اصول اولیه پاکسازی لکه‌های نفتی در دریا

پیشگفتار

این کتاب، نسخه بازنگری شده، کتاب اصول اولیه پاکسازی لکه‌های نفتی است، کـه در سـال 1978 مـیلادی بـه چاپ رسیده است. با توجه به پیشرفت‌های چشمگیر و سریعی که در این زمینه انجـام شـده اسـت، کتـاب حاضـر، نسخه بازنگری شده است. این کتاب، شامل اطلاعات زیادی درباره روش‌های پاکسازی و کنترل آلودگی‌های نفتـی است. همچنین شامل اطلاعات کلی و تخصصی درباره آلودگی‌های نفتی است. این کتاب به روش‌هـای پاکسـازی آلودگی‌های نفتی در آب، زمانی که به شکل وسیع بر روی آب پراکنده و باعث خسارات زیست محیطـی مـی‌شـود، می‌پردازد.

این کتاب، در ابتدا درباره مواد نفتی خام و مشتقات آن بحث می‌کند، سپس به روش‌های اندازه‌گیـری و تشـخیص ویژگی‌های مواد نفتی و اثرات طولانی مدت آن بر محیط زیست اشاره می‌کند.

اثرات آلودگی‌های نفتی بر محیط زیست و کارایی روش پاکسازی با توجه به انواع آلودگی متفاوت خواهد بود.

انواع مواد نفتی بحث شده در این کتاب به خوانندگان، درباره روش‌های پاکسازی و کنترل آلودگی‌های نفتی دربـاره انواع مختلف مواد نفتی کمک خواهد کرد.

این کتاب، شامل فهرست واژگان است، کـه در بخـش آخـر کتـاب وجـود دارد. فصـل آخـر کتـاب دربـاره اثـرات آلودگی‌های نفتی بر محیط زیست و حیات وحش است، که به فصل آخر این ویرایش از کتـاب، بـه دلیـل اهمیـت موضوعی اضافه شده است. به دلیل اثرات جدی آلودگی‌های نفتی بر محیط زیست و روش‌هـای تعیـین چگـونگی پاکسازی این نوع از آلودگی‌ها موضوع انتخاب شده برای فصل آخر این کتـاب، بهتـرین روش بـرای پایـان کتـاب خواهد بود.

مرکز بررسی‌ها و مطالعات راهبردی

مقدمه

فصل اول، این کتاب، درباره دلایل وقوع آلودگی‌های نفتی، آمار و دلایل پیدایش آلودگی‌ها است. همچنین شامل خلاصه حوادث آلودگی مربوط به کشور کانادا، منابع آلودگی‌های نفتی در دریا و فهرست آلودگی‌های بزرگ نفتی در سی سال گذشته می‌باشد.

فصل دوم، شامل برنامه‌ریزی برای مقابله با آلودگی‌های نفتی و اساس سازمان‌های مقابله کننده با آلودگی‌های نفتی است. این فصل شامل طرح‌های اقتضایی، برنامه‌های آموزشی، اساس ساختاری سازمان‌های مقابله کننده، یا آلودگی، وظایف فرمانده در صحنه و گروه مقابله کننده با آلودگی و همچنین وظایف سایر سازمان‌های درگیر در عملیات مقابله با آلودگی می‌باشد.

ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی مربوط به انواع مختلف مواد نفتی در فصل سوم بررسی شده است. این فصل به ویژگی‌های مختلف انواع مواد نفتی می‌پردازد. مواد نفتی، ممکن است شامل بنزن، سوخت دیزل، ترکیبات نفت خام سنگین، نفت خام متوسط، بانکر و سایر ترکیبات حاصل از پالایش نفت خام باشد.

زمانی که آلودگی نفتی اتفاق می‌افتد، مواد نفتی ریخته شده در محیط دریایی می‌توانند رفتارهای مختلفی از خود نشان دهند، که این نمونه از رفتارهای مواد نفتی در فصل چهارم مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

فصل پنجم؛ در رابطه با روش‌های تشخیص و شناسایی لکه‌های نفتی است که شامل روش‌های سطحی تشخیص آلودگی‌های نفتی و همچنین روش‌های کنترل از راه دور به وسیله هواپیما و ماهواره است، این روش‌ها برای شناسایی آلودگی‌های نفتی در شرایط مختلف در یخ و برف، نواحی پوشیده شده توسط گیاهان کاربرد دارد.

در این فصل، همچنین به روش‌های تجزیه و شناسایی انواع مواد نفتی و تشخیص منابع آن‌ها و پتانسیل خطرات این مواد برای محیط زیست اشاره شده است.

شناخته شده‌ترین روش برای محدود کردن آلودگی‌های نفتی بر روی سطح دریا استفاده از بوم است. فصل ششم؛ درباره انواع بوم، ساختار آن‌ها، نحوه عملیات، موارد استفاده و نقائص مربوط به آن‌ها است. همچنین به تجهیزات پشتیبانی بوم‌ها، بوم‌های جاذب و انواع خاص بوم‌های دست ساز می‌پردازد.

فصل هفتم ؛خلاصه روش‌های جمع‌آوری مواد نفتی از روی سطح آب پس از محدود کردن آن‌ها توسط بوم است. اسکیمرها قابلیت جمع‌آوری مواد نفتی را دارند. در این فصل به مزایا و معایب انواع مختلف اسکیمر پرداخته شده است.

همچنین استفاده از انواع مختلف مواد جاذب مورد بررسی قرار گرفته است. هر کدام از روش‌های مورد بحث با توجه به شرایط دریا و انواع مختلف مواد نفتی دارای محدودیت‌های خاص می‌باشد.

ذخیره و جداسازی آب و مواد نفتی، معمولاً پس از انجام عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی اتفاق می‌افتد. فصل هشتم، شامل روش‌های جمع‌آوری موقتی، جداسازی و دفع زائدات است. همچنین این فصل شامل کارایی انواع پمپ است.

فصل نهم این کتاب، روش‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی با استفاده از مواد دیسپرسنت است. مواد دیسپرسنت، ترکیباتی هستند که باعث تشکیل قطرات کوچک مواد نفتی در داخل ستون آب می‌شوند. در این فصل به کارایی، میزان سمیت و کاربرد این ترکیبات پرداخته شده است. همچنین در این فصل به مواد دیگر مانند، مواد شوینده سطوح، عوامل پاک کننده سطح ساحل، شکننده‌های امولسیون، جامد کننده، غرق کننده و ترکیباتی که باعث افزایش تجزیه زیستی می‌شوند، اشاره شده است.

سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل یکی از روش‌های کنترل شده سوزاندن آلودگی‌های نفتی است، مزایا و معایب این روش در فصل دهم است. این فصل به شرایط لازم برای سوختن مواد نفتی در حین عملیات سوختن مواد نفتی، کارایی، روش‌های محدود کردن مواد نفتی در حین عملیات سوختن و همچنین به موارد ایمنی تمرکز دارد.

پاکسازی آلودگی‌های نفتی در ساحل، کار زمانبری خواهد بود. همچنین استفاده از این روش نیاز به نیروی انسانی زیاد دارد. پاکسازی آلودگی‌های نفتی در طول ساحل باعث آسیب‌های زیست محیطی و اکولوژیکی خواهد شد. فصل یازدهم؛ مسئله پاکسازی آلودگی‌های نفتی در ساحل را بررسی می‌کند. فصل یازدهم به معیارهای رفتار آلودگی‌های نفتی در ساحل، حساسیت مناطق ساحلی و روش‌های ارزیابی مناطق ساحلی و روش‌های توصیه شده برای پاکسازی است.

برخورد با آلودگی‌های نفتی برروی زمین، نسبت به آلودگی‌های نفتی در روی دریا، کار آسانتری است و میزان توجه کمتری را از سوی رسانه‌ها دارد.

فصل دوازدهم؛وقوع آلودگی‌های نفتی در اکوسیستم‌های مختلف است. آلودگی‌های نفتی که برروی سطح زمین اتفاق می‌افتد و یا آن دسته از آلودگی‌های نفتی که در لایه‌های زیرین زمین اتفاق می‌افتد و همچنین به روش‌های مختلف پاکسازی آلودگی‌های نفتی بر روی زمین اشاره می‌کند.

فصل سیزدهم؛اثرات آلودگی‌های نفتی بر محیط زیست است. آلودگی‌های نفتی اثرات زیانباری بر موجودات مختلف در دریا و خشکی دارد.

درباره نویسنده

دکتر فینگاس Merv Fingas، بیش از 25 سال است که در زمینه آلودگی‌های نفتی دربخش محیط زیست کشور کانادا فعالیت دارد. او ریاست بخش Emergencies Science)) در مرکز تکنولوژی محیط زیست کانادا را بر عهده دارد.

او تحقیقات زیادی در رابطه با اندازه‌گیری مواد نفتی، محاسبه و کنترل آن انجام داده است. همچنین تخصص وی در زمینه هیدرودینامیک و رفتار مواد نفتی، سوزاندن در محل آلودگی‌های نفتی و وسایل حفاظت شخصی در هنگام مقابله با آلودگی‌های نفتی است که او برای ارایه مطالب در کنفرانسهای بین‌المللی در زمینه‌های عنوان شده، شهرت دارد.

دکتر فینگاس، دکتری خود را در زمینه علوم محیط زیستی، از دانشگاه McGillدر مونترال کانادا اخذ کرده است. مدرک فوق لیسانس وی در زمینه علوم و مدیریت اجرایی از دانشگاه اتاوا در انتاریو و لیسانس او در زمینه ماشین آلات و الکترونیک است.

او در نگارش بیش از 450 گزارش فنی و مقاله در رابطه با تحقیقات آلودگی نفتی به عنوان نویسنده و یا همکار نویسنده همکاری داشته است. مقالات او در رابطه با روش‌های جدید آزمایش مواد دیسپرسنت و استخراج حلال‌ها، مطالعات بررسی امولسیون‌های آب، مواد نفتی و مواد دیسپرسنت، پایش آلودگی‌های نفتی، تشخیص منابع آلودگی، مواد فعال شیمیایی، کارایی روش سوزاندن در محل و انتشارات گازهای حاصل از سوزاندن در محل، حسگرهای تشخیص مواد نفتی و وسایل حفاظت شخصی است.

همچنین، دکتر فینگاس به عنوان هیات تحریریه مجله مواد خطرناک Hazardous Materials,The Spill Science and Technology Buletin، فعالیت دارد و در مجله Micro- Column Separation، به عنوان سردبیر مهمان فعالیت دارد. در سال 1999، او به عنوان یکی از اعضای هشت نفره‌ای که قرار بود در خصوص منابع، سرنوشت و اثرات آلودگی نفتی در دریا، تحقیق و بررسی نمایند، توسط آکادمی علوم آمریکا انتخاب شد.

او به عنوان نائب رئیس کمیته F20، در خصوص استاندارد مواد نفتی انجمن آزمایشات مواد در آمریکا ASTM)) و رئیس کمیته سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل انتخاب شده است.

فهرست مطالب

فصل اول: آلودگی‌های نفتی: دلایل و زمان وقوع	11
فصل دوم: مقابله در برابر آلودگی‌های نفتی	29
فصل سوم: انواع نفت و ویژگی‌های مربوط به آن	47
فصل چهارم: اثرات آلودگی نفتی در محیط زیست	57
فصل پنجم: بررسی، تشخیص و دریافت از طریق سیستم کنترل از راه دور در مورد لکه‌های نفتی	79
فصل ششم: محدود کردن آلودگی نفتی در آب	93
فصل هفتم: جمع‌آوری مواد نفتی از روی سطح آب	111
فصل هشتم: جداسازی و از بین بردن زائدات مربوط به آلودگی‌های نفتی	131
فصل نهم: عوامل شیمیایی از بین برنده آلودگی‌های نفتی	145
فصل دهم: سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل	163
فصل یازدهم: پاکسازی و احیاء مجدد سواحل	179
فصل دوازدهم: آلودگی‌های نفتی بر روی خشکی	209
فصل سیزدهم: اثرات آلودگی‌های نفتی بر محیط زیست	223
واژه نامه	245

فصل اول: آلودگی‌های نفتی : دلایل وقوع و تعداد آن

آلودگی‌های بزرگ نفتی، باعث توجه عموم مردم و رسانه‌ها می‌شود. در سال‌های اخیر، این توجه جهانی باعث آگاهی نسبت به خطرات زیست محیطی آلودگی‌های نفتی در محیط زیست شده است. به هر حال نقش صنایع نفت در جوامع صنعتی انکار ناپذیر است.

بیشترین انرژی مورد استفاده در آمریکا و کانادا در مورد حمل و نقل، معطوف به استفاده از فرآورده‌های نفتی می‌باشد و با توجه به گرایش استفاده از انرژی نفت، کاهش استفاده از این انرژی در آینده بعید به نظر می‌رسد. با توجه به نیاز صنایع مختلف به مشتقات نفتی برای تهیه محصولات باارزشی همچون پلاستیک‌ها، کودهای شیمیایی و مواد اولیه برای تهیه محصولات شیمیایی، همچنان، نیاز به نفت و مشتقات نفتی در آینده احساس می‌شود.

در واقع در راستای افزایش تولید و مصرف محصولات نفتی در سطح جهان، کنترل و مقابله با آلودگی‌های نفتی نیز افزایش پیدا خواهد کرد. جابجایی محصولات نفتی از میدان نفتی تا مقصد در حدود 10 تا 15 مرحله جابجایی در حالتهای مختلف را طی می‌کند، که مراحل جابجایی شامل تانکرها، خطوط لوله، خطوط ریلی، تانکرهای نفتکش می‌باشد. نفت در مسیر جابجایی در پایانه‌ها و پالایشگاه‌ها ذخیره می‌شود. در طی مراحل حمل و نقل و ذخیره سازی مواد نفتی امکان بروز حوادث وجود دارد. مهمترین بخش مربوط به حفاظت از محیط زیست حصول اطمینان از به حداقل رساندن آلودگی‌های نفتی در طی این مراحل می‌باشد. هر دو بخش دولت و صنعت در کاهش خطرات مربوط به آلودگی‌های نفتی با وضع قوانین و آئین نامه‌های اجرایی نقش مهمی دارند. برنامه‌های اجرایی و حفاظتی در صنایع برای کاهش حوادث منجر به آلودگی‌های نفتی شامل برنامه‌های آموزش کامل برای کاهش خطرات مربوط به خطاهای انسانی است.

علیرغم معیارهای اشاره شده، کارشناسان حفظ محیط زیست دریایی، تخمین می‌زنند در حدود 30 تا 50 درصد آلودگی‌های نفتی به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم ناشی از خطاهای انسانی است و در حدود 20 تا 40 درصد از این آلودگی‌ها در ارتباط با نقائص و خرابی مربوط به دستگاه‌ها و تجهیزات می‌باشد.

از دیگر عوامل بازدارنده در بروز پدیده آلودگی می‌توان به جریمه‌های دولتی و هزینه‌های بالای پاکسازی لکه‌های نفتی اشاره کرد.

در کشور کانادا، میانگین هزینه پاکسازی هر لیتر نفت نشت شده در دریا در حدود 20 دلار است. در کشور آمریکا، میانگین این قیمت به حدود 100 دلار به ازای هر لیتر نفت نشت شده در دریا می‌رسد. میانگین قیمت جهانی برای پاکسازی لکه‌های نفتی به حدود میانگین 20 تا 200 دلار به ازای هر لیتر نفت ریخته شده در دریا می‌رسد که این عامل به نوع نفت و مکانی که در آن ریخته شده بستگی دارد.

پاکسازی نفت از خطوط ساحلی معمولاً یکی از گرانترین مراحل پاکسازی آلودگی‌های نفتی به حساب می‌آید.

عکس 1: حادثه آموکوکادیز (Amoco Cadiz) در سال 1978، فرانسه

آلودگی‌های نفتی در چه مواقعی بروز می‌کنند؟

با توجه به استفاده جهانی در حدود 10 میلیون تن نفت در هر روز، ایجاد لکه‌های نفتی یکی از متداول‌ترین وقایع می‌تواند باشد. روزانه در حدود 260000 تن نفت و محصولات نفتی در کشور کانادا مورد استفاده قرار می‌گیرد و میزان استفاده از محصولات نفتی در کشور آمریکا در حدود 10 برابر نسبت به کشور کانادا است و میزان مصرف جهانی محصولات نفتی در حدود ده میلیون تن در هر روز می‌باشد. سهم داخلی تولید نفت در کشور کانادا تقریباً مربوط به 50000 حلقه چاه نفت خام در منطقه Alberta، Saskatchewan است. در حدود 32 پالایشگاه نفت خام در کانادا وجود دارد، که 5 پالایشگاه جزء بزرگترین واردکنندگان در حدود 130000 تن نفت خام و دیگر محصولات نفتی در طول روزهستند و مقدار صادرات نفتی در این کشور به مقدار 220000 تن در هر روز می‌رسد، که بیشترین مقدار آن به کشور امریکا صادر می‌شود.

در کشور آمریکا بیش از نیمی مقدار 2، 6 میلیون تن از نفت وارداتی مورد استفاده در هر روز از کشورهای عربستان سعودی، کانادا و ونزوئلا وارد می‌شود. در حدود 40 درصد از تقاضای روزانه آمریکا مربوط به بنزین اتومبیل و در حدود 15 درصد آن مربوط به نفت دیزل مورد استفاده در حمل و نقل است. همچنین در حدود 40 درصد از انرژی مورد استفاده در آمریکا از نفت، 35 درصد آن از گاز طبیعی و 24 درصد از زغال سنگ تامین می‌شود.

داده‌های آماری مربوط به آلودگی‌های نفتی توسط سازمان‌های ویژه‌ای در کانادا و آمریکا جمع‌آوری می‌شوند. در کانـادا، دفترهای ایالتی، داده‌های آماری را جمع‌آوری می‌کنند و سازمان حفاظت از محیط زیست کانادا، این داده‌ها را در پایگـاه اطلاعاتی مربوط به لکه‌های نفتی جمع‌آوری می‌کند. در آمریکا، گارد ساحلی، مسئولیت حفظ داده‌های اطلاعاتی مربوط به لکه‌های نفتی در آب‌هایی که قابلیت کشتیرانی رادارند بر عهده دارد. علاوه بر ایـن اطلاعـات داده‌هـای مربـوط بـه لکه‌های نفتی بر روی خشکی، برای جمع‌آوری اطلاعات به صورت سراسری نیز جمع‌آوری می‌شـوند. سیسـتم خـدمات مدیریت مواد معدنی [1] در آمریکا مسئولیت حفظ اطلاعات مربوط به وقوع آلودگی‌های نفتی در حـین عملیـات اکتشـاف نفت در فرا ساحل و فعالیت‌های مربوط به تولید نفت خام را بر عهده دارد.

به دلیل وجود روش‌های مختلف در جمع‌آوری داده‌های اطلاعاتی مربوط به لکه‌های نفتی گاهی اوقات مقایسـه آمـاری این نتایج گمراه کننده به نظر می‌رسد. در حالت کلی بدست آوردن داده‌های آماری در رابطه با آلودگی‌های نفتی باید بـا دقت و احتیاط زیاد صورت گیرد.

