب هیدروکربن‌های آلیفاتیک و آرماتیک ساختند [9]. بیل از این جاذب ترکیبی به همراه کربن فعال و آسمز معکوس جهت تصفیه الاینده‌های آلی فاضلاب‌ها بهره گرفته است [1,9]. جاذب‌ها و مواد معدنی طبیعی گوناگونی همجون شلتونگ، برنج، غلات، نیشکر، انواع زغال سنگ، چوب، کاغذ، پنبه و پشم جهت جذب آبودگهای نفتی از سطح آب مورد استفاده قرار گرفته اند. دلیل استفاده گسترش از جاذب‌ها ای طبیعی؛ ظرفیت جذب بالا، قابلیت تجزیه پذیری در محیط زست و مقرون به صرفه تر بودن آنها نسبت به انواع پلیمر های سنتز شده است [10]. در پژوهشی دیگر، از مواد زاید جامد و ضایعات کشاورزی همجون سیر و ورقه‌های پیاز به عنوان جاذب مواد نفتی استفاده شده است [11]. استفاده از انواع فیبر گیاهی همجون مخلوط ضایعات برگها، مخلوط خاک اره، الیاف نارگیل و الیاف ابریشم نیز به عنوان جاذب مواد نفتی گزارش شده است [5]. از مواد آلی با خاکستر نیز به عنوان جاذب مواد نفتی بهره گرفته شده است [12]. ضایعات لاستیک باقیمانده در طبیعت به دلیل تجزیه تاپذیر بودن، همواره به عنوان یک مفضل زیست محیطی مطرح بوده است. با توجه به انعطاف پذیری و خاصیت آبگردی لاستیک، ایده استفاده از آن به عنوان جاذب مواد نفتی مطرح شد. چیستان و همکاران طی پژوهش‌های خود، ایده ذکور را به عمل در آورده و طی یک چرخه بازیافت از لاستیک‌های دور ریز، پودری جهت جذب آبودگهای نفتی تهییه کردند [13]. رینولدز و همکاران با استفاده از سنتز سلسل جاذب‌هایی با ساختار نانو ایجاد کرده اند که به خاطر داشتن سطح نamas و تخلخل بالا، از قدرت جذب خوبی نسبت به انواع دیگر جاذب‌ها برخوردار است [14]. تیک و هانگ نیز در پژوهشی قدرت جذب الیاف ابریشم به عنوان یک جاذب طبیعی را با نانو فیبر های پلی پروپیلن مقایسه کرده اند [15]. تصاویر SEM این دو نانو فیبر در شکل ۴ آمده است.



شکل ۴ - تصاویر SEM از (a) نانوفیبر تهییه شده از الیاف ابریشم، (b) نانوفیبر پلی پروپیلن [15]

به عنوان یکی از جدید ترین پژوهش‌های انجام شده می‌توان به ابداع وانگ و همکاران اشاره کرد [16]. این پژوهشگران به کمک تکنولوژی نانو، جاذب‌هایی با قدرت جذب بالا ساخته اند. ساخت این جاذب جدید که در واقع فیلم نازکی از نانولوئه های TiO_2 می‌باشد، با سنتز نانومیله‌های ZnO محقق شده است (شکل ۵).

شکل ۵- تصاویر SEM از (a) نانومیله های ZnO،(b)ZnO/TiO₂ نانولوہ های (c),TiO₂/ZnO (d),TiO₂ ترکیبی با N2 [16]

پراکنده کردن آلدگیها در سطح آب، بکارگیری مستقیم نیروی انسانی، تبدیل مواد نفتی به جامد، تبدیل آلدگیها به ترکیبات دیگر با روشهای چون فتواکسیداسیون، ثابتیت یا پایدار سازی مواد نفتی و تهشین کردن الاینده ها از دیگر راهکارهای پاکسازی مواد نفتی است که توسط محققین مختلفی گزارش شده است.^[2,17] در جدول ۳ روش های متدالوی که جهت جمع آوری، حذف و پاکسازی آبهای دریا از آلدگیهای نفتی مورد استفاده قرار می گیرد؛ گرد آوری شده است.