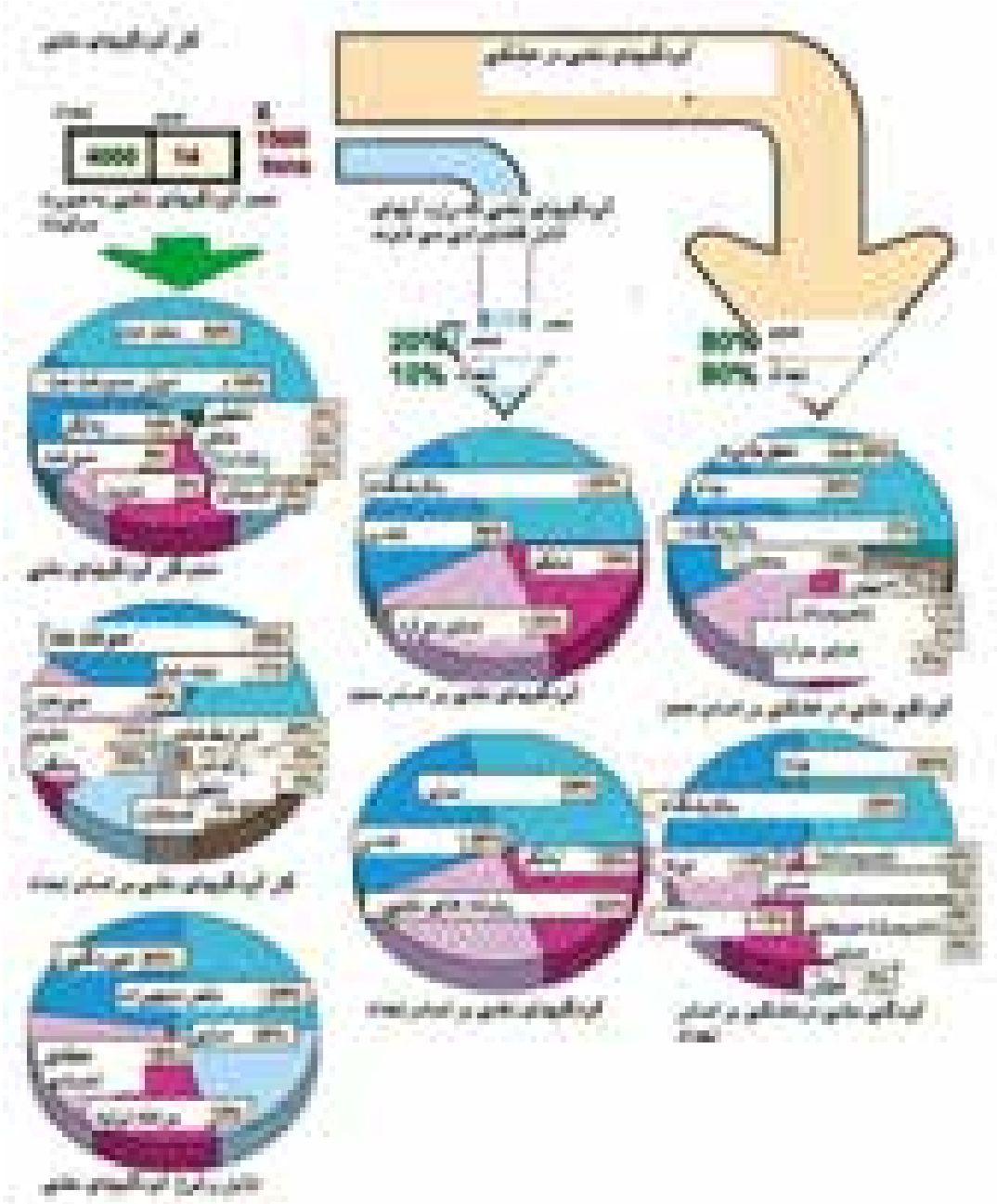
محاسبه و تعیین مقدار نفت نشت شده بسیار مشکل خواهد بود. به عنوان مثال در حادثه تصادفات کشـتی، حجـم نفـت گزارش شده مربوط به قبل از حادثه است، در حالی که ممکن است نفت باقیمانده اندکی بعد از حادثه به کشتی دیگری منتقل شود.

عکس 2: بیشتر آلودگی‌های نفتی در خشکی اتفاق می‌افتد و منشاء آن ناشی از تاسیسات پالایشگاهی است.

[1] MMS Minerals Management Service

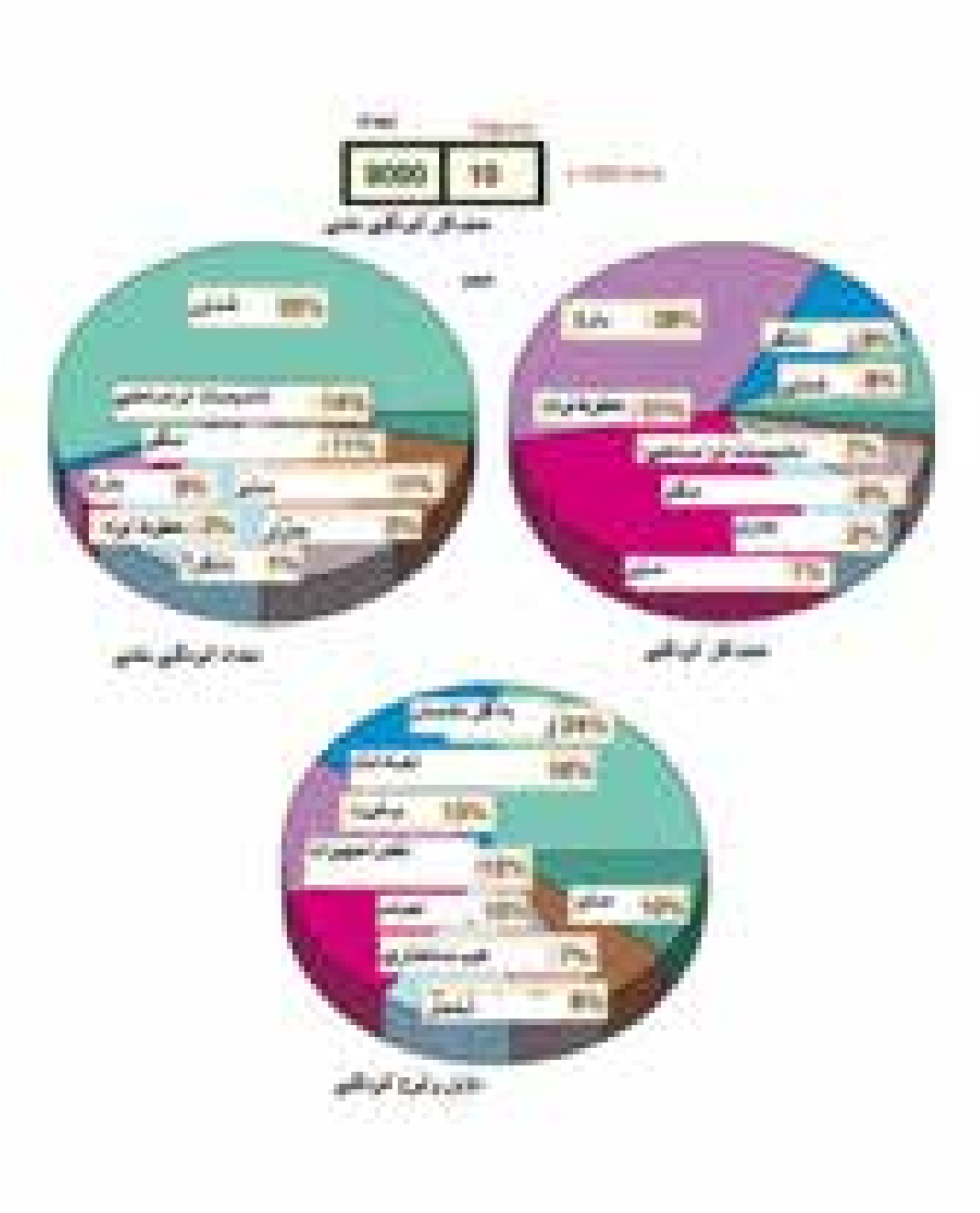
همچنین حجم مربوط به نفت‌های سوخته شده در زمان وقوع آن‌ها در بعضی از بانکهای اطلاعاتی مربوط به آلودگی‌های نفتی وجود ندارد. گاهی اوقات به دلیل نبود اطلاعات در مورد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نفت ریخته شده، محاسبات در مورد نفت نشت شده مشکل خواهد شد. روش‌های گزارش وقوع آلودگی‌های نفتی با توجه به قوانین آمریکا و کانادا، کمترین مقدار آلودگی نفتی که باید گزارش داده شود در حدود 400 تا 8000 لیتر میباشد، که این بستگی به نوع آلودگی نفتی نشت شده است. داده‌های آماری مربوط به لکه‌های نفتی در حال حاضر از اطمینان بیشتری نسبت به داده‌های جمع‌آوری شده در گذشته برخوردار هستند، که دلیل این امر کم بودن سازمان‌ها در جمع‌آوری اطلاعات و همچنین مستقل بودن اطلاعات و عدم یکپارچگی آن‌ها در سال‌های قبل از سال 1975 میلادی بوده است. تعداد آلودگی‌های نفتی گزارش شده، بستگی به اندازه و حجم آن‌ها دارد. در دو کشور آمریکا و کانادا آلودگی‌های نفتی با حجم بیشتر از 4000 لیتر (در حدود 1000 گالن) باید گزارش شوند. در کشور کانادا از حدود 12 مورد آلودگی نفتی که در طول روز اتفاق می‌افتد، فقط یک مورد ازآن مربوط به آب‌های با قابلیت کشتیرانی می‌باشد. که این 12 مورد آلودگی نفتی در حدود 40 تن از محصولات نفتی را شامل می‌شوند. در کشور آمریکا در طول یک روز، در حدود 25 مورد آلودگی نفتی در آب‌های با قابلیت کشتیرانی و 75 مورد آلودگی نفتی در خشکی اتفاق می‌افتد.

عکس 3: نشت مواد نفتی از کشتی، زمانی که دچار آسیب دیدگی شده است.



شکل 1: خلاصه حوادث آلودگی سالیانه در کشور کانادا

آلودگی‌های نفتی مربوط به دو کشور کانادا و آمریکا به ترتیب در شکل‌های اول و دوم در مقیاس حجمی و تکرار وقـوع آن‌ها نشان داده شده است. با توجه به شکل‌ها میزان آلودگی نفتی در دو کشور با یکدیگر تفاوت دارد. در کشور آمریکـا به نسبت کانادا بیشتر آلودگی‌های نفتی در آب‌های با قابلیت کشتیرانی اتفاق می‌افتد که دلیل این امر را می‌توان واردات نفتی از طریق دریا و صادرات مواد سوختی از طریق سکوهای شناور عنوان کرد.



شکل 2: خلاصه حوادث آلودگی در آب‌های قابل کشتیرانی در کشور آمریکا

عکس 4: آلودگی نفتی ناشی از خطوط لوله بر روی خشکی و کنار ساحل

در واقع بیشترین حجم آلودگی‌های نفتی در آمریکا در آب‌های دریا اتفاق می‌افتد، که بیشترین حجم این آلودگی‌های نفتی مربوط به سکوهای شناور و بعد از آن کشتی‌های فله‌بر و کشتی‌های باربری هستند، که در آلودگی‌های دریایی نقش دارند. در کانادا بیشترین آلودگی‌های نفتی در خشکی اتفاق می‌افتد که دلیل این امر حجم زیاد نفت جابجا شده توسط خطوط لوله نفتی می‌باشد. بیشترین حجم واقعی مربوط به آلودگی‌های نفتی در خشکی مربوط به تاسیسات تولید و چاه‌های نفتی است. بیشترین حجم آلودگی‌های نفتی در دریا مربوط به کشتی‌ها، تانکرها، کشتی‌های فله بر، کشتی‌های باربری و پایانه‌های پالایش نفت خام است. منابع به وجود آورنده آلودگی‌های نفتی، نوع نفت نشت شده در آب دریا، دلایل به وجود آمدن آلودگی‌های نفتی توسط کشتی‌ها و غیره در شکل سوم نشان داده شده است.

در حدود نیمی از آلودگی‌های نفتی موجود در آب دریا به دلیل تاسیسات مستقر در خشکی و پساب حاصل از این تاسیسات در آب دریا می‌باشد، بیشتر روغن‌های روان کننده به طور مستقیم به وسیله پساب‌های حاصل از کارخانجات به طور مستقیم وارد آب دریا می‌شوند. 20% از آلودگی‌های نفتی موجود در آب دریا مربوط به بخش حمل و نقل که شامل تانکرها، کشتی‌های باربری و سکوهای شناور می‌باشد. نشت طبیعی ذخائر نفتی نزدیک به سطح زمین و تراوشات ساحلی[2] در بسیاری از مناطق دنیا رخ می‌دهد، که در حدود 11% از آلودگی‌های نفتی را شامل می‌شود. عوامل جوی حدود 13% از آلودگی‌های نفتی در دریا را تشکیل می‌دهند، این آلودگی‌ها نتیجه هیدروکربن‌های موجود در هوا بر اثر

[2] Seeps

عوامل مختلف که ناشی از سوخت ناقص هستند، می‌باشند. بیشترین مواد، دوباره بر روی زمین ته‌نشین شده و دوباره به دریا باز می‌گردند.

شکل 3: خلاصه آمار مربوط به منابع نشت آلودگی در جهان

عکس 5: انفجار چاه نفتی IXTOC، در آب‌های مکزیک که ایـن انفجـار، دومـین حادثـه بـزرگ آلودگی نفتی است که تا به حال گزارش شده است.

حوادث برخورد کشتی‌ها در حدود 22% و از دیگر حوادث مربوط به بروز آلودگی‌های نفتی، می‌توانیم به حوادث انفجـار و آتش‌سوزی 9%، حوادث تصادفات کشتی 9%، غرق شدگی 7%، خطای انسانی 5% و کمترین درصد مربوط به نقـائص و معایب مکانیکی که در حدود 2% از آلودگی‌های نفتی را شامل می‌شود.

جدول شماره 1، بزرگترین حوادث نفتی اتفاق افتاده در سی سال گذشته را نشان می‌دهد.

داده‌های موجود در این جدول بر اساس اطلاعات بدست آمده ازسازمان حفاظت از محیط زیست کانادا، گزارشات و اخبار عمومی مربوط به آلودگی‌های نفتی گارد ساحلی آمریکا، انجمن‌هـای صـنایع مثـل اتحادیـه بـین‌المللـی آلـودگی‌هـای نفتی[3] ITOPF و انجمن نفت آمریکا API[4] می باشد.

[3] ITOPF:International Tankers Owner Pollution Federation
[4] API:American Petroleum Institute

عکس 6: واکنش سریع برای جابجایی آلودگی‌های نفتی باقیمانده ناشی از حادثـه اکسـون والـدز (Exxon Valdez) از گسترش آلودگی‌ها به نقاط دیگر جلوگیری کرد.

عکس 7: گیاهان آلوده به مواد نفتی ناشی از جنگ خلیج فارس که بزرگترین حادثه آلودگی نفتی تا به امروز بوده است.

عکس 8: **آتش‌سوزی ناشی از حادثه هاون (Haven) در سواحل ایتالیا**

عکس 9: **یدک‌کش‌ها در اطراف کشتی آسیب دیده که در حال نشت نفت می‌باشد**

عکس 10: **تانکر Burmah Agate که پس از برخورد با کشتی دیگر در حال آتش‌سوزی است.**

در این جدول لکه‌های نفتی براساس حجم، از بزرگترین لکه نفتی تا به امروز گزارش شده‌اند، که بیشترین حجم آلودگی نفتی مربوط به جنگ خلیج فارس در کویت در سال 1991 میلادی می‌باشد. عوامل مختلفی باعث آلودگی‌های نفتی می‌شوند، که از آن جمله می‌توان به نشت در خطوط لوله نفتی، مخازن ذخیره سازی و فوران مربوط به چاه‌های نفت اشاره کرد. با توجه به اینکه تانکرها یکی از عوامل آلودگی نفتی در دریا هستند، همواره این تصور غلط در افکار عمومی مردم وجود دارد که اصلی‌ترین عامل آلودگی‌های نفتی در دریا تانکرها هستند، حال آنکه تانکرها در حدود 5% از آلودگی‌های نفتی ورودی به دریا را شامل می‌شوند. می‌توان گفت، حجم نفت حمل شده توسط تانکرها و توجه رسانه‌ها به این موضوع باعث به وجود آمدن چنین تصوری در افکار عمومی مردم شده است.

همانطور که در قبل گفته شد، تاسیسات موجود در خشکی باعث ورود نیمی از آلودگی‌های نفتی به محیط دریا هستند. در پایان این فصل، موضوع مطالعه حوادث نفتی اتفاق افتاده در گذشته به منظور بررسی اثر گذاری آلودگی‌های نفتی بر محیط زیست دریایی لازم به نظر می‌رسد.

مطالعه بکارگیری روش‌های مناسب و موثر و تلاش برای بهبود بخشیدن روش‌ها، همچنین جبران کمبودهای تکنولوژیکی در روش‌ها لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در فصول آینده به پدیده آلودگی نفتی و روش‌های جمع‌آوری و پاکسازی آلودگی‌های نفتی پرداخته خواهد شد.

جدول ١

رقم	سنة	يوم الحدث	الحادث/ السفينة	القطر	المكان	الحمولة (بالطن)
1	1991	Jan 24	Gulf war	Kuwait	Sea Island	800
2	1979	Jun 3	IXTOC blowout	Mexico	Gulf of Mexico	470
3	1979	Jul 19	Atlantic Empress/Aegean Captain	Off Tobago	Caribbean Sea	300
4	1992	Mar 2	Oil well blowout	Uzbekistan	Fergana Valley	300
5	1983	Feb 4	Oil platform blowout	Iran	Nowruz field	270
6	1983	Aug 6	Castillo de Bellver	South Africa	Saldanha Bay	260
7	1978	Mar 16	Amoco Cadiz	France	Brittany	235
8	1988	Nov 10	Odyssey	Off Canada	North Atlantic	145
9	1991	Apr 11	Haven	Italy	Genoa	140
10	1980	Aug 11	Oil well blowout	Libya	inland	140
11	1967	Mar 18	Torrey Canyon	England	Land's End	130
12	1972	Dec 19	Sea Star	Oman	Gulf of Oman	115
13	1980	Feb 23	Irene's Serenade	Greece	Pylos	100
14	1991	Aug 20	Storage tanks	Kuwait	Shuaybah	110
15	1971	Dec 7	Texaco Denmark	Belgium	North Sea	107
16	1994	Oct 25	Pipeline rupture	Russia	Usinsk	105
17	1977	Feb 23	Hawaiian Patriot	Off USA	West of Hawaii	100
18	1979	Nov 15	Independenitza	Turkey	Bosporus Strait	100
19	1976	May 12	Urquiola	Spain	La Coruna	100
20	1989	Feb 11	Julius Schindler	Portugal	Azores	100
21	1978	May 25	Pipeline rupture	Iran	Ahwazin	100
22	1993	Jan 5	Braer	United Kingdom	Shetland Islands	85
23	1979	Jul 6	Storage tanks	Nigeria	Forcados	85
24	1975	Jan 29	Jakob Maersk	Portugal	Oporto	80
25	1992	Dec 3	Aegean Sea	Spain	La Coruna	79
26	1985	Dec 6	Nova	Iran	Persian Gulf	76
27	1996	Feb 15	Sea Empress	United Kingdom	Milford Haven	72
28	1969	Dec 19	Keo II	Morocco	Atlantic Ocean	70
29	1971	Feb 27	Wafra	South Africa	Atlantic Ocean	70
30	1970	Mar 20	Othello	Sweden	Gothenburg	70
31	1991	May 28	ABT Summer	Off Angola	Atlantic Ocean	70
32	1978	Dec 11	Fuel storage tank	Rhodesia	Salisbury	65
33	1975	May 13	Epic Colocotronis	United States	West of Puerto Rico	60
34	1960	Dec 6	Brotulo Petrobras	Brazil		60
35	1978	Jun 12	Fuel storage tank	Japan	Sendai	60
36	1992	Apr 17	Katina P	South Africa	Indian Ocean	60
37	1974	Nov 9	Yuyo Maru no	Japan	Tokyo	54
38	1983	Jan 7	Ajaimi	Oman	Ras al Hadi	53
39	1976	Dec 31	Andros Patria	Spain	Bay of Biscay	50
40	1965	May 22	Heimvard	Japan	Hokkaido	50
41	1983	Dec 9	Pericles GC	Qatar	Persian Gulf	46
42	1968	Jun 13	World Glory	South Africa	Indian Ocean	46
43	1974	Aug 9	Metula	Chile	Straits of Magellan	47
44	1975	Jan 13	British Ambassador	Japan	Ise Jima	46
45	1975	Jun 1	Ennerdale	Seychelles	Indian Ocean	46

46	1984	Oct 21	Thanassis A	Hong Kong	South China Sea	46
47	1978	Dec 7	Sabrina	Indonesia	Straits of Malacca	44
48	1968	Feb 29	Wonder	United States	Oregon	43
49	1974	Dec 16	Storage tank	Japan	Mizushima refinery	39
50	1979	Aug 26	Petanna	United Arab Emirates	Dubai	38
51	1972	Jun 11	Radar	Greece	Mediterranean Sea	37
52	1989	Mar 24	Exxon Valdez	United States	Valdez, AK	37
53	1980	Dec 29	Juan Antonio Lavalleja	Algeria	Arzew	37
54	1988	Apr 22	Athenian Venture	Off Canada	Atlantic Ocean	37
55	1973	Jun 10	Napier	Chile	Off west coast	36
56	1978	Dec 14	Storage tank	United States	Puerto Rico	36
57	1975	Feb 6	St. Peter	Colombia	Pacific Ocean	36
58	1979	Oct 19	Pipeline rupture	Turkey	Mardin	35
59	1986	Mar 7	Unknown tanker	Mexico	Bay of Campeche	35
60	1979	Nov 1	Burmah Agate	United States	Galveston	35
61	1977	Jan 17	Ixtoc's Challenge	Pacific Ocean		35
62	1977	Feb 7	Borag	Taiwan	Chilung	34
63	1986	Oct 3	Abkatun Production well blowout	Mexico	Bay of Campeche	34
64	1972	Jan 28	Golden Drake	North West Atlantic		34
65	1979	Apr 28	Gino	France	Brittany	33
66	1970	Dec 24	Chiyoei	North West Atlantic		33
67	1970	May 5	Polycommander	Spain	Vigo	32
68	1958	Feb 8	Pegasus	North Atlantic	North Atlantic	32
69	1971	Mar	Texaco Oklahoma	North West Atlantic		32
70	1969	Nov 25	Penocean	Taiwan	North West Pacific	32
71	1977	May 27	Caribbean Sea	East Pacific		32
72	1979	Apr 25	Ellen Conway	Algeria	Arzew	31
73	1975	Jul 28	Oxton Star	Indian Ocean		31
74	1986	Apr 27	Storage tank -Texaco	Panama	Bahia las Minas	30
75	1977	Dec 16	Vergat & Vergat	South Africa		30
76	1979	Aug 16	Ioannis Angelicoussis	Angola	Malongo	30
77	1976	Dec 30	Grand Zenith	North West Atlantic		30
78	1969	Nov 25	Alvo	North West Atlantic		30
79	1987	Oct 15	Evoikos	Singapore	Straits of Singapore	29
80	1982	Nov 26	Hanialoo	Egypt	Ras Gharib	27

جدول ١

أبرز الكوارث على مدى ٥٠ سنة

رقم	سنة	تاريخ الحادث	اسم السفينة / المنشأة	العلم / الدولة	الموقع	الوفيات (تقريبي)
81	1977	Mar 22	Offshore Platform — Ekofisk Bravo	Norway	North Sea	27
82	1979	Jan 8	Betelgeuse	Ireland	Bantry Bay	27
83	1973	Apr 1	Giuseppe Giulietti	North East Atlantic		27
84	1980	Jan 17	Funtua #1 well blowout	Nigeria	off Forcados	26
85	1976	Dec 16	Argo Merchant	USA	Nantucket, MA	24
86	1977	Oct 28	Al Salmiyah	Japan	Philippine Sea	25
87	1969	Jan 21	Wawasan Navigator	Indonesia	Strait of Malacca	24
88	1963	May 15	Bellona	Sweden	Gothenburg	24
89	1960	Dec 29	Aragon	Portugal	Madeira	24
90	1994	Jan 24	Cosmos A	Hong Kong	South China Sea	23
91	1967	Oct 1	Offshore pipeline	USA	Off Louisiana	22
92	1973	Jun 22	Storage tank	USA	Schuylkill River, Pa	20
93	1961	Mar 29	Cavo Cambanos	Spain	Mediterranean Sea	20
94	1977	Aug 10	USSR 1	Turkey	Bosporus Strait	20
95	1975	Jan 12	Wuster Boshoe	South Africa	Indian Ocean	20
96	1967	Sep	R.C. Stoner		North Pacific	20
97	1975	Apr 4	Spartan Lady	USA	Atlantic Ocean	20
98	1993	Mar 6	Omsk-Irkutsk pipeline	Russia	West Siberia	20
99	1998	Nov 9	Spyros Lemos	Spain	Vigo	20
100	1974	Feb 14	Nan Hing	Hong Kong	South China Sea	19
101	1967	Oct	Giorgio Fassio	Angola	Atlantic Ocean	19
102	1985	Nov 4	Ray Richey well blowout	USA	Ranger, TX	18
103	1991	Jul 21	Kiki	Australia	Cervantes	18
104	1983	Nov 26	PNOC Basilan	Philipines	South China Sea	17
105	1970	Apr 17	Silver Ocean	South Africa	Durban	17
106	1980	Jan 16	Salem	Senegal	Atlantic Ocean	17
107	1958	May 9	Anahon	South Africa	Cape Town	16
108	1980	Mar 7	Tanio	France	Brittany	16
109	1966	Feb 28	Ann Mildred Brovig	Germany	North Sea	16
110	1979	Mar 2	Messiniaki Frontis	Greece	Crete	16
111	1970	Jan 31	Gezina Brovig	USA	Puerto Rico	15
112	1983	Nov 17	Storage tank - Shell refinery	Singapore	Pulau Bukom	15
113	1974	Jun 30	Al Dammam	Greece	Agioi Theodoroi	15
114	1976	Oct 4	LEGO Petrochem	USA	Off Louisiana	15
115	1955	Aug 30	Aramow	Philipines	South China Sea	15
116	1970	Nov 1	Marlena	Italy	Sicily	15
117	1981	Nov 21	Globe Assimi	Lithuania	Klaipeda	14
118	1969	Jan 28	Oil well blowout	USA	Santa Barbara	14
119	1975	May 29	Storage tank	USA	Hackensack, NJ	13
120	1990	Jun 8	Mega Borg	USA	Gulf of Mexico	13

جدول ١

رقم	سنة	تاريخ	الشيء المحدد	القاعدة	الموقع	(BBP)
121	1971	Dec) 2	Labuan Island well blowout	Iran	Persian Gulf	13
122	1968	Oct	Mamontus	Tanzania	Dar Es Salaam	13
123	1999	Dec) 12	Erika	France	Bay of Biscay	12
124	1975	Mar 28	Tank Ibn Zjoor	Brazil	Rio de Janeiro	12
125	1980	Oct 2	Offshore platform - Nasbeh 6	Saudia Arabia	Persian Gulf	12
126	1984	Oct 31	Puerto Rican	USA	San Francisco, CA	12
127	1975	Jan 6	Showa Maru	Malaysia	Strait of Malacca	12
128	1983	Jan 7	Storage tank	USA	Newark Bay, NJ	11
129	1987	Jun 23	Fuyoh Maru	France	Le Havre	11
130	1971	Jun 1	Santa Augusta	USA	Virgin Islands	11
131	1987	Jul 29	Blue Ridge	USA	Off Florida	11
132	1979	Jan 1	Corpoven well blowout	Venezuela	El Tigre	11
133	1978	Feb 4	Storage tank	USA	Los Angeles	11
134	1978	Jan 6	Brazilian Marina	Brazil	San Sebastiao	10
135	1988	Oct 10	Century Dawn	Singapore	Singapore Strait	10
136	1989	Oct 4	Pacifica	South Africa	Indian Ocean	10
137	1974	Oct 10	Tigan	Philipines	South China Sea	10
138	1977	Nov 2	Metsushima Maru No 3	Japan	Philippine Sea	10
139	1979	Apr 5	Fortune	Singapore		10
140	1975	Nov 12	Olympic Alliance	United Kingdom	English Channel	10
141	1979	Dec 25	Atlantic M.	Turkey	Adbas	10
142	1974	Sep 25	Eleftheria	Sierra Leone	Atlantic Ocean	10
143	1978	Jan 31	Storage tank transfer loss	USA	Arthur Kill, NJ	10
144	1990	Jun 25	Storage tank	Russia	Nefteyugansk	10
145	1996	Nov 23	Storage tank	Czech Republic	Litinov	10
146	1973	Aug 21	Oswego Guardian	South Africa	Indian Ocean	10
147	1990	Aug 6	Sea Spirit	Gibraltar	Straits of Gibraltar	9
148	1984	Jul 30	Alvenus	USA	Cameron, LA	9
149	1970	Feb 10	Oil well blowout - Chevron Main Pass	USA	Louisiana	9
150	1972	Sep 6	Pipeline rupture - Nipisi	Canada	Nipisi, Alberta	9
151	1978	May 6	Dent V	United Kingdom	Norfolk	9
152	1970	Feb 4	Arrow	Canada	Nova Scotia	8
153	1970	Dec 1	Offshore platform - Shell IDS	USA	Louisiana	8
154	1987	Oct 10	Ixtoc II Zapoteca	Mexico	Bahia de Campeche	8
155	1994	Mar 2	Oil well blowout	Uzbekistan	Fergana Valley	8
156	1972	Jan 1	General MT Maggo	USA	Juan de Fuca, WA	8

157	1992	Jun 1	Komineft Vozey pipeline	Russia	Ijhma	6
158	1977	Oct 29	Al-Rawdatain	Italy	Genoa	6
159	1965	Apr	Southern Cross	Algeria	Skikda	6
160	1990	Jun 28	Cheniki	Egypt	Suez Canal	6
161	1968	Mar 3	Ocean Eagle	USA	San Juan, Puerto Rico	6
162	1960	Sep 27	Sivand	United Kingdom	Humber Estuary	6
163	1993	Oct 1	Hunter Express	Korea	Yellow Sea	?
164	1972	Oct 29	Barge Ocean 80	USA	Arthur Kill, NJ	?
165	1974	Apr 7	Sea Spirit	USA	Los Angeles	?
166	1989	Jan 16	UMTB American Barge 283	USA	Off Alaska	?
167	1990	Dec 27	Kuybyshev-Perm pipeline	Russia	Connova	?
168	1967	Jan 18	Boris Fulmar	France	Dover Strait	?
169	1976	Oct 14	Boetsen	France	Atlantic Ocean	?
170	1980	Nov 22	Georgia	USA	Louisiana	?
171	1979	Mar 15	Kundalan	Canada	Nova Scotia	6
172	1997	Jan 2	Nakhodka	Japan	Japan Sea	6
173	1991	May 15	Fina Norvege	Italy	Sardinia	6
174	1979	Aug 6	Trinimar 327 well blowout	Venezuela	Guiria	6
175	1974	Feb 13	Sea Spray	Vietnam	South China Sea	6

جدول 1- حوادث بزرگ آلودگی نفتی در جهان

فصل دوم- مقابله در برابر آلودگی‌های نفتی

آلودگی‌های نفتی تا زمان وابستگی جوامع به نفت و محصولات وابسته به آن همچنان ادامه خواهد داشت. آلودگی‌های نفتی در نتیجه خطای انسانی و نقص مربوط به تجهیزات در هنگام تولید، حمل و نقل و ذخیره سازی نفت به وجود می‌آید. یکی از مسائل بسیار مهم در آلودگی‌های نفتی، تمرکز بر روش‌های جلوگیری از آلودگی‌های نفتی، روش‌های کنترل و پاکسازی آلودگی‌های نفتی می‌باشد.

سیستم یکپارچه شامل طرح‌های اقتضایی و مقابله با آلودگی‌های نفتی، می‌تواند باعث سرعت بخشیدن در مقابله با آلودگی‌های نفتی به طور مشخصی شود و شدت اثرات سوء در رابطه با آلودگی‌های نفتی را کاهش دهد. هدف طرح اقتضایی و مقابله با آلودگی‌های نفتی، هماهنگ سازی تمام جنبه‌های مربوط به وقوع آلودگی نفتی است که این طرح شامل توقف جریان آلودگی نفتی، جمع‌آوری مواد نفتی و پاکسازی آلودگی نفتی است.

منطقه‌ای که این طرح شامل آن می‌شود، می‌تواند از یک پایانه بزرگ نفتی تا تمام بخش ساحلی را شامل شود. آلودگی‌های نفتی، مانند آتش‌سوزی در جنگل و دیگر حوادث غیر منتظره زیست محیطی قابل پیش بینی نیستند و امکان وقوع این پدیده در هر زمان و در هر آب و هوایی وجود دارد. بنابراین، راه حل موثر در مقابله با آلودگی‌های نفتی آماده سازی در برابر حوادث غیر منتظره نفتی و توانایی انجام اقدام متقابل در سخت‌ترین شرایط است. این فصل به برنامه‌ریزی در مقابله با آلودگی‌های نفتی و نقش برنامه‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی در صنایع و دستگاه اجرایی می‌پردازد، این موضوعات شامل برنامه‌های مقابله با آلودگی نفتی که شامل فعال سازی طرح‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی، ساختار سازمان‌های مقابله کننده با آلودگی‌های نفتی، آموزش، تحقیق و مطالعه، تعیین نقاط حساس، سیستم‌های اطلاعاتی، بخش‌ها و سازمان‌های کمک کننده در هنگام وقوع آلودگی نفتی و نقش بخش خصوصی و دولتی در مقابله با آلودگی‌های نفتی را شامل می‌شوند.

عکس 11: حوادث آلودگی نفتی، ممکن است در شرایط بد آب و هوایی اتفاق بیافتد که این شرایط باید در طرح اقتضایی مقابله با آلودگی نفتی در نظر گرفته شود.

برنامه مقابله با آلودگی‌های نفتی

مطالعات بسیاری بر روی حوادث مهم نفتی از آغاز سال 1970 میلادی نشان می‌دهد که اثرات زیانبار حاصل از آلودگی‌های ناشی از حوادث غیر منتظره نفتی تنها به خاطر عدم امکانات و روش‌های خاص برای مقابله با آلودگی‌های نفتی نیست، بلکه در بیشتر موارد مربوط به کمبود سازماندهی و نبود متخصص در سازماندهی این حوادث غیر منتظره است. از آن زمان، طرح‌های مقابله با آلودگی نفتی توسعه پیدا کرده‌اند و امروزه در سطح وسیعی از کشورهای مختلف با منابع بین‌المللی و کارشناسان در حال اجرا است.

با توجه به اینکه آلودگی‌های نفتی ازنظر بزرگی لکه نفتی و اهمیت وقوع در درجه‌های مختلفی قرار دارند، برای سطوح مختلف از آلودگی‌های نفتی نیاز به برنامه‌های خاص می‌باشد. طرح‌های مقابله با آلودگی نفتی با توجه به امکانات و تاسیسات منطقه باید برنامه‌ریزی شود، مانند اسکله‌های نفتی که در این برنامه‌ریزی باید نزدیکترین منابع و سازمان‌ها در آن منطقه برای مقابله با آلودگی‌های نفتی را داشته باشند.

در این برنامه‌ریزی‌ها، برای داشتن بیشترین اثر بر روی آلودگی‌های نفتی باید نزدیکترین منابع و سازمان‌ها در آن منطقه برای مقابله با آلودگی نفتی را در نظر گرفت. در طرح‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی در استان‌ها و یا گاهی اوقات در سراسر کشور، تمرکز اصلی بر روی نقش‌ها و وظایف و به وجود آوردن بستر مناسب برای ایجاد همکاری بین سازمان‌های پاسخ گو می‌باشد.