جدول ۳- روش های جمع آوری، حذف و پاکسازی آبهای دریا از آلدگیهای نفتی

مرجع	توضیحات	نوع روش
[2,17]	<ul style="list-style-type: none"> - در این روش با استفاده از مواد شیمیایی مختلفی، ضمن تبدیل لکه های نفتی به قطرات ریز، دامنه آلدگی در سطح آب افزایش داده شده و با رقیق تر شدن آلدگی در سطح آب، غلظت هیدروکربن ها کاهش یافته و امکان تجزیه طبیعی قطرات ریز نفت با گذشت زمان فراهم می شود - این روش برای تمام الاینده های نفتی قابل استفاده نبوده؛ ضمن اینکه اثرات ناملوپ زیست محیطی آن کمابدا باقی خواهد ماند. - کشتی ها و قایق های کوچک به محل حادثه اعزام شده و عملیات پاکسازی توسط وسائل مکانیکی همچون پاروها و کف گیرها صورت می گیرد. - عملیات پاکسازی مکانیکی در سطح آب - کشتی های اعزامی پاید مجهز به مخازن و سیستم های ذخیره سازی مناسبی پاشند. - در مواردی که مواد نفتی با ویسکوزیته بالا منتشر شده است، تجهیز کشتی به سیستم های حرارتی نیز ضروری است. 	پراکنده کردن آلدگیها
[2,17]	<ul style="list-style-type: none"> - از بن بردن آلدگیها توسط فرآیند اختراق، راهکار مورد استفاده در این روش است. بدین منظور ضخامت لایه های نفتی پخش شده را با استفاده از پارو ها و دیگر وسائل مکانیکی افزایش داده تا فرآیند اختراق به خوبی صورت گیرد. - سوزاندن در محل - وزش باد و تشکیل امواجیون های نفتی فرآیند سوختن را دچار اختلال می کند. - این راهکار برای تمام الاینده های نفتی و هر منطقه چندرایانی، قابل استفاده نمیست. 	
[2,17]	<ul style="list-style-type: none"> - از بن بردن آلدگیها توسط فرآیند اختراق، راهکار مورد استفاده در این روش است. بدین منظور ضخامت لایه های نفتی پخش شده را با استفاده از پارو ها و دیگر وسائل مکانیکی افزایش داده تا فرآیند اختراق به خوبی صورت گیرد. - سوزاندن در محل - وزش باد و تشکیل امواجیون های نفتی فرآیند سوختن را دچار اختلال می کند. - این راهکار برای تمام الاینده های نفتی و هر منطقه چندرایانی، قابل استفاده نمیست. 	