بعضی از اصولی که امروزه در طرح‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی در نظر گرفته می‌شود در جدول شماره 2 فهرست شده است. مهمترین اهداف مقابله با آلودگی‌های نفتی شامل موارد زیر می‌باشد:

- فهرست افراد و سازمان‌هایی که بلافاصله پس از وقوع آلودگی نفتی باید مطلع شوند
- نمودار سازمانی افراد مسئول و فهرست وظایف آن‌ها، شرح تمام وظایفی که بلافاصله چند ساعت بعد از وقوع آلودگی نفتی باید انجام شود
- طرح‌های اجرایی برای مناطق خاص از لحاظ زیست محیطی
- شبکه اطلاعاتی برای اطمینان از هماهنگی لازم بین گروه‌های مختلف اجرای عملیاتی
- اولویت‌های حفاظتی برای مناطقی که تحت تاثیر آلودگی‌های نفتی قرار می‌گرفتند
- روش‌های عملیاتی برای کنترل و پاکسازی آلودگی‌های نفتی
- وسایل مرجع نقشه‌های تعیین حساسیت محلی و داده‌های تکنیکی مربوط به محل
- اقدام برای آگاهی عمومی و حفظ اطلاعات مربوط به حادثه
- فهرست موجود مربوط به موقعیت نگهداری و نوع وسایل و تجهیزات مربوط به آلودگی‌های نفتی
- تعیین روش کار خاص برای بعضی از آلودگی‌هاو استفاده از روش درخت تصمیم گیری برای مقابله با بعضی آلودگی‌های نفتی مثل استفاده از مواد دیسپرسنت و یا سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل

جدول 2- جزئیات مربوط به طرح اقتضایی

- 1- اقدامات اولیه
- واکنش‌های اولیه
- ارتباطات
- 2- سطوح واکنش
- واکنش در برابر سطوح مختلف
- 3- سازمان‌ها
- مسئولیت‌ها
- 4- گزارش دهی
- سیستم‌ها
- روش‌ها
- 5- اولویت‌های حفاظتی
- نواحی حساس
- منطقه ویژه
- 6- عملیات‌ها
- وظایف و نقش‌ها

- پایش و شناسایی
- گستردن تجهیزات
- ارتباطات
- نگهداری گزارشات
- روابط عمومی
- پایش خطوط ساحلی
- 7- فعالیت‌ها
- مراحل انجام فعالیت
- 8- روش مقابله
- مناطق تحت پوشش طرح مقابله با آلودگی
- ارزیابی ساحل و اقدامات متقابل
- روش‌های از بین بردن زائدات
- 9- سناریوها
- درخت تصمیم‌گیری
- سناریوها
- 10- تمرین‌ها
- مراحل مربوط به تمرین‌های مختلف
- 11- داده‌های اطلاعاتی
- نقشه‌ها
- اطلاعات تماس
- تجهیزات
- فهرست‌ها
- فروشندگان
- تدارکات

برای موثر بودن طرح، بعضی از جزئیات مربوط به هدف باید گاهی اوقات به طور آزمایش تکرار شوند. این آزمایشات بر اساس مقابله با آلودگی‌های نفتی به صورت فرضی انجام می‌گیرد. سطح این عملیات‌ها از آزمایشات رومیزی تا آزمایشات در مقیاس بزرگ انجام می‌گیرد. در این مانورها، وسایل مقابله با آلودگی نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند و آلودگی‌های نفتی به طور واقعی پاکسازی و جمع‌آوری می‌شوند. چنین روش‌هایی نه تنها باعث افزایش مهارت پرسنل مقابله با آلودگی نفتی خواهند شد، بلکه منجر به بهبود روش با توجه به ضعف و نقائص موجود خواهند شد.

فعال سازی طرح‌های اقتضایی مقابله با آلودگی‌های نفتی

روش کار در مقابله با آلودگی‌های نفتی با توجه به اینکه آلودگی نفتی در کجا اتفاق افتاده است، در طرح اقتضایی مقابله با آلودگی نفتی به طور مشخص شده است و مراحل کاربرد در برخورد با آلودگی نفتی شامل اعلام خطر و خبر دادن، ارزیابی و سنجش و تجهیز کردن، محدود کردن آلودگی نفتی و جمع‌آوری آن، از بین بردن آلودگی نفتی و کاهش دادن

و یا ذخیره سازی آن است. عملاً، بعضی از این مراحل با یکدیگر ادغام می‌شوند و به صورت مرتب پس از یکدیگر تکرار نمی‌شوند.

عکس12: بعضی از تجهیزات مقابله با آلودگی که در طی حادثه اکسون والدز (Exxon Valdez) مورد استفاده قرار گرفت، در عکس نشان داده شده است. این عکس، حجم زیادی از تجهیزات که در هنگام مقابله با این آلودگی‌ها باید مورد استفاده قرار گیرد را نشان می‌دهد.

عکس 13: انبار نگهداری تجهیزات مقابله با آلودگی (محیط زیست کانادا)

بسیاری از طرح‌های مقابله با آلودگی نفتی به صورت مرحله‌ای اجرا می‌شوند. اجرای طرح به صورت مرحله‌ای بدین معنی است که مقابله با آلودگی نفتی مرحله به مرحله با شدت گرفتن آلودگی نفتی اجرا می‌شود، که دلیل اجرای طرح به صورت مرحله‌ای به این خاطر است که در بسیاری از موارد در مراحل ابتدایی هنوز اهمیت و وسعت آلودگی نفتی هنوز به طور مشخص معلوم نیست. از مهمترین اولویت‌ها در مقابله با آلودگی نفتی، تعیین وسعت آلودگی نفتی و اثرات مربوط به آن است.

مطلع ساختن گروه مقابله با آلودگی نفتی و سازمان‌های مسئول در این زمینه، اولین اقدام در فعال سازی طرح مقابله با آلودگی نفتی است. گزارش آلودگی نفتی به سازمان تعیین شده در این زمینه صرفنظر از بزرگی و درجه اهمیت آلودگی نفتی از شرایط قانونی در حوزه اختیارات قانونی کشورهای کانادا، آمریکا و بسیاری از کشورهای دیگر است.

در مقابله با آلودگی نفتی، اولین اقدام انجام شده توسط پرسنل است که موقعیت محل را مورد ارزیابی قرار دهند و پس از انجام ارزیابی موقعیت برای کنترل، محدود کردن و کاهش اثرات زیست محیطی مربوط به آلودگی نفتی در اولین فرصت ممکن وارد عمل می‌شوند.

تا زمانی که تمام دستورات اصولی و ساختار عملیات درست باشد، تمام افرادی که در پروژه فعالیت می‌کنند، مسئولیت خود را مطابق با آموزش و هدف مورد نظر انجام می‌دهند، که این مسئله بر وجود یک برنامه‌ریزی دقیق و سطح بالای آموزش در مرحله اول مقابله با آلودگی نفتی تاکید می‌کند.

اولین قدم در مقابله با آلودگی نفتی، جلوگیری از جریان نفت می‌باشد که این اقدام به صورت همزمان و سریع همراه با اجرای طرح مقابله با آلودگی نفتی اجرا می‌شود.

در حوادث دریایی نظیر به گل نشستن کشتی، امکان توقف ریزش نفتی وجود ندارد، اگر چه به کمک پمپاژ نفت، مخزنی که دارای شکافتگی است به مخزن نفتی سالم و یا انتقال آن به بارج می‌توان میزان نشت مواد نفتی را کاهش داد. این عملیات ممکن است تا هفته‌ها طول بکشد و ممکن است عملیات به خاطر اوضاع بد آب و هوایی به تاخیر بیافتد. زمانی که گروه مقابله با آلودگی نفتی، توانستند جریان مواد نفتی را متوقف کنند، بعد از این مرحله نوبت به مهار آلودگی نفتی و جلوگیری از ورود آن به مناطق و انحراف آن از مناطق حساس زیست محیطی است.

از آنجایی که آلودگی نفتی بسیار خطرناک است، مسئله ایمنی در مرحله اولیه از مقابله با آلودگی نفتی موضوع بسیار مهمی است.

مورد اول، خصوصیات فیزیکی مربوط به منطقه عملیاتی است که باید کاملاً شناخته شده باشد. مورد دوم، بسیاری از محصولات نفتی که قابلیت اشتعال دارند و یا دارای اجزاء فرار و ترکیبات آتش گیر هستند.

ترکیبات نفتی به واسطه خصوصیات ذکر شده در مراحل اولیه مقابله با آلودگی نفتی، ممکن است باعث ایجاد انفجار و یا آتش‌سوزی شوند.

مورد سوم، در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی است، آلودگی‌های نفتی که در شب اتفاق می‌افتند، امکان مقابله با آلودگی‌ها در هنگام شب باعث ایجاد خطر برای گروه مقابله با آلودگی خواهد شد.

روش به کار گرفته، برای مقابله با آلودگی‌های نفتی از حادثه‌ای به حادثه دیگر و یا چگونگی وقوع یک حادثه و مدت زمانی که برای انجام پروژه مورد احتیاج است، کاملاً متفاوت خواهد بود. عملیات مقابله با آلودگی‌های نفتی کوچک در حدود چند ساعت به وقت احتیاج دارد. در صورتی که برای آلودگی‌های نفتی بزرگتر به منظور ارزیابی خطوط ساحلی بعد از عملیات پاکسازی در حدود چندین هفته به زمان نیاز خواهد بود.

آموزش

کیفیت برنامه آموزشی در ایجاد یک برنامه عملیاتی موثر در مقابله با آلودگی نفتی بسیار مهم است. پرسنل درگیر در پروژه مقابله با آلودگی نفتی در تمام سطوح نیازمند آموزش در مورد استفاده از تجهیزات مهار و پاک کننده آلودگی نفتی هستند. برای کاهش خسارات در طول عملیات، آموزش ایمنی به شکل عمومی نقش بسیار تعیین کننده‌ای خواهد داشت. در کشور آمریکا، افرادی که در طرح‌های مقابله با آلودگی نفتی فعالیت دارندنیازمند گذراندن در حدود 40 ساعت دوره آموزش ایمنی قبل از شروع به فعالیت در زمینه پاکسازی آلودگی نفتی هستند.

آموزش‌های تکمیلی و جدید برای به روز کردن اطلاعات در این زمینه ضروری است. روش‌های آموزشی برای مقابله با آلودگی‌های نفتی نیازمند به تجهیزات سمعی و بصری و شبیه‌سازی به شکل کامپیوتری است که به کمک این نرم‌افزارها و ابزارهای کمکی مسئله آموزش بسیار موثر و واقع گرایانه پیش خواهد رفت.

عکس 14: تجهیزاتی که پهن کردن آن‌ها به سرعت انجام می‌گیرد و این تجهیزات بر روی کامیون قرار گرفته‌اند.

ساختار سازمانی در مقابله با آلودگی نفتی

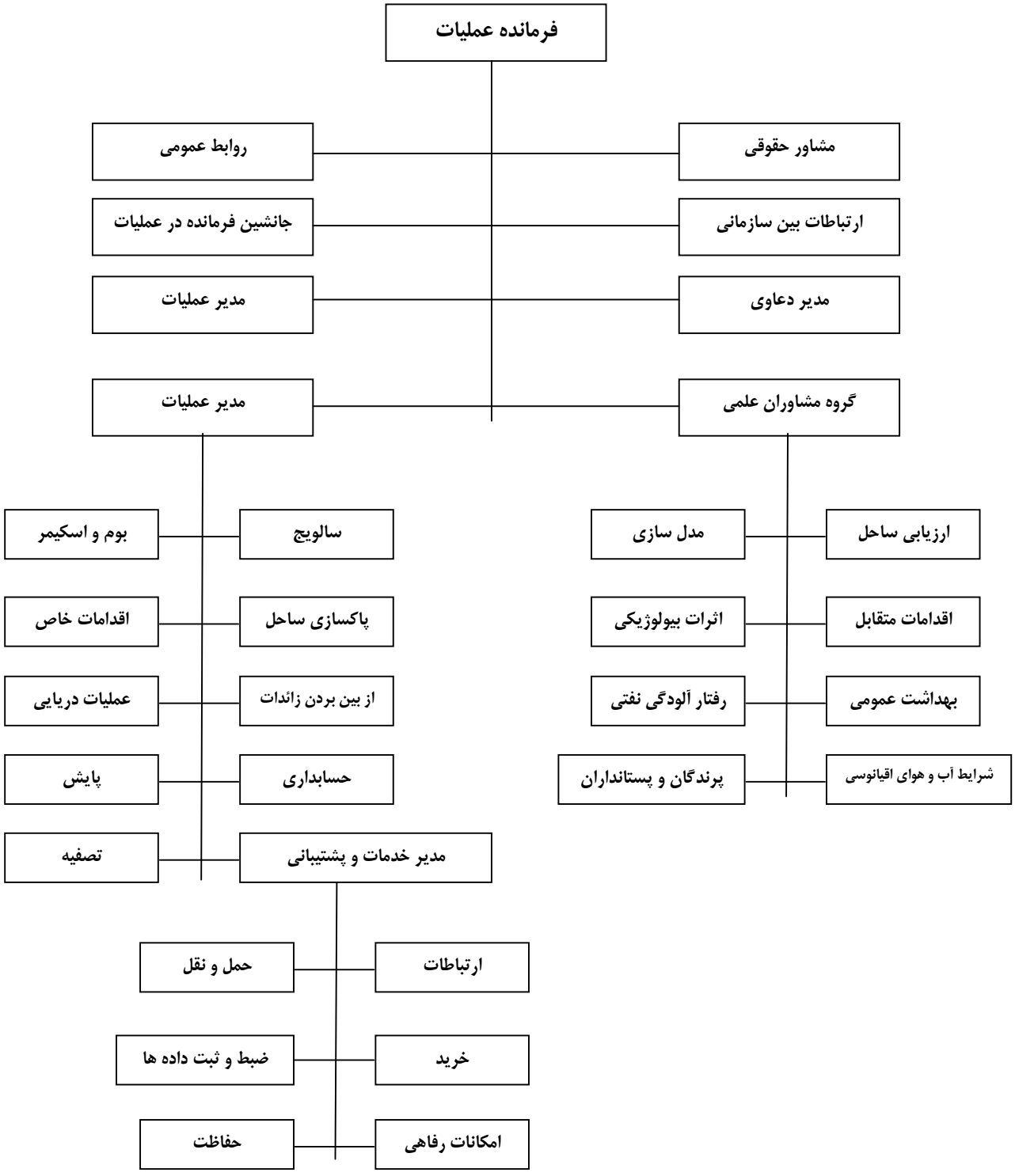
در بیشتر طرح‌های اقتضایی مقابله با آلودگی نفتی، ساختار سازمانی پاسخگو به طور کامل مشخص شده است، بنابراین نقش‌ها و سلسله مراتب دستورات قبل از وقوع حادثه به طور مشخص تفهیم شده است. فرمانده در صحنه عملیات OSC[5] به عنوان سرپرست عملیات باید ماهر و دارای تجربه کافی در زمینه عملیات مقابله با آلودگی نفتی باشد. فرمانده عملیات، مسئولیت تمام تصمیمات اصلی در محل وقوع حادثه را خواهد داشت. این شخص باید توانایی ایجاد هماهنگی و ترتیب در جنبه‌های مختلف عملیاتی را داشته باشد. گروه آموزش دیده مقابله با آلودگی نفتی که وظایف آن‌ها به طور مشخصی در طرح تعیین شده، فرمانده عملیات را همراهی می‌کنند. همیشه در حدود یک یا چند نفر به عنوان نیروی پشتیبان برای جابجایی شیفت‌ها و به عنوان جایگزین فرمانده عملیات انتخاب می‌شوند.

یک نمونه ساختار سازمانی در شکل چهارم نشان داده شده است. ساختار رایج امروزی سیستمی به نام سیستم کنترل حادثه ICS[6] که شبیه ساختار موجود در شکل چهارم است، اما در این ساختار از عناصر مشترک برای ایجاد یکپارچگی در سازمان به منظور سهولت در عملیات مقابله با آلودگی نفتی در مناطقی است، که کمتر شناخته شده‌اند. سیستم یکپارچه

---

[5] On-Scene Commander

[6]



شکل 4- یک نمونه از ساختار سازمان مقابله کننده با آلودگی نفتی

کنترل UCS[7] شبیه به سیستم ICS است، تنها در سیستم UCS از شرکت‌ها و استان‌های درگیر با طرح مقابله آلودگی نفتی استفاده می‌شود.

به هم پیوستن این نیروها به طرح باعث افزایش امکانات مقابله با آلودگی نفتی خواهد شد و از تکرار عملیات به منظور کارایی بیشتر برای حذف آلودگی نفتی جلوگیری خواهد کرد. موقعیت در طرح‌های عملیاتی مقابله با آلودگی‌های نفتی و ساختارهای سازمانی اصولاً بر اساس سطوح بکارگیری نیروی آموزش دیده و کارایی خود طرح مقابله با آلودگی نفتی است.

آموزش، میزان تجربه و سطح توانایی نیروی آموزش دیده، توانایی کارگروهی از مسائل مهم و تعیین کننده درموقعیت یک طرح اقتضایی مقابله با آلودگی نفتی است. توجه و تلاش برای پیشرفت طرح یکی از مسائل مهم در موفقیت طرح به حساب می‌آید. همچنین گروه مقابله با آلودگی نفتی باید آمادگی مقابله با حجم‌های مختلف ازآلودگی نفتی و همچنین سازگاری با شرایط محیطی را داشته باشند و در پایان در مراحل مختلف اجرای طرح تمام امکانات باید در دسترس و آماده بکارگیری در مراحل مختلف طرح باشد.

اطلاعات پشتیبانی و تهیه نقشه مناطق حساس

در طرح مقابله با آلودگی‌های نفتی باید نقشه و اطلاعات منطقه‌ای تحت پوشش عملیات مشخص باشد، که این اطلاعات شامل جمع‌آوری داده‌های مطالعات قبلی و نقشه‌های تهیه شده بر اساس مناطق حساس است. همانطور که در جدول سوم نشان داده شده، نقشه‌های تهیه شده براساس مناطق حساس، حساسیت‌های بیولوژیکی و فیزیکی منطقه‌ای که تحت تاثیر آلودگی‌های نفتی هستند، را مورد توجه قرار می‌دهند.

[۷] Unified Command System

عکس 15: کار گروه مقابله با آلودگی در حال بحث و حل مشکل در خصوص آلودگی نفتی

عواملی که باید در نظر گرفته شوند، شامل تمرکز حیات وحش مثل پستانداران، پرندگان و ماهی‌ها؛ تسهیلات رفاهی مثل سواحل بازسازی شده؛ عوامل طبیعی مانند جریان‌های آبی و سدهای شنی و انواع خطوط ساحلی از جمله عواملی هستند که توجه به آن‌ها در مقابله با آلودگی‌های نفتی بسیار مهم است. بیشتر نقشه‌های حساسیت منطقه‌ای بر اساس سیستم اطلاعات جغرافیایی[8] تعریف می‌شوند. این سیستم بر اساس نقشه ترکیبی یا بر اساس لایه‌های مختلف اطلاعاتی تنظیم می‌شود. لایه‌های مختلف اطلاعاتی به پرسنل مشغول در بخش مقابله با آلودگی نفتی اجازه به روز کردن اطلاعات به شکل سریعتری را می‌دهد.

جزئیات اطلاعات به صورت جدول در سیستم اطلاعات جغرافیایی نگهداری می‌شوند. نقشه‌های حساسیت محلی، قابلیت یکپارچگی با مدل‌های لکه نفتی برای تعیین اثرات آلودگی نفتی بر محیط زیست را دارا هستند. نوع دیگر از مطالعات که باید در نقشه‌های حساسیت منطقه‌ای لحاظ شوند شامل: ویژگی‌های منطقه مورد نظر، مطالعه بر روی استفاده از بوم‌ها (کمربندهای شناور) برای محدود کردن آلودگی نفتی در یک منطقه خاص، اطلاعات در مورد جزر و مد منطقه، جریان‌ها، الگوی امواج آب، آب و هوا و بادهای متداول در منطقه، اطلاعات مربوط به خط ساحلی، احتمال وقوع آلودگی نفتی و جمع‌آوری داده‌های مربوط به گذشته، تعیین نقاط مشخص برای از بین بردن زائدات باقیمانده مواد نفتی،

[8] Geographic information System

آمار وسایل موجود برای اقدام متقابل در برابر آلودگی نفتی و اطلاعات در مورد پرسنل پاکسازی آلودگی نفتـی، مطالعـه جزئیات در مورد وسایل پشتیبانی و طرح‌هایی که به حمل تجهیزات به منطقه کمک می‌کند

جدول 3- عوامل مرتبط با نقشه‌های حساسیت

1- زیست بوم

موقعیت فصلی

پرندگان

پستانداران

ماهی

گیاهان

منابع طبیعی مهم

2- مسائل زیست محیطی

تالاب

ذخیره گاه

جریان‌های آب

3- خطوط ساحلی

حساسیت‌های خطوط ساحلی

انواع گیاهان منطقه

4- کنترل آلودگی نفتی

جابجایی بوم‌ها

موقعیت تجهیزات

تعیین نقاط برای اقدامات پیشگیرانه

اولویت‌های پاکسازی نقاط

5- محافظت از منابع

ورودیهای آب

سواحل تفریحی

پارک و ذخیره گاه‌ها

تله‌های ماهیگیری و حوضچه‌ها

مزارع پرورش ماهی

مناطق باستانی

6- دارائی‌هایی فیزیکی

جاده

سدها

شناورها

سیستم‌های ارتباطی

سیستم‌های ارتباطی در عملیات‌های مربوط به آلودگی‌های نفتی بسیار مهم هستند. ارتباط گروه عملیاتی با سیستم فرماندهی از لحاظ پیشبرد عملیاتی و ایمنی باید به طور ثابت برقرار باشد. گروه عملیاتی باید دو فرستنده رادیویی VHFوUHF را در اختیار داشته باشند. فرکانسهای مخصوص باید به کارکنان کشتی که وظیفه مقابله با آلودگی نفتی را دارند، اختصاص داده شود. محدوده این فرکانسهای رادیویی براساس محدوده منطقه عملیاتی است اما عموماً کمتر از 30 کیلومتر را شامل می‌شود. بعضی از سازمان‌ها که وظیفه مقابله با آلودگی‌ها را بر عهده دارند، با ایجاد ایستگاههای مخابراتی از پوشش کامل منطقه اطمینان حاصل می‌کنند. گاهی اوقات با توجه به حجم آلودگی‌های نفتی از ارتباطات مستقیم ماهواره‌ای استفاده می‌شود. در آلودگی‌های بزرگ نفتی شبکه محلی به سرعت شلوغ می‌شود، اگر چه تلفن همراه وسیله قابل اطمینانی نسبت به سیستم‌های ارتباط رادیویی نیست، با ایجاد هماهنگی با شرکت مخابرات در هنگام وقوع آلودگی‌های بزرگ نفتی چندین خط به پست فرماندهی اختصاص داده می‌شود. استفاده از فرستنده‌های رادیویی و دورنگار در کشتی‌هایی که مسئول مقابله با آلودگی‌های نفتی هستند، وجود دارد.

پیش بینی‌ها در به کارگیری تجهیزات در هنگام وقوع آلودگی نفتی بر اساس داده‌های اطلاعاتی در مورد تجهیزات و هماهنگی برای حمل آن‌ها توسط حمل هوایی و یا ریلی به منطقه وقوع آلودگی نفتی است.

عکس 16: در طرح‌های اقتضایی مقابله با آلودگی باید حضور رسانه‌های گروهی و خبرنگاران که در اولین ساعات آلودگی حضور پیدا می‌کنند، در نظر گرفته شود.

همکاری شرکت‌ها در طرح‌های مقابله با آلودگی نفتی

در بسیاری از شرکت‌ها در زمینه آلودگی‌های نفتی فعالیت می‌کنند، گروه مشخصی برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی وجود ندارد. همکاری چند شرکت که در یک زمینه فعالیت می‌کنند، باعث ادغام منابع و امکانات و همچنین کارشناسان شرکت‌ها خواهد شد. همکاری چند شرکت هم از نظر مالی و کار آمدی طرح‌ها بسیار موثر خواهد بود. کارکنان اصلی آموزش دیده، باید همیشه در دسترس باشند. بقیه افراد گروه مقابله با آلودگی‌های نفتی در مواقع ضروری از شرکت‌های همکار که در همسایگی هستند تامین می‌شوند. شرکت‌هایی که با یکدیگر همکاری دارند در مواقع بروز آلودگی نفتی از لحاظ تجهیزات، افراد آموزش دیده و کارشناس به یکدیگر خدمات می‌دهند.

همکاری بخش‌ها با یکدیگر برای مقابله با آلودگی‌های نفتی بسیار متفاوت است، به طور معمول از ده نفر نیروی کار به صورت تمام وقت و تجهیزاتی با ارزش چند میلیون دلار و منطقه تحت پوشش که در حدود چند هزار متر مربع است، تشکیل می‌شود.

در سال‌های اخیر، بسیاری از شرکت‌های بزرگ در قالب همکاری، طرح‌های مقابله با آلودگی نفتی که حتی یک کشور را پوشش می‌دهد بر عهده گرفته‌اند.

در کشور کانادا ECRC[9] و در آمریکا، MSRC[10] و NRC[11] چنین وظایفی را بر عهده دارند. این شرکت‌ها در حدود 300 کارمند به صورت تمام وقت دارند و ارزش تجهیزات این شرکت‌ها بیش از صد میلیون دلار می‌باشد. چنین شرکت‌های بزرگی برای مقابله با آلودگی‌های نفتی در کشورهای انگلستان، سنگاپور و مالزی نیز وجود دارد.

سازمان‌های خصوصی و دولتی در مقابله با آلودگی‌های نفتی

در آمریکای شمالی، بسیاری از شرکت‌های خصوصی وظیفه مقابله و پاکسازی آلودگی‌های نفتی را بر عهده دارند. وظایف این شرکت‌ها معمولاً یدک‌کشی، عملیات نجات کشتی‌های صدمه دیده و غرق شده دردریا، پاکسازی زائدات مربوط به آلودگی‌های نفتی یا وظیفه نگهداری از تجهیزات مقابله با آلودگی‌های نفتی را بر عهده دارند.

بسیاری از این شرکت‌ها با شرکت‌های دیگر، قرارداد دارند و به آن‌ها خدمات ارائه می‌دهند. گاهی اوقات شرکت‌های خصوصی از طریق آگهی نیروی جدید برای عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی استخدام می‌کنند.

تجهیزات مربوط به پاکسازی معمولاً در مناطق محلی و منطقه‌ای نزدیک به طرح عملیاتی قرار دارد. سازمان‌های دولتی مقابله کننده با آلودگی نفتی به عنوان مثال گارد ساحلی، وظیفه نگهداری ازوسایل و تجهیزات مقابله با آلودگی نفتی و آموزش نیروی کار را بر عهده دارد.

مقابله با آن دسته از آلودگی‌های نفتی که هیچ گروه یا سازمانی مسئولیت آن را بر عهده نمی‌گیرد ویا تا زمانی که تمام امکانات و تجهیزات برای مقابله با آن به وجود آید بر عهده گارد ساحلی است. گارد ساحلی در کانادا و آمریکا در مورد

---

[9] Eastern Canada Response Corporation
[10] Marine Spill Response Corporation
[11] National Response Corporation

نفت‌کش‌هایی که در حین تخلیه و یا در مورد کشتی‌های غرق شده در دریا، سریعاً واکنش نشان می‌دهد، در این حوادث بخش خصوصی نمی‌تواند کاری انجام دهد.

سازمان‌های دولتی، مسئولیت پایش آب‌های منطقه به منظور اطمینان از کامل بودن عملیات پاکسازی و کاهش خطرات زیست محیطی مربوط به آب‌های منطقه را بر عهده دارند.

امکانات سازمان‌های دولتی نقش مهمی در عملیات مقابله با آلودگی نفتی دارد، امکانات مربوط به این بخش شامل کارشناسان علمی، آزمایشگاه‌های در محل و همچنین پایش منطقه‌ای برای اندازه‌گیری پارامترهای مربوط به ایمنی و سلامت آب‌های منطقه می‌باشد.

در بعضی از موارد وقوع آلودگی نفتی به خصوص در آلودگی‌های بزرگ نفتی، داوطلبین نقش مهمی در عملیات مقابله با آلودگی نفتی دارند. نیروهای داوطلب، آموزش دیده هستند و موافقت خود را برای همکاری را اعلام کرده‌اند.

عکس 17: **گروه مربیان که نشان می‌دهند، یک اسکیمر کوچک چگونه کار می‌کند؟**

بازگشت هزینه‌ها

اغلب سازمان‌های مقابله با آلودگی، اکنون بر اساس طرح‌های بازگشت هزینه‌ها فعالیت دارند و هزینه‌های خدمات خود را ازشرکت‌های مالک آن‌ها، مشتریان استفاده کننده از خدمات، سازمان‌های همسایه یا کشورهای غیر عضو مطالبه می‌کنند. .

تمامی شرکت‌های حمل نفت تحت پوشش نوعی بیمه هستند، که امکان اجرای عملیات مقابله با آلودگی را تحت مفهوم بازگشت هزینه‌ها ممکن می‌سازد. این شرکت‌های بیمه اغلب کارشناسانی در اختیار دارند که بر اجرای عملیات پاکسازی به شیوه‌ای مقرون به صرفه نظارت می‌کنند. همچنین توافقنامه‌ای بین‌المللی وجود دارد که تضمین می‌کند، مالکان تانکرها تحت پوشش بیمه هستند و حداقل استانداردهای مشخص برای پاکسازی آلودگی نفتی رعایت می‌شود.

جزئیات مربوط به طرح اقتضایی مقابله با آلودگی نفتی

اولین مرحله مقابله

اقدامات اولیه

برقراری تماس

روش‌ها

سطح واکنش مقابله

اقدام برای مراحل مختلف

سازماندهی

مسئولیت‌ها

اطلاع رسانی

سیستم‌ها

روش‌ها

اولویت‌های حفاظتی

مناطق بحرانی

مناطق حساس

داده‌های اطلاعاتی

نقشه‌ها

برقراری ارتباط

تجهیزات

فهرست‌ها

فروشندگان تجهیزات

فراهم کردن تجهیزات

داده‌های با میزان حساسیت بالا

تجهیزات کمکی

تکنولوژی/دانش

امکانات و تجهیزات

وظایف و مسئولیت‌ها

طرح‌های اقتضایی مقابله با آلودگی نفتی شامل

اطلاعات مربوط به نقش افراد مسئول در پروژه، اولویت‌ها و اطلاعات مربوط به وقوع حادثه نفتی است. ساختار سازمان‌های مقابله کننده با آلودگی‌های نفتی، متفاوت است. اما وظایف آن‌ها براساس عملکرد، دانش و ارتباط با عموم تعیین شده است. تهیه نقشه مناطق حساس براساس نقشه اکوسیستم منطقه که بر اثر آلودگی نفتی آسیب می‌بینند، از جمله فعالیت‌های مهم قبل از مقابله با آلودگی نفتی است.

فصل سوم- انواع نفت و ویژگی‌های مربوط به آن‌ها

نفت، واژه‌ای عمومی است که طیف وسیعی از مواد مختلف طبیعی مانند گیاهان، جانوران، مواد معدنی و همچنین گستره‌ای از ترکیبات سنتزی را تشکیل می‌دهد. انواع مختلفی از نفت بسته به صدها جزء اصلی و هزار جزء فرعی آن وجود دارد. هر شکلی از نفت یا محصولات نفتی ویژگی‌های خاص خود را دارا است. این ویژگی‌ها، بر رفتار لکه نفتی و اثرات زیست محیطی آن بر موجودات زنده اثر می‌گذارد. این ویژگی‌ها همچنین در میزان بازدهی عملیات پاکسازی نفت تاثیر گذار هستند. در این کتاب به طور خاص به نفت خام و محصولات مشتق شده از آن پرداخته شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مربوط به این نفت‌ها در این فصل توضیح داده می‌شود.

ترکیبات نفت

نفت خام محدوده‌ای از ترکیبات هیدروکربنی فرار و سبک تا ترکیبات غیر فرار و سنگین را تشکیل می‌دهد. ترکیبات نفت بستگی به منطقه تشکیل و زمین شناختی منطقه مورد نظرمتفاوت است. خصوصیات زمین شناختی منطقه بر ویژگی‌های نفت تاثیر گذار است. به عنوان مثال نفت خامی که از ترکیبات سنگین تشکیل شده است، ویسکوزیته و دانسیته بالاتری را دارا می‌باشد. محصولات نفتی مانند بنزین و سوخت دیزل از ترکیبات کمتری تشکیل شده‌اند، بنابراین ویژگی‌های مربوط به این ترکیبات تغییرات کمتری را نشان می‌دهد.

عناصر اساسی تشکیل دهنده ترکیبات هیدروکربنی، کربن و هیدروژن هستند. نفت همچنین شامل مقادیر مختلف گوگرد، نیتروژن، اکسیژن و گاهی اوقات نمکهای معدنی به علاوه عناصر کم مقدار مانند نیکل، وانادیوم و کروم می‌باشد.

به طور کلی هیدروکربن‌های موجود در نفت بر اساس ساختار آن‌ها تعیین می‌شوند. ساختار هیدروکربن‌های اشباع موجود در نفت، اولفین‌ها، آروماتیک‌ها و ترکیبات قطبی هستند که بعضی از این ترکیبات در شکل پنجم نشان داده شده است.

گروههای اشباع در نفت اصولاً از ترکیبات آلکان تشکیل شده‌اند، که این آلکان‌ها پیوند بین کربن و هیدروژن با بالاترین ظرفیت اتم هیدروژن در اطراف اتم کربن هستند و واژه اشباع بدین معنی است که اتم‌های کربن به واسطه اتم‌های هیدروژن اشباع شده‌اند.

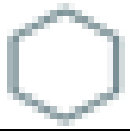
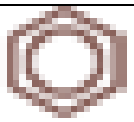
دسته‌ای دیگر از گروه‌های اشباع سیکلوآلکان‌ها هستند، که از پیوند کربن و هیدروژن در داخل حلقه تشکیل شده‌اند. گروه‌های بزرگتر مربوط به ترکیبات اشباع تحت عنوان ترکیبات مومی[12] شکل هستند. اولفین‌ها جزء ترکیبات غیر اشباع هستند، در ترکیبات اولفین حداقل یک پیوند دوگانه کربن- کربن وجود دارد، که جایگزین دو اتم هیدروژن شده است. ترکیبات اولفین به طور مشخص در محصولات پالایشی وجود دارند. ترکیبات آروماتیک از یک حلقه شش کربنی تشکیل شده‌اند که سه پیوند دو گانه کربن- کربن در این حلقه باعث پایداری آن می‌شود. به خاطر این پایداری حلقه‌های بنزن بسیار پایدار هستند و اثرات سمی بر محیط زیست دارند. از دیگر ترکیبات فرار موجود در نفت

[12] Waxes

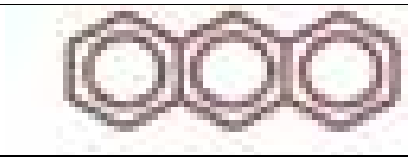
BTEX[13] (بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن) است. هیدروکربن‌های پلی آروماتیک PAHs[14] از دو حلقه بنزنی تشکیل شده‌اند، که هیدروکربن‌های پلی آروماتیک از حدود 0 تا 60 درصد ترکیبات نفتی را شامل می‌شوند. ترکیبات قطبی به دلیل داشتن پیوند با بعضی از ترکیبات گوگرد، نیتروژن و اکسیژن، باردار هستند. قطبیت در مولکول‌ها سبب بعضی از ویژگی‌ها در آن‌ها نسبت به ترکیبات غیر قطبی خواهد شد. در صنایع نفتی، کوچکترین ترکیبات قطبی تحت عنوان رزین[15] نامیده می‌شوند، که از ویژگی‌های این ترکیبات می‌توانیم به چسبندگی آن‌ها اشاره کنیم.

گروههای بزرگتر ترکیبات قطبی آسفالتین‌ها[16] هستند، دلیل نامگذاری آن‌ها به این دلیل می‌باشد که آن‌ها درصد زیادی از ترکیبات آسفالت که در ساخت جاده مورد استفاده قرار می‌گیرد، را تشکیل می‌دهند.

شکل 5: ترکیبات شیمیایی در داخل مواد نفتی

گروه	گروه فرعی	مثالی از ترکیب
اشباع	آلکان	بوتان
		هگزان
	سیکلو آلکان هگزان	
	تتراهیدرونفتالین	
	موم	آلکان بلند
آروماتیک	Btex (بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلن)	 بنزن تولوئن
پلی آروماتیک هیدروکربن	PAH پلی آروماتیک هیدروکربن	نفتالین

[13] Benzene,Toluene,Ethylbenzene,Xylene
[14] Polyaromatic Hydrocarbons
[15] Resin
[16] Asphaltenes

	فنانترن	
ترکیبات قطبی	تیول -SH	دکانومرکاپتان
	آسفالتین	ترکیبات قطبی بسیار بزرگ

آسفالتین‌ها، گاهی اوقات مولکول‌های بزرگی را تشکیل می‌دهند و در صورت وجود درصد زیاد از این ترکیبات در داخل نفت، اثر بسیار مشخصی بر رفتار لکه نفتی خواهند گذاشت، که این مسئله در فصل چهارم مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه به بررسی وضعیت انواع آلودگی‌ها و نحوه پاکسازی آن پرداخته خواهد شد.

انواع آلودگی‌ها

- بنزین- مورد استفاده در اتومبیل‌ها
- سوخت دیزل- مورد استفاده در کامیون، قطار و اتوبوس‌ها
- نفت خام سبک[17]
- نفت خام سنگین[18]
- سوخت کشتی
- سوخت بانکر، مثل بانکر C که باقیمانده سوخت حاصل از تولید بنزین و سوخت دیزل در پالایشگاه‌ها و نیروگاه‌های سوختی می‌باشد.
- نفت خام به صورت امولسیون مثل امولسیون نفت خام در آب

ترکیبات هیدروکربنی موجود در این نمونه نفت‌ها در جدول 4 مشاهده می‌شود.

ویژگی‌های نفت

ویژگی‌های نفت بر اساس ویسکوزیته، دانسیته، چگالی، حلالیت، نقطه آتش گیری، نقطه ریزش، تقطیر اجزایی، کشش بین سطحی و فشار بخار تعریف می‌شود. جدول پنجم شامل ویژگی‌های مواد نفتی مورد بحث در این کتاب است.