<p>- آودگی هوا و بر جای مادن مقابایی نفتی ویسکوز از معابر، این روش می باشد.</p> <p>[17]</p> <p>- زمانی که انتشار آودگیهای نفتی در خطوط ساحلی رخ داده باشد، روش هستی پاکسازی توسط نیروی انسانی و بکار گیری اباعث ماندن الات؛ از متداول ترین روش هاست. معمولاً مواد نفتی جمع آوری شده توسط مغارزان قابل حمل به سایت عملیاتی نزدیک ساحل منتقل می گردد.</p> <p>- راندمان جمع آوری و پاکسازی مواد نفتی در چینی حالتی ارتباط مستقیمی با شرایط و نوع ساحل دریا و سهولت دسترسی به آن دارد.</p> <p>[17]</p> <p>- با افزون مواد غیر آبی همچون آهک زنده (اکسید کلسیم)، خاکستر و پا سیمان به لکه های نفتی، می توان مخلوط ای را بدار و تثبیت شده ای را ایجاد کرد. وجود این مخلوط ها در محیط که همچون یک ماده ای اثر عمل می کند، نسبت به لکه های نفتی آزاد از ازالت زیانبار کمتری را به دنبال خواهد داشت.</p> <p>[18,22,23]</p> <p>- یکی از پرکاربرد ترین روشها چهت پاکسازی، جذب آودگیهاست که به دو صورت جذب مکولی و جذب مواد نفتی توسط ابوج اجانبها می شود.</p> <p>[1,5,9,10,11,12,13,14,15,16,19,20]</p> <p>- به طور معمول یادگار هایی که جهت جذب مواد نفتی مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از مواد معدنی طبیعی، مواد آبی سنتز شده، مواد غیر آبی و یا ترکیبی از این مه گروه.</p> <p>- این تکنیک برای تمام شرایط عملیاتی کار آمد بوده و نسبت و بکارگیری آن ماده و سریع می باشد.</p> <p>- چهت استخراج نفت را این روش، نیازی به استفاده از هرچ گونه تجهیزات کمکی دیگری نمی باشد.</p> <p>- این روش از چهت اقتصادی نیز نتایج عالی به همراه داشته است.</p> <p>[2]</p> <p>- برای پاکسازی مواد نفتی که از لوله ها و تجهیزات نصب شده در خطوط ساحلی نشت کرده اند، می شستشو با آب دفع</p> <p>[6,7]</p> <p>- این روش آب را برای شستشو استفاده کرد.</p> <p>- تکنولوژی لیزر عمدتاً چهت پاکسازی سخوهای ساحلی افکشته به مواد نفتی مورد استفاده قرار می پاکسازی توسط لیزر</p> <p>[5]</p> <p>- در این روش با تغییر اجزای فوار، ترکیب درصد ماده نفتی تغییر کرده و با کاهش اختلاف داسیته بین آب و نفت، نقطه ریختن ماده نفتی از ایاضش بالغه و بدین صورت با ته نشانی مواد نفتی در ته هریما آودگیها از سطح آب جدا می گردند.</p> <p>تغییر ترکیبات نفتی</p>	<p>بکارگیری مستقیم نیروی انسانی</p> <p>ثبتیت یا پایدار سازی مواد نفتی</p> <p>تجزیه زیستی</p> <p>استفاده از تکنیک خلاص چهت</p> <p>پاکسازی مواد نفتی</p>
---	--

۵- نتیجه گیری

با توجه به آثار زیانبار ریست محیطی و پیامدهای اقتصادی، اجتماعی ناگواری که انتشار و پخش آبینده های نفتی در محیط به دنبال دارد، مهمترین راهکار پس از اعمال و بکارگیری روشها پیشگیرانه، کسب داشت لازم و کافی چهت جمع آوری، حذف و پاکسازی سریع آودگیها پس از وقوع هر گونه حادثه است. در این راستا پس از بررسی روشها مختلف پاکسازی، استفاده از تکنولوژیهای نوین چون فناوری نانو که به تولید چاذب هایی با قدرت و ظرفیت جذب بالا منجر شده است، به عنوان راهکار اصلی مورد استفاده در سالهای آینده پیشنهاد می گردد.