ویسکوزیته

ویسکوزیته، مقاومت سیال در برابر جاری شدن می‌باشد، هر چه ویسکوزیته کمتر باشد، تمایل سیال برای جاری شدن بیشتر می‌باشد، به عنوان مثال آب در برابر عسل از ویسکوزیته پایین‌تری برخوردار است و به آسانی جریان پیدا می‌کند. هر چه ویسکوزیته نفت بر اساس اجزاء سبک و سنگین موجود در ترکیب آن تعریف می‌شود. ترکیب

[17] Light Crude Oil
[18] Heavy Crude Oil

درصد بیشتر از اجزاء سبک تر، مثل ترکیبات اشباع و درصد پائین ترکیبات آسفالتین باعث کاهش ویسکوزیته خواهد شد. دما بر میزان ویسکوزیته اثر گذار خواهد بود. دمای پایین باعث بالا رفتن ویسکوزیته خواهد شد. برای بیشتر نفت‌ها، ویسکوزیته به صورت تابع لگاریتمی دما تغییر پیدا می‌کند.

جدول 4- نمونه ترکیبات موجود در مواد مختلف نفتی و مشتقات آن

گروه	دسته بندی	بنزین	دیزل	نفت خام سبک	نفت خام سنگین	IFO	بانکر C
ترکیبات اشباع		50تا60	65تا95	55تا90	25تا80	25تا35	20تا30
	آلکن	45تا55	35تا45				
	سیکلوآلکان	5	30تا50				
	موم		0تا1	0تا20	0تا10	2تا10	5تا15
	اولفین	5تا10	0تا10				
	آروماتیک	25تا40	5تا25	10تا35	15تا40	40تا60	30تا50
	BTEX	15تا25	0. 5تا2. 0	1. 0تا2. 5	0. 01تا2. 0	0. 05تا1. 0	0. 001تا1. 0
	PAHs		0تا5	10تا30	15تا40	40تا60	30تا50
	ترکیبات قطبی		0تا2	1تا15	5تا40	15تا25	10تا30
	رزین		0تا2	0تا10	2تا25	10تا15	10تا20
	آسفالتین			0تا10	0تا20	5تا10	5تا20
	فلزات			30تا 250	100تا500	100تا1000	100تا2000
	گوگرد	0. 02	0. 01تا0. 05	0تا2	0تا5	0. 5تا2. 0	2تا4

کاهش دما، باعث کاهش ویسکوزیته نفت و کاهش حرکت نفت جاری خواهدشد. در پاکسازی آلودگی نفتی، ویسکوزیته نفت نقش مهمی دارد. نفت‌هایی که میزان ویسکوزیته بالاتری دارند و به راحتی نمی‌توانند در خاک نفوذ کنند و به وسیله پمپ و اسکیمرها به راحتی می‌توان با آلودگی نفتی مقابله کرد.

دانسیته

دانسیته، جرم وزنی از حجم مشخصی از نفت است، که به طور نمونه به صورت گرم بر متر مکعب g/m3بیان می‌شود. این ویژگی در صنایع نفتی برای تشخیص سبک و سنگین بودن نمونه نفتی استفاده می‌شود. میزان دانسیته همچنین برای نشان دادن اینکه نمونه نفتی بر روی آب شناور می‌ماند و یا در آب غوطه‌ور می‌شود بسیار مهم است. از آنجایی که دانسیته آب در دمای 15°C در حدود 1g/m3. 0 و دانسیته نفت در حدود 0g/m3. 99تا 0. 7 است، بنابراین بیشتر نفت‌ها برروی آب شناور هستند. از آنجایی که دانسیته آب دریا در حدود 1g/m3. 03 است، بیشتر نفت‌های سنگین بر روی آب دریا از دست دادن اجزاء سبک بر اثر تبخیر افزایش پیدا می‌کند.

عکس 18: این عکس نشان دهنده، نفت بانکر C است که در حدود 25 سال پس از ریزش آن دچار هوازدگی شدید شده است. این آلودگی نفتی به وسیله امواج شسته و به سمت ساحل حرکت کرده است.

گاهی اوقات، وقتی که دانسیته نفت ار آب دریا بیشتر می‌شود، نفت به ته دریا رفته که معمولاً غرق شدن لکه نفتی در آب دریا کمتر اتفاق می‌افتد، اگر چه در بعضی از نمونه نفت‌های رسوبی مانند بانکر C، این پدیده رخ مـی‌دهـد، که معمولاً از هر 1000 حادثه نفتی، در حدود 25 مورد چنین حادثه‌ای اتفاق می‌افتد.

وزن مخصوص (چگالی نسبی) نشان دهنده دانسیته نسبی نفت در آب در دمای C °15 را نشان می‌دهد.

از دیگر مقیاس‌های اندازه‌گیری چگالی، مقیاسی قراردادی است که موسسه نفت آمریکا[19] API بر اسـاس دانسـیته آب خالص که به طور قراردادی بر اساس مقدار 10 درجه تعیین می‌شود. نفت‌هایی که چگالی کمتری دارنـد، دارای درجه API بالاتری هستند. فرمول زیر برای محاسبه درجه API به کار می‌رود.

$$\text{API gravity} = [141.5 \div (\text{density at } 15.5^{\circ}\text{C})] - 131.5$$

[19] American Petroleum Institute

جدول 5- نمونه ویژگی‌های مواد نفتی

ویژگی	واحد	بنزین	دیزل	نفت خام سبک	نفت خام سنگین	IFO	بانکر C	امولسیون نفت خام
ویسکوزیته	Mpa. S در 15درجه سانتیگراد	5 .0	2	5 تا50	50 تا 50000	1000 تا 15000	10000 تا 50000	20000 تا 100000
دانسیته	g/ml	72 .0	84 .0	78 .0 تا 0. 88	88 .0 تا 1. 00	94 .0 تا 99 .0	96 .0 تا 1. 04	95 .0 تا 1. 0
نقطه اشتعال	سانتیگراد	-35	45	30 تا - 30	60 تا 30-	100 تا80	>100	>80
درجه API		65	35	30 تا50	10 تا30	10 تا20	5 تا 15	10 تا 15
کشش بین سطحی	Mn/m در15درجه سانتیگراد	27	27	10تا30	15 تا30	25 تا30	25 تا 35	
اجزاء حاصل از تقطیر	% تقطیر شده در 100 درجه سانتیگراد 200درجه سانتیگراد 300درجه سانتیگراد 400درجه سانتیگراد	70 30	1 15 تا 40 85 45 تا 85	2 تا 15 2 تا 25 30 تا 60 25 تا 75	1 تا10 2 تا 5 15تا 45 30 تا 40	2 تا 5 15 تا 25 30 تا 40	2 تا 5 5 تا 15 15 تا 25	
ترکیبات باقیمانده غیر مرتبط				15 تا 55	25 تا 75	60 تا 70	75 تا 85	

عکس 19: **نفت به شکل امولسیونی با میزان ویسکوزیته و دانسیته بالا**

عکس 20: **نفت بانکر C، با میزان دانسیته و ویسکوزیته بالا که در فاضلاب ریخته شده است**

نفت‌هایی با میزان دانسیته بالا دارای درجه API پایینی هستند. در کشور آمریکا قیمت محصولات نفتی بر اساس درجه API سنجیده می‌شود، این پارامتر برای دیگر محصولات نفتی هم صدق می‌کند.

عکس 21: نفت سبک که از زیر لایه‌های زمین نشت می‌کند. نفت نشت شده بر روی آب، یک حالت شین (sheen) رنگین کمانی دارد که نشان دهنده این مطلب است که اجزاء سبکتر آن وجود دارند.

حلالیت

حلالیت در آب معیاری برای حلالیت نفت در ستون آبی است. حلالیت فرآورده‌های نفتی از معیارهای بسیار مهم است به دلیل اینکه بسیاری از اجزاء قابل انحلال مواد نفتی در آب برای موجودات آبزی خطرناک است.

میزان حلالیت مواد نفتی در آب بسیار کم است و در حدود 100ppm می‌باشد که این مقدار حدوداً برابربا حل شدن 0.65 گرم ازشکر در یک لیوان آب است.

نقطه اشتعال خودبخود

نقطه اشتعال خودبخود نفت، دمایی است که در آن بخارات مایع آمادگی مشتعل شدن در برابر شعله آزاد را دارا هستند. تمام مایعاتی که نقطه اشتعال خودبخود در آن‌ها کمتر از 60^{o} C است، قابلیت اشتعال خودبخود دارند. بعضی از ترکیبات نفتی به خصوص زمانی که دچار هوازدگی نشده‌اند، بسیار آتشگیر هستند مانند بنزین، این مواد تحت هر شرایط دمایی مشتعل می‌شوندکه خطرات زیادی را به دنبال خواهند داشت.

ترکیبات فرار موجود در نفت خام تا یک روز بر اثر تبخیر باعث اشتعال نفت خواهند شد. نفت‌های خام سنگین و نفت بانکر C زمانی که به صورت آلودگی نفتی بر روی آب ریخته می‌شوند به طور خودبخود قابلیت اشتعال ندارند. از دیگر ویژگی‌های نفت می‌توانیم به نقطه ریزش یا نقطه میعان نفت، یعنی پایین‌ترین درجه حرارتی که نفت ریخته شده در آب پایین‌تر از درجه حرارت محیط باشد، تمام نفت به هنگام نشت انعقاد پیدا کرده و جمع‌آوری و کنترل آن ساده‌تر خواهد بود. نقطه میعان، رفتار لکه نفتی در محیط زیست را پیش بینی می‌کند به عنوان مثال نفت‌هایی که دارای موم[20] بیشتری هستند، نقطه میعان پایین‌تری دارند و پخش شدن آن‌ها برروی آب دریا به آهستگی صورت می‌گیرد و دمای مشخصی تبخیر می‌شوند.

تقطیر جزء به جزء

نفت ترکیبی است از هیدروکربن‌های مختلف که هر جزء آن در درجه حرارت معینی از نفت خام جدا می‌شود. به طور کلی موادی که در فشار اتمسفر از نفت خام جدا می‌شوند، عبارتند از گاز طبیعی در دمای کمتر از 20^{o} C، بنزین در دمای بین 20 تا 200^{o} C، نفت سفید، روغن‌های حرارتی، سوخت جت در دمای بین 200 تا 345^{o} C، گازوئیل و روغن‌های سبک و سنگین در دمای بین 345 تا 540^{o} C و بالاخره سایر روغن‌های سبک و سنگین در دمای بالاتر از 540^{o} C از نفت خام جدا می‌شوند. که این اطلاعات بیشتر مورد استفاده در پالایشگاه‌های نفت است.

از دیگر موارد استفاده از این اطلاعات می‌توانیم به اثرات زیست محیطی این ترکیبات اشاره کرد. به عنوان مثال در دمای 100^{o} C در حدود 170% از بنزین بخار می‌شود، در صورتی که در همین دما در حدود 5% از نفت خام و خیلی کمتر از آن مقدار نفت بانکرC تبخیر می‌شوند. اجزاء تقطیر شده نفت خام بستگی به ترکیبات و خصوصیات فیزیکی نفت دارد. کشش بین سطحی بین مولکول‌های آب ونفت نشان دهنده، نیروی دافعه و جاذبه بین مولکول‌های سطحی آب و نفت است. ویسکوزیته و کشش سطحی نشان دهنده میزان پراکندگی نفت بر روی آب است. هر چه کشش بین سطحی آب و نفت کمتر باشد، مقدار نفت بیشتری بر روی آب پراکنده می‌شود.

کشش بین سطحی همراه با ویسکوزیته اندازه‌گیری می‌شود. میان کشش بین سطحی به تنهایی نشانگر نوع پراکندگی نفت در آب نخواهد بود.

فشار بخار نفت نشان دهنده پراکندگی اجزاء نفتی در فاز بخار و یا مایع است چون در حالت تعادل، غلظت مولکول‌ها در فاز بخار ثابت است، فشار بخار نیز ثابت خواهد بود.

فشار هر بخار در حالت تعادل با مایع خود در دمای معین را فشار بخار تعادل آن مایع می‌نامیم. فشار بخار هر مایع، تابع دماست و با بالا رفتن دما افزایش پیدا خواهد کرد. به دلیل متغیر بودن فشار بخار در نفت‌های مختلف این ویژگی بر میزان هوازدگی نفت‌ها تاثیر گذار خواهد بود. تعیین فشار بخار مواد نفتی، کار مشکلی است و استفاده از این روش درآزمایشات آلودگی‌های نفتی چندان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

---

[20] Waxy

ارتباط خصوصیات مواد نفتی

با توجه به اینکه ارتباط زیادی بین خصوصیات مواد نفتی وجود دارد. استفاده از رابطه بین خصوصیات مواد نفتی باید با دقت کامل انجام پذیرد، چون در بعضی از مواقع نمونه‌های نفتی از لحاظ ترکیبات شیمیایی کاملاً با یکدیگر متفاوت هستند.

به عنوان مثال دانسیته بسیاری از ترکیبات نفتی بر اساس ویسکوزیته آن‌ها پیش بینی می‌شود برای بعضی از نمونه‌های نفت، این معیار اندازه‌گیری ایجاد اشکال خواهد کرد.

به عنوان مثال ویسکوزیته نفت‌های مومی شکل بسیار بیشتراز آن مقداری است که توسط دانسیته آن‌ها بدست می‌آید. معادلات مختلفی برای تعیین یک نوع ویژگی ماده نفتی بر اساس ویژگی‌های دیگر وجود دارد، اما کاربرد آن‌ها باید با دقت صورت پذیرد، چون در بعضی از مواقع استثنائاتی وجود دارد.

فصل چهارم- اثرات آلودگی نفتی در محیط زیست

زمانی که آلودگی نفتی در دریا ویا خشکی به وجود می‌آید، طی مراحل مختلف تغییر شکل آلودگی نفتی به وجود می‌آید، که این پدیده مربوط به رفتار لکه نفتی می‌باشد. دو مرحله تغییر شکل در این فصل بررسی می‌شود. که اولین پدیده مربوط به هوازدگی است و شامل فرایندهای فیزیکی و شیمیایی است، که باعث تغییر ویژگی نفت خواهد شد. دومین پدیده مربوط به فرایند جابجایی لکه نفتی در محیط زیست می‌باشد. مدل سازی لکه نفتی نیز مربوط به فرایند جابجایی لکه نفتی خواهد بود. امکان وقوع پدیده هوازدگی و جابجایی لکه نفتی با یکدیگر نیز وجود خواهد داشت. هوازدگی لکه نفتی تحت تاثیر حرکت آلودگی نفتی در محیط زیست خواهد بود. این فرایندها بستگی به نوع آلودگی نفتی نشت پیدا کرده و شرایط آب و هوایی در طول وقوع آلودگی نفتی خواهد داشت.

سرنوشت لکه نفتی

کاربردی‌ترین روش بعد از وقوع آلودگی نفتی جستجوی روش موثر در حذف آلودگی نفتی و اثرات زیست محیطی آن می‌باشد. به طور مثال، زمانی که مواد نفتی به سرعت تبخیر می‌شوند، مسئله پاکسازی آلودگی نفتی چندان جدی به نظر می‌رسد، و باعث ورود هیدروکربن‌های نفتی به جو و متعاقباً آلودگی هوا خواهد شد. لکه‌های بزرگ نفتی می‌توانند همراه با جریان‌های دریایی به ساحل رسیده و بر جمعیت پرندگان دریایی و زیستگاه فوک وشیرهای دریایی اثرات منفی بگذارند. از سوی دیگر هدایت لکه‌های نفتی به سمت دریا و تجزیه آلودگی‌های نفتی به صورت طبیعی در دریا اثرات زیست محیطی کمتری را در بر خواهند داشت.

در حقیقت سرنوشت و اثرات لکه‌های نفتی، به طور کامل با نوع نفت و شرایط زیست محیطی و زمان وقوع آلودگی نفتی رابطه مستقیم دارد. برای مقابله با اثرات آلودگی‌های نفتی باید سرنوشت نهایی نفت پس از ریزش، را به طور کامل در نظر داشته باشیم، که بتوانیم برای کاهش اثرات آن به طور کلی اظهار نظر کنیم.

پدیده هوازدگی[21]

تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نفت، اندکی پس از ریخته شدن آن در آب با سرعت‌های مختلف بسته به نوع مواد نفتی اتفاق می‌افتد.

هر دو فرایند هوازدگی و سرعت واکنش بستگی به نوع نمونه نفتی و شرایط زیست محیطی دارند. فرایند هوازدگی در دماهای بالا اتفاق می‌افتد و دمای پایین نزدیک به صفر باعث کاهش سرعت این فرایند خواهد شد. مراحل هوازدگی شامل تبخیر، امولسیون شدن، پراکندگی طبیعی، انحلال، فوتواکسیداسیون، رسوب کردن، چسبندگی به مواد، بر هم کنش با مواد معدنی، تجزیه زیستی و تشکیل گلوله‌های قیری شکل[22] است.

پدیده‌های عنوان شده براساس درجه اهمیت و اثر آن‌ها بر میانگین توده جرمی باعث کاهش در میزان درصد وزنی مربوط به لکه نفتی خواهند شد.

---

[۲۱] Weathering
[۲۲] Tarball

عکس 22: عملیات پاکسازی مواد نفتی بانکر C که دچار هوازدگی شدیدی شده‌اند، در کشور موزامبیک را نشان می‌دهد

تبخیر[23]

تبخیر، مهمترین فرایند هوازدگی می‌باشد. این پدیده اثر زیادی بر مقدار نفت باقی مانده بر روی آب و یا خشکی خواهد داشت. در طول مدت زمان چندین روز، ترکیبات سبک نفتی مانند بنزین به طور کامل تبخیر می‌شوند، در حالیکه در همین حالت درصد کمی از نفت بانکر C تبخیر می‌شود. سرعت تبخیر ترکیبات نفتی مختلف در شکل ششم آورده شده است.

سرعت تبخیر مواد نفتی، اصولاً بستگی به ترکیبات موجود در آن دارد. بیشترین سرعت تبخیر در ترکیبات نفتی مربوط به اجزاء فرار موجود در نمونه نفتی است.