مراجع

- [1] Ch. Teas, S. Kalligeros, F. Zanikos, S. Stoumas, E. Lois, G. Anastopoulos, "Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spills clean up", Desalination 140; pp. 259-264, 2001.
- [2] Mazmdouh T. Ghannam, Omar Chaala, "Oil spill cleanup using vacuum technique", Fuel 82; pp. 789-797, 2003.
- [3] B. Suárez, V. Lope, B. Peñarroya, N. Aragonez, F. Rodríguez-Artalejo, F. Marqués, A. Guzman, L.J. Viloria, J.M. Carrasco, J.M. Martínez-Moreno, G. López-Abentea, M. Pollán, "Acute health problems among subjects involved in the cleanup operation following the Prestige oil spill in Asturias and Cantabria (Spain)", Environmental Research 99; pp. 413-424, 2005.
- [4] Magnus S. Eide, Yvind Endresen, Per Olaf Brett, Jon Leon Ervik, Kjell Rønning, "Intelligent ship traffic monitoring for oil spill prevention: Risk based decision support building on AIS", Marine Pollution Bulletin 54; pp. 145-148, 2007.
- [5] T.R. Annuciado, T.H.D. Sydenstricker, S.C. Amico, "Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills", Marine Pollution Bulletin 50; pp. 1340-1346, 2005.
- [6] M.P. Mateo, G. Nicolas, V. Piñón, J.C. Alvarez, A. Ramil, A. Yáñez, "Laser cleaning of *Prestige* tanker oil spill on coastal rocks controlled by spectrochemical analysis", Analytica Chimica Acta 524; pp. 27-32, 2004.
- [7] M.P. Mateo, G. Nicolas, V. Piñón, A. Ramil, A. Yáñez, "Laser cleaning: an alternative method for removing oil-spill fuel residues", Applied Surface Science 247; pp. 333-339, 2005.
- [8] E.N. Efremenko, R.E. Azizov, A.A. Raeva, V.M. Abbasov, S.D. Varfolomeyev, "An approach to the rapid control of oil spill bioremediation by bioluminescent method of intracellular ATP determination", International Biodeterioration & Biodegradation 56; pp. 94-100, 2005.
- [9] Onuma, Carmody, Ray Frost, Yunfei Xi, Serge Kokot, "Adsorption of hydrocarbons on organo-clays—Implications for oil spill remediation", Journal of Colloid and Interface Science 305; pp. 17-24, 2007.
- [10] Moses O. Adeabajo, Ray L. Frost, "Acetylation of raw cotton for oil spill cleanup application: an FTIR and ¹³C MAS NMR spectroscopic investigation", Spectrochimica Acta Part A 60; pp. 2315-2321, 2004.
- [11] S.A. Sayed, A.M. Zayed, "Investigation of the effectiveness of some adsorbent materials in oil spill clean-ups", Desalination 194; pp. 90-100, 2006.
- [12] Shashwat S. Banerjee, Milind V. Joshi, Radha V. Jayaram, "Treatment of oil spills using organo-fly ash", Desalination 195; pp. 32-39, 2006.
- [13] Chitsan Lin, Chun-Lan Huang, Chien-Chuan Shern, "Recycling waste tire powder for the recovery of oil spills", Resources, Conservation and Recycling 2008.
- [14] John G. Reynolds, Paul R. Coronado, Lawrence W. Hrubesh, "Hydrophobic aerogels for oil-spill clean up – synthesis and characterization", Journal of Non-Crystalline Solids 292; pp. 127-137, 2001.
- [15] Teik-Thye Lim, Xiaofeng Huang, "Evaluation of kapok (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) as a natural hollow hydrophobic-oleophilic fibrous sorbent for oil spill cleanup", Chemosphere 66; pp. 955-963, 2007.
- [16] Ying-Ya Hsu, Tung-Li Hsiung, H. Paul Wang, Yasuhiro Fukushima, Yu-Ling Wei, Jun-En Chang, "Photocatalytic degradation of spill oils on TiO₂ nanotube thin films", Marine Pollution Bulletin 57; pp. 873-876, 2008.
- [17] IPIECA Report series, "Guidelines for oil spill waste minimization and management", International Petroleum Industry Environmental Conservation Association; vol. 12, 2004.
- [18] P. Fernández-Alvarez, J. Vilab, J.M. Garrido, M. Grifoll, G. Feijoo, J.M. Lema, "Evaluation of biodiesel as bioremediation agent for the treatment of the shore affected by the heavy oil spill of the *Prestige*", Journal of Hazardous Materials 147; pp. 914-922, 2007.
- [19] S. Suni, A.-L. Kosunen, M. Hautala, A. Pasila, M. Romantschuk, "Use of a by-product of peat excavation, cotton grass fibre, as a sorbent for oil-spills", Marine Pollution Bulletin 49; pp. 916-921, 2004.
- [20] Shashwat S. Banerjee, Milind V. Joshi, Radha V. Jayaram, "Treatment of oil spill by sorption technique using fatty acid grafted sawdust", Chemosphere 64; pp. 1026-1031, 2006.
- [21] Dagmar S., "Estimating cleanup costs for oil spills", International oil spill conference, 1999
- [22] <http://www.envirotools.org/factsheets/Remediation/bioremediation.shtml>, 2008.
- [23] www.wikipedia.org, 2008.