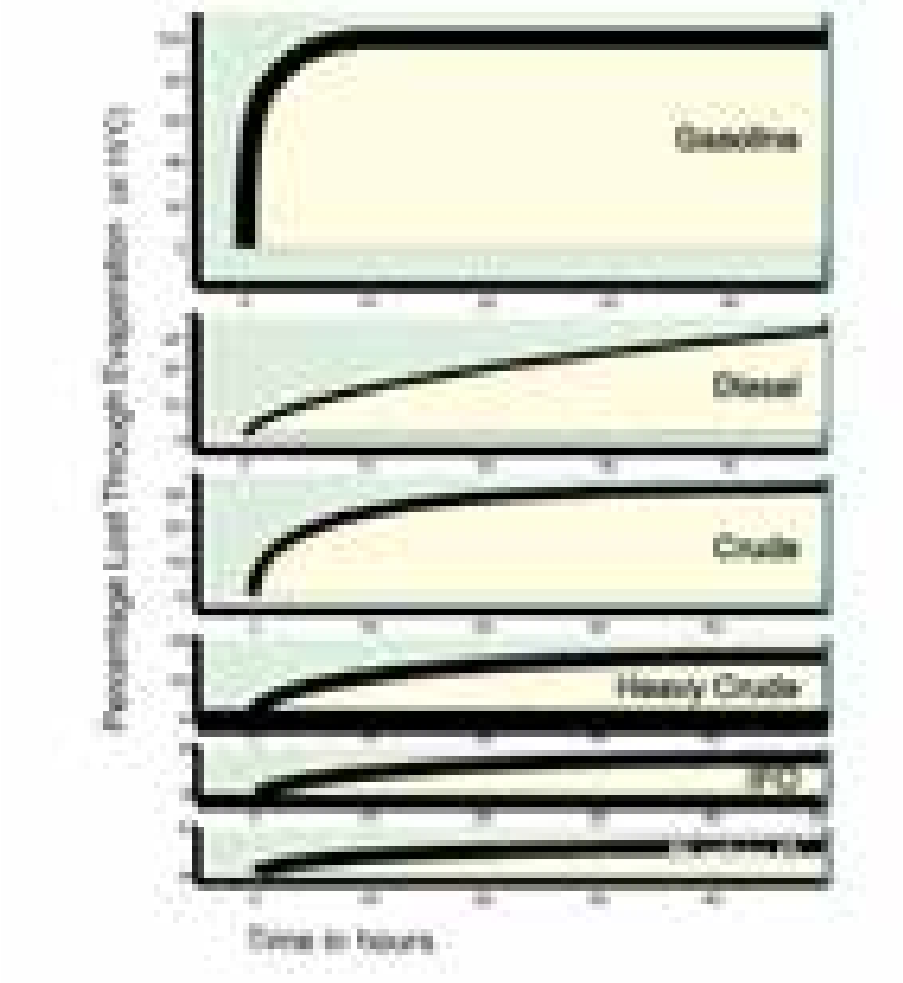
بیشتر اجزاء سنگین نفت در مدت زمان طولانی و دمای بالا تبخیر نمی‌شوند. تبخیر نفت و ترکیبات آن بسته به میزان وزش باد در سطح آب و سطح مکانی منطقه کاملاً متفاوت می‌باشد.

تبخیر نفت به طور قابل ملاحظه‌ای با ایجاد پوسته[24] بر روی سطح نفت کاهش پیدا می‌کند، اصولاً این اتفاق در آلودگی‌های نفتی بر روی خشکی اتفاق می‌افتد. پوسته نفتی زمانی ایجاد می‌شود که اجزاء سبکترنفتی تبخیر می‌شوند و

---

۲۳ Evaporation
۲٤ Crust

اجزاء سنگین‌تر مانند موم و یا رزین در سطح آب باقی می‌مانند، این پدیده باعث جلوگیری از تبخیر نفت باقی مانده خواهد شد. پس از بررسی دوباره بر روی نفت‌های استاندارد حاصل از آلودگی‌های نفتی گذشته، به این نتیجه رسیدند که با تشکیل پوسته بر روی لایه‌های زیرین تبخیر نخواهند شد، در صورتی که در انواع نفت‌های دیگر تبخیر تا سخت شدن لایه نفتی ادامه پیدا خواهد کرد. سرعت تبخیر بلافاصله بعد از وقوع آلودگی نفتی افزایش پیدا خواهد کرد و بعد از آن به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت، در حدود 80 درصد از میزان تبخیر در اولین روز وقوع آلودگی‌های نفتی اتفاق می‌افتد، که در شکل شماره ششم مشاهده می‌کنید. تبخیر بیشتر نمونه‌های نفتی نمودار لگاریتمی با زمان دارد. تبخیر در بعضی از نمونه‌های نفتی مانند سوخت دیزل، در روزهای اول به صورت جذری از زمان صورت می‌گیرد و این مسئله نشان می‌دهد که سرعت تبخیر در دو حالت، خیلی سریع کاهش پیدا خواهد کرد. با افزایش میزان تبخیر، ویژگی‌های نفت، به طور کامل تغییر پیدا می‌کند. با تبخیر در حدود 40% وزنی از نفت، ویسکوزیته آن در حدود 1000 برابر، دانسیته در حدود 10 درصد و نقطه اشتعال در حدود 400 برابر افزایش می‌یابد، ادامه پیدا کردن فرایند تبخیر در تعیین دیگر ویژگی‌های نفت در مدت زمان مشخص پس از ریزش آلودگی نفتی و تغییر خصوصیات نفت موثر خواهد بود.



شکل 6 : میانگین تبخیر برای مواد نفتی مختلف در دمای 15 درجه سانتیگراد

عکس 23: تصویر هوایی مواد نفتی که به شکل شین (sheen) و امولسیون بر روی آب به وجود آمده‌اند.

امولسیون شدن[25]

امولسیون شدن، شامل فرایند پراکندگی مایعی در مایع دیگر به شکل قطره‌ای می‌باشد. قطرات آب در لایه‌های نفتی به صورت ثابت باقی مانده و ماده به وجود آمده کاملاً متفاوت خواهد بود. امولسیون‌های آب در نفت گاهی اوقات به نام موس یا موس شکلات به دلیل شباهتشان به این دسر نامیده می‌شوند.

فرایند تشکیل امولسیون هنوز به طور کامل مشخص نیست، اما احتمال شروع این فرایند با ورود قطرات آب با اندازه 10تا 25 Φm در حدود 0. 010تا 0. 025 میلی متر) با نیروی امواج دریا به داخل لکه نفتی اتفاق می‌افتد. اگر مقدار ویسکوزیته نفت کم باشد، قطرات آب که وارد لکه نفتی می‌شوند به سرعت از آن خارج نمی‌شوند. در حالت دیگر در صورتی که مقدار ویسکوزیته نفت بالا باشد، قطرات آب به راحتی اجازه ورود به داخل لکه نفتی را پیدا نمی‌کنند. آسفالتین و رزین موجود در ترکیبات نفتی باعث پایداری امولسیون خواهند شد. امولسیون با میزان پایداری کم اندکی، پس از فرایند تبخیر به وجود می‌آید. تبخیر باعث کاهش مقدار ترکیبات آروماتیک با وزن سبک و همچین افزایش میزان ویسکوزیته تا نقطه بحرانی خواهد شد. وجود آب در نفت به چهار شکل اتفاق می‌افتد، ابتدا، بیشتر نفت‌ها در حدود

[25] Emulsification

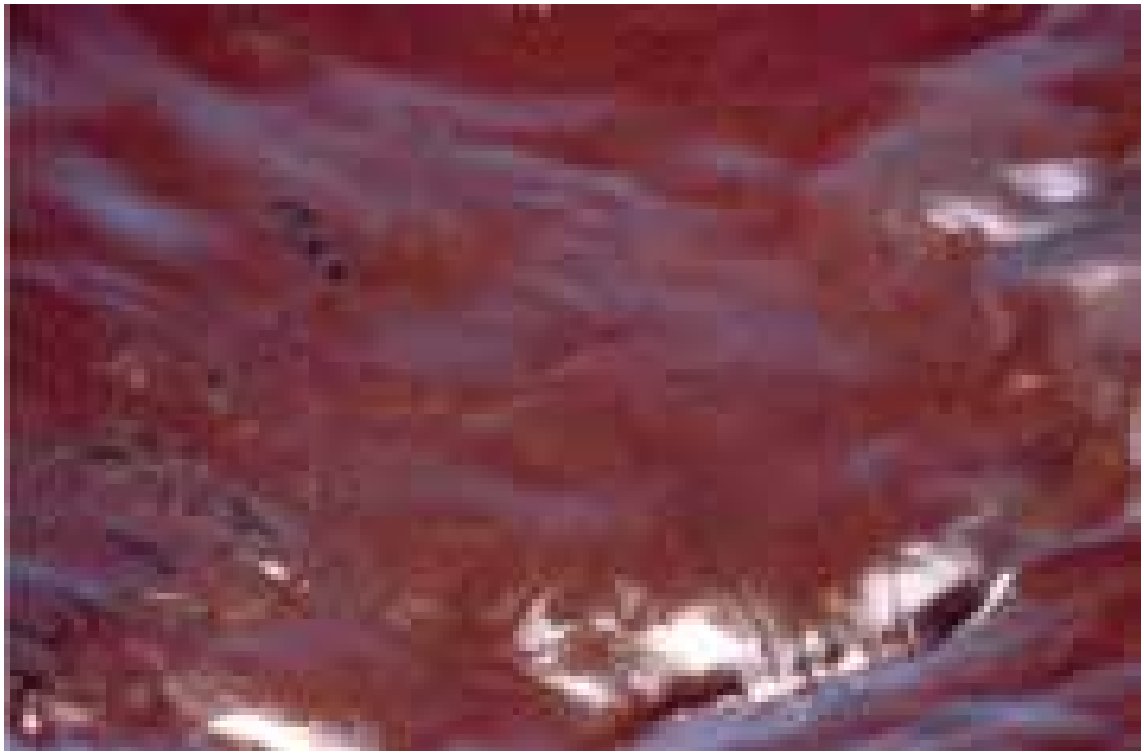
1% وزنی آب در داخل خود به صورت محلول دارند و آب موجود در نفت باعث تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خواهد شد. دومین حالت، قطرات آب شکل ناپایدار امولسیونی براساس ویسکوزیته نفت می‌باشند، این شکل از امولسیون‌ها بر اساس به هم پیوستن قطرات آب با نفت در دریا براساس حرکات امواج به وجود می‌آیند. امولسیون‌های ناپایدار در مدت چند دقیقه و یا چند ساعت به وسیله انرژی امواج در داخل آب شکسته می‌شوند. وجود آب در امولسیون‌های ناپایدار با چشم غیر مسلح قابل رویت می‌باشد. سومین حالت وجود آب در داخل نفت به صورت امولسیون‌های نیمه پایدار [26] می‌باشد.

عکس 24: تصویر نزدیک از مواد نفتی به شکل امولسیونی که به صورت لکه‌های نفتی بر روی آب قرار گرفتند.

تشکیل این امولسیون‌های نیمه پایدار بر اساس ویسکوزیته و بر هم کنش سطحی بین آسفالتین و رزین موجود در نفت می‌باشد برای وقوع این پدیده آسفالتین و رزین موجود در نفت باید کمتر از 3 درصد وزنی باشند و ویسکوزیته امولسیون‌های نیمه پایدار نفتی باید در حدود 20تا 80 برابر بیشتر از نفت اولیه باشد. امولسیون‌های نیمه پایدار، مایعاتی با ویسکوزیته بالا با رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای و یا سیاه هستند. حالت چهارم وجود آب در داخل نفت به صورت امولسیون‌های پایدار می‌باشد. امولسیون‌های شبیه به امولسیون‌های نیمه پایدار می‌باشد. با این تفاوت که نفت موجود در امولسیون در حدود 8 درصد وزنی آسفالتین دارد. ویسکوزیته امولسیون‌های پایدار در حدود 500 تا 800 برابر بیشتر از نفت اولیه می‌باشد و امولسیون‌ها پس از تشکیل در حدود هفته‌ها و یا ماه‌ها ثابت باقی می‌مانند. امولسیون‌های پایدار به

[۲۶] Semi or mesostable emulsion

رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای و به شکل تقریباً جامد به وجود می‌آیند و به دلیل ویسکوزیته بالا و حالت نزدیک به جامد، این امولسیون‌ها، نمی‌توانند در داخل سطح آب پراکنده شوند و به شکل کلوخه‌ای و جامد در سطح آب و یا نزدیک سواحل باقی خواهند ماند.



عکس 25: تصویر نزدیک از امولسیون مواد نفتی به شکل نیمه جامد

تشکیل امولسیون یکی از پیشامدهای مهم در وقوع آلودگی نفتی می‌باشد که اولین و مهمترین علت آن را می‌توانیم افزایش حجم آلودگی نفتی بیان کنیم. بیشتر امولسیون‌های نفتی در حدود 70 % آب را در بر می‌گیرند که این حجم آب باعث افزایش حجم آلودگی نفتی در حدود 3 برابر خواهد شد، علاوه بر این مسئله ویسکوزیته نفت در حدود 1000 برابر افزایش پیدا خواهد کرد که البته این مسئله بستگی به نوع تشکیل امولسیون خواهد داشت، به عنوان مثال نفتی که ویسکوزیته‌ای در حدود روغن موتور دارد در طی فرایند امولسیون شدن حدود 3 برابر افزایش حجم پیدا خواهد کرد و تقریباً به شکل جامد در می‌آید. افزایش در میزان حجم و ویسکوزیته باعث مشکل شدن عملیات پاکسازی آلودگی نفتی خواهد شد.

عکس 26: مواد نفتی به شکل امولسیون که در طی حادثه انفجـار IXTOC در مکزیـک در سـال 1979 میلادی ایجاد شد. در این حادثه بخش فرار مواد نفتی ایجاد شده، آتش گرفتند.

نفت‌هایی که به صورت امولسیون در می‌آیند به سختی پراکنده می‌شوند و برای بازیافت نفت‌های امولسیون شده توسط اسکیمر و یا برای سوزاندن آن‌ها در محل لازم است که ابتدا مواد نفتی توسـط مـواد شـیمیایی پراکنـده کننـده خـاص پراکنده شدند تا جمع‌آوری آن‌ها توسط اسکیمر و یا سوزاندن آن‌ها سریع‌تر صورت بگیرد. پدیده‌هـایی ماننـد هـوازدگی، اکسید شدن، فرایند (انجماد- ذوب) [27]باعث شکست امولسیون‌ها به نفت و آب می‌شوند. امولسیون‌های نیمه پایـدار بـه راحتی شکسته می‌شوند و به نسبت امولسیون‌های پایدار که برای شکست آن‌ها در حدود ماه‌ها و یا سـال‌هـا بـه شـکل طبیعی وقت نیاز است. تشکیل امولسیون در سرنوشت لکه نفتی اثر خواهد گذاشت. باید به ایـن نکتـه توجـه شـود کـه تشکیل امولسیون‌های پایدار و نیمه پایدار باعث کاهش عمل تبخیر به طور قابل ملاحظه‌ای خواهند شد، همچنین پدیده امولسیون شدن از انحلال ترکیبات قابل انحلال نفت در آب جلوگیری خواهد کرد.

پراکندگی طبیعی[28]

پراکندگی طبیعی بر اثر انتقال ذرات آب در داخل ستون آبی به وسیله امواج و جریان‌های گردابی اتفاق می‌افتد. قطـرات کوچک نفت (کمتر از 20Φm یا 0mm. 02) در داخل آب به صورت پایدار هستند و درمـدت زمـان‌هـای طـولانی در داخل آب ثابت باقی می‌مانند، قطرات بزرگتر (بیشتر از 100Φm) در داخل ستون‌های آبی در حـدود چنـد ثانیـه پایـدار

[۲۷] Freeze-thaw
[۲۸] Natural Dispersion

هستند که این پایداری بستگی به انرژی دریا و شرایط نفت ریخته شده در دریا خواهد داشت. پراکندگی طبیعی ممکن است به صورت غیر مشخص اتفاق بیافتد و حجم وسیعی از آلودگی نفتی را از بین ببرد. در سال 1993 میلادی، نفت ریخته شده از کشتی به نام Braer به طور کامل در دریای آزاد اسکاتلند پراکنده شد، که این مسئله به زمان وقوع آلودگی نفتی و طبیعت قابل پراکندگی، نفت در دریا باز می‌گردد.

عکس 27: **تصویر نزدیک از نفت خام سبک که به صورت طبیعی بر روی سطح آب پراکنده شده است و رنگ آن به صورت قهوه‌ای – زرد است.**

پراکندگی طبیعی، به دو عامل خصوصیات نفت و انرژی امواج در دریا بستگی دارد. نفت‌های سنگین مانند نفت بانکر C و یا نفت‌های سنگین دیگر به صورت طبیعی قابلیت پراکنده شدن در آب را نخواهند داشت، در حالی که نفت‌های سبک و سوخت دیزل در صورتی که اجزاء اشباع آن‌ها بالا و ترکیبات آسفالتین و رزین آن‌ها پائین باشد، به آسانی پراکنده می‌شوند. به علاوه نیروی امواج در پراکندگی آلودگی‌های نفتی نقش مهمی را ایفا می‌کنند، در طول 30 سال انجام مطالعات پایش آلودگی نفتی در اقیانوس‌ها، درمواردی که پراکندگی نفت به صورت طبیعی انجام می‌گیرد، انرژی امواج در آن دریاها بسیار بالا بوده است. سرنوشت نهایی نفت‌های پراکنده شده به طور کامل مشخص نیست، ممکن است به اجزاء اصلی تشکیل دهنده شان تجزیه شوند و یا به سطح آب باز گردند و تشکیل لکه‌های نفتی جدید را بدهند و گاهی اوقات ممکن است این لکه‌های نفتی به همراه رسوبات در ته دریا ته‌نشین شوند.

انحلال[29]

در طی مرحله انحلال، بعضی از ترکیبات محلول نفت در آب دریا حل می‌شوند، که مواد حل شونده در آب دریا شامل ترکیبات مولکولی با وزن مولکولی پائین و بعضی از ترکیبات قطبی (رزین‌ها) است. با توجه به اینکه انحلال نفت در داخل آب بسیار کم صورت می‌گیرد، انحلال اثر چندانی بر تعادل وزنی آلودگی نخواهد داشت.

مهمترین اثر انحلال مربوط به ترکیبات آروماتیک و سمی است که بر زندگی آبزیان اثر گذار خواهد بود. اگر آلودگی نفتی در آب‌های کم عمق و با میزان غلظت بالا اتفاق بیافتد، باعث مرگ تعداد زیادی ازآبزیان خواهد شد. بنزین و سوخت دیزل و نفت‌های خام سبک مهمترین اثر سمیت بر آبزیان را خواهند داشت. نفت‌هایی که دچار هوازدگی شدید شده‌اند، قابل انحلال در آب نیستند. در دریاهای آزاد، وجود هیدروکربن‌ها در ستون آبی منجر به مرگ جانداران دریایی نخواهد شد. انحلال بلافاصله پس از وقوع آلودگی نفتی اتفاق می‌افتد، و سرعت انحلال بلافاصله پس از انحلال اجزاء قابل حل به سرعت پایین می‌آید.

عکس 28: **دریاهای ناآرام باعث انحلال و پراکندگی مواد نفتی در آب خواهد شد.**

فوتو اکسیداسیون

فوتو اکسیداسیون، باعث تغییر در ترکیبات نفت خواهد شد. پدیده فوتواکسیداسیون بر اثر تابش خورشید بر سطح لکه نفتی و ترکیب اکسیژن و کربن و تشکیل محصولات جدید که ممکن است یکی از آن‌ها رزین باشد، اتفاق می‌افتد. رزین‌های ایجاد شده ممکن است تا حدی در آب قابل حل باشند و یا تشکیل امولسیون در آب را دهند. واکنش انواع

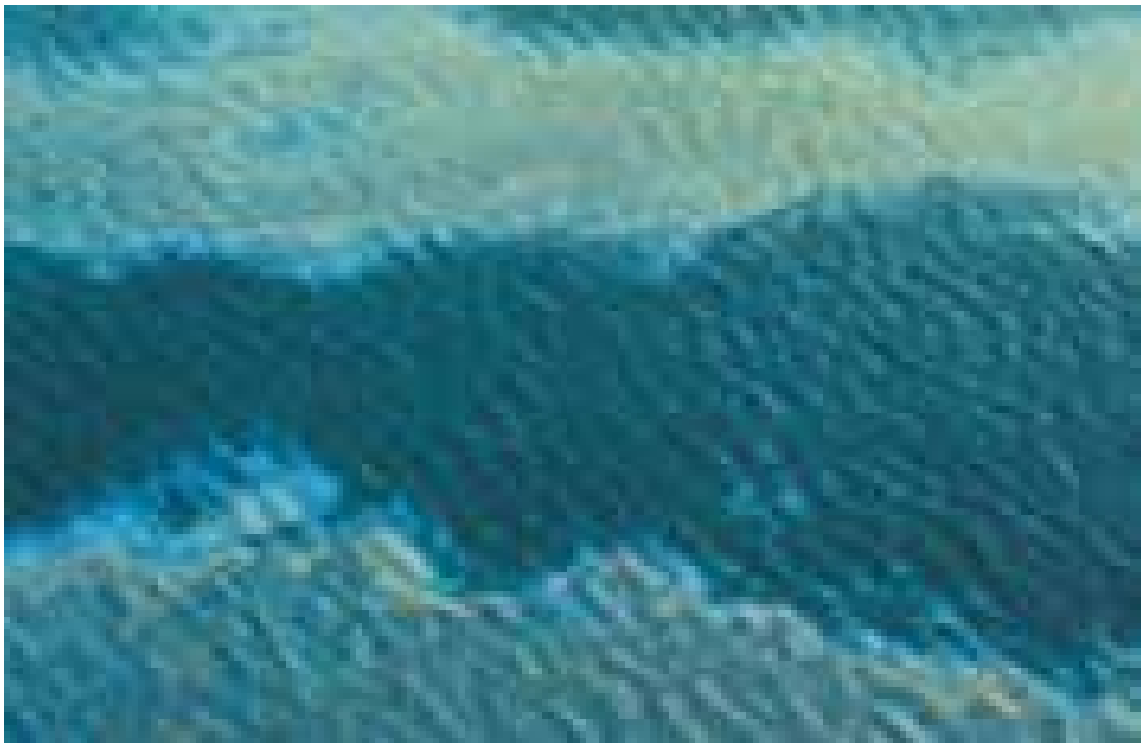
[۲۹] Dissolution

نفت‌ها در برابر پدیده فوتواکسیداسیون متفاوت خواهد بود. فوتو اکسیداسیون اثراتی در سرنوشت لکه نفتی و تعادل وزنی آن نخواهد داشت.

ته نشینی، چسبندگی به سطوح، بر هم کنش بین ذرات نفتی

ته نشین شدن مواد نفتی زمانی اتفاق می‌افتد که لکه‌های نفتی پس از برخورد با مواد معدنی در ستون آب، دانسیته‌ای بیشتر از آب پیدا می‌کنند. این پدیده گاهی اوقات در خطوط ساحلی و یا در نزدیکی ساحل اتفاق می‌افتد. زمانی که آلودگی نفتی در ته دریا ته‌نشین می‌شود توسط بسیاری از رسوبات دیگر پوشیده می‌شود و درنتیجه روند تجزیه آن خیلی کند پیش می‌رود. با توجه به مطالعات انجام شده در حدود 10 درصد از آلودگی‌های نفتی به ته دریا ته‌نشین خواهند شد، که این مقدار برای موجوداتی که بستر زی هستند، بسیار خطرناک خواهد بود، به دلیل دشوار بودن مطالعات، داده‌های اطلاعاتی در این زمینه محدود می‌باشد.

نفت‌هایی که به کندی دچار هوازدگی شده‌اند، بسیار چسبنده هستند و به مواد معدنی موجود در خطوط ساحلی می‌چسبند. مقدار مشخصی از آلودگی‌های نفتی پس از وقوع آن در محیط زیست دریا باقی خواهند ماند، این آلودگی‌ها به خطوط ساحلی و اسکله‌ها آسیب خواهند رساند. ترکیبات آروماتیک و آسفالتین با وزن مولکولی بالا به آسانی قابل تجزیه نیستند و برای چندین سال در محیط زیست باقی خواهند ماند. لکه‌های نفتی در خطوط ساحلی گاهی اوقات با مواد معدنی معلق در ستون آبی واکنش می‌دهند و بدین وسیله آلودگی نفتی وارد ستون آب خواهد شد. بدین ترتیب ذرات معدنی به همراه نفت از آب سنگین‌تر شده و در داخل آب ته‌نشین می‌شوند و یا از ترکیبات نفت جدا شده و دوباره بر روی سطح آب شناور خواهند شد. بر هم کنش بین ذرات نفتی، اثر مهمی بر سرنوشت لکه نفتی در مراحل اولیه نخواهد داشت. اما در پاکسازی خطوط ساحلی در طولانی مدت، اثر گذار خواهد بود.



عکس 29: این عکس مربوط به آلودگی‌های نفتی اکسون والدز (Exxon Valdez) است که ضخامتهای مختلفی از مواد نفتی به شکل امولسیون را نشان می‌دهد، این مواد نفتی را نزدیک به سطح آب نشان می‌دهد، این مواد نفتی را نزدیک به سطح آب نشان می‌دهد و همچنین میزان ضخامتهای مختلف و درجه‌های مختلفی از هوازدگی را نشان می‌دهد.

تجزیه زیستی [30]

دسته زیادی از موجودات زنده کوچک قابلیت تجزیه ترکیبات نفتی را دارا می‌باشند. بسیاری از گونه‌های مختلف باکتری مثل قارچ‌ها و مخمرها قادر به استفاده از ترکیبات هیدروکربنی به عنوان منبع انرژی هستند. باکتری‌ها و دیگر موجودات زنده تجزیه کننده به وفور برروی خشکی و در مناطقی که چاه‌های نفتی وجود دارد، یافت می‌شوند. هر گونه خاص از باکتری‌ها تنها قادر به تجزیه یک دسته از ترکیبات خاص می‌باشند که تجزیه ترکیبات هیدروکربنی توسط موجودات زنده باعث تبدیل آن‌ها به ترکیبات اسیدی خواهد شد، که ممکن است ترکیبات بعدی به وجود آمده قابلیت انحلال داشته باشند یا به صورت انباشته بر روی یکدیگر قرار بگیرند. گاهی اوقات سمیت مواد تجزیه شده حاصل از مواد اولیه بیشتر خواهد بود. سرعت تجزیه بستگی به طبیعت ترکیبات هیدروکربنی و دمای محیط دارد، معمولاً سرعت تجزیه زیستی با بالا رفتن دما، افزایش پیدا خواهد کرد. اگر چه بعضی از باکتری‌ها در دماهای پایین و بعضی دیگر در دماهای بالا کارایی بهتری را خواهند داشت. باکتری‌های بومی در یک منطقه با توجه به سازگاری زیست محیطی و دمایی تاثیر بیشتری در تجزیه ترکیبات نفتی خواهند داشت. افزایش تجمع باکتری‌ها، لزوماً باعث بهبود در تجزیه زیستی آلودگی نفتی نخواهد شد.

[۳۰] Biodegradation

عکس 30: این عکس مربوط به مواد نفتی در یخ، در کردستان در سال 1979 میلادی است، که نشان دهنده این است که مواد نفتی چگونه به بخش‌های مختلف تقسیم می‌شوند. زمانی که یخ آب می‌شود، مواد نفتی دوباره شکل خود را به دلیل هوازدگی بخش‌هایی از نفت به دست نمی‌آورد.

عکس 31: مواد نفتی در یخ، بسیار آهسته‌تر از سطح دریا تجزیه می‌شوند

سرعت تجزیه زیستی در ترکیبات اشباع به خصوص در ترکیباتی که شامل 12 تا 120 اتم کربن می‌باشند، بیشتر خواهد بود و سرعت تجزیه زیستی در ترکیبات آروماتیک و آسفالتین که وزن مولکولی بالاتری دارند، کاهش خواهد یافت. به عبارت دیگر، سوخت دیزل به دلیل وجود ترکیبات اشباع به آسانی قابلیت تجزیه شدن دارد و نفت‌های سبک، همچنین به اجزاء کوچکتر قابلیت تجزیه شدن دارند. زمانی که بنزین به اجزاء تشکیل دهنده‌اش تجزیه می‌شود، شامل بعضی از اجزاء می‌باشد که برای موجودات زنده مضر می‌باشد. اجزاء مضر بسیار سریع‌تر تبخیر می‌شوند، اما در بسیاری از موارد، قبل از اینکه بنزین به اجزاء تشکیل دهنده‌اش تجزیه شود، تبخیر خواهد شد. نفت‌های سنگین شامل اجزاء سبکتری هستند که به سهولت قابلیت تجزیه دارند و نفت بانکر C شامل هیچکدام ازاین اجزاء نمی‌باشد. سرعت تجزیه زیستی با توجه به حضور اکسیژن سریع‌تر خواهد شد. بر روی خشکی، نفت‌هایی مثل دیزل به سرعت بر روی سطح زمین تجزیه می‌شوند، اما سرعت تجزیه آن‌ها در بخش‌های زیرین زمین کاهش پیدا خواهد کرد، که این پدیده بستگی به وجود اکسیژن در لایه‌های زمین دارند، در آب با توجه به حضور اکسیژن، سرعت تجزیه زیستی متغیر خواهد بود با توجه به محاسبات انجام گرفته، تخمین زده شده است، که کل اکسیژن حل شده در 400000 لیتر آب دریا قادر به تجزیه در

حدود یک لیتر نفت است که سرعت تجزیه به فراوانی مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر، که معمولاً در خطوط ساحلی یافت می‌شوند، بستگی دارد. در نهایت سرعت تجزیه زیستی بستگی به فراهم بودن محیطی برای موجودات زنده برای تجزیه آلودگی نفتی می‌باشد. تجزیه نفت در دریا به طور مشخص از بر هم کنش بین نفت و آب به وجود می‌آید. تجزیه زیستی در مورد بسیاری از نفت‌ها بسیار کند صورت می‌گیرد. تجزیه زیستی 5 درصد از نفت دیزل در شرایط بهینه در حدود هفته‌ها زمان می‌برد و تجزیه زیستی 10 درصد از نفت خام در حدود سال‌ها زمان می‌برد. به همین دلیل پدیده تجزیه زیستی از مسائل مطرح در فرایند هوازدگی محسوب نمی‌شود.

تشکیل تاربال[31]

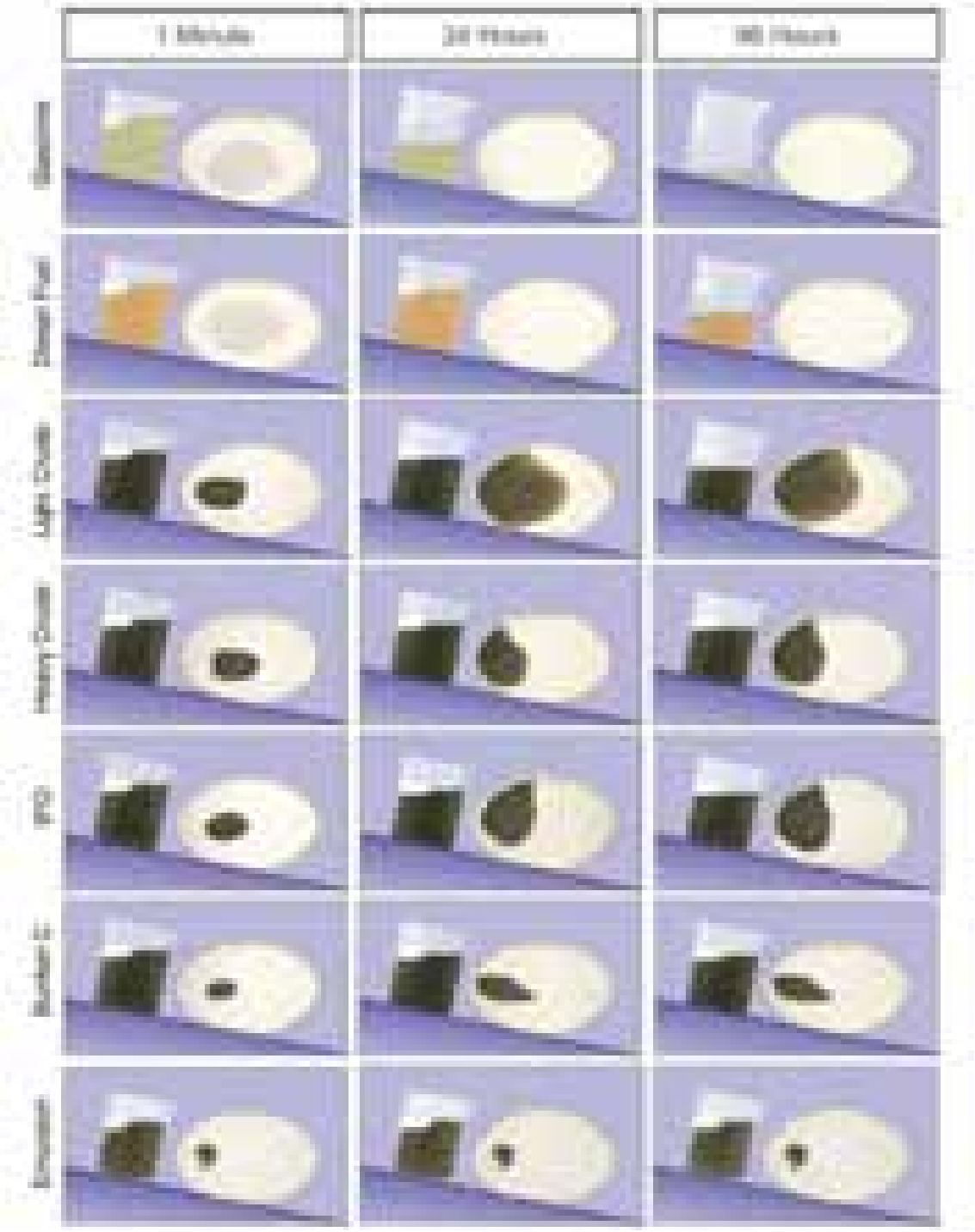
تاربال‌ها از تجمع مواد نفتی با میزان ضخامت کمتر از ده سانتیمتر ایجاد می‌شوند. تجمع مواد نفتی با میزان ضخامت در حدود 10 سانتیمتر تا 1 متر تشکیل تارمت[32] را می‌دهد. تارمت‌ها به شکل پن کیکی[33] بر روی سطح آب پخش می‌شوند و مانند تاربال‌ها به شکل گلوله‌ای شکل نیستند.

عکس 32: اندازه گیری یک تاربال بر روی سطح ساحل

۳۱ Tar Balls
۳۲ Tar Mat
۳۳ Pan Cacke-Shaped

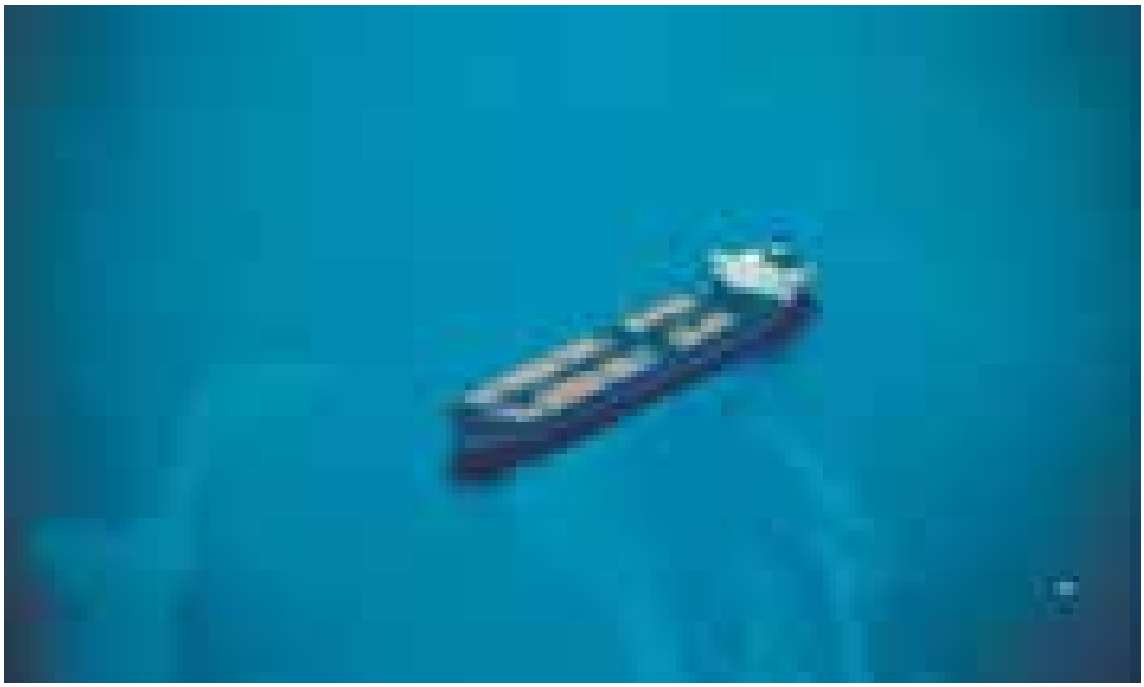
جابجایی لکه نفتی و مدل سازی آلودگی نفتی

پراکندگی آلودگی نفتی در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد. پراکندگی نفت در خشکی با سرعت کمتری نسبت به پراکندگی آن در آب دریا انجام می‌گیرد. پراکندگی نفت در خشکی در فصل دوازدهم این کتاب شرح داده شده است. حرکت آلودگی‌های نفتی در روی یخ و زیر آب به نسبت سریع است، اما به صورت یک لایه نازک از لایه نفتی بر روی آب به وجود نمی‌آید. در هر سطحی به غیراز آب مانند یخ و خشکی، مقادیر زیادی از آلودگی نفتی به صورت شکاف و ترکهایی بر روی سطح به وجود می‌آیندوسطح پراکندگی آن‌ها نامنظم خواهد بود. بعد از وقوع آلودگی نفتی، نفت تمایل دارد که به صورت لکه‌هایی بر روی سطح آب تشکیل شود، که این مسئله در مورد ترکیبات سبکتر مانند بنزین، سوخت دیزل و نفت‌های سبک، که لکه‌هایی با ضخامت کم را به وجود می‌آورند، صدق می‌کند. ضخامت لایه‌های نفتی در نفت‌های سنگین‌تر و نفت بانکر C به حدود ضخامت 1 میلی متر خواهد رسید. نفت‌های سنگین تر، امکان تشکیل تاربال را افزایش می‌دهند. وسعت مناطق پخش آلودگی‌های نفتی مختلف در شکل 7 توضیح داده شده است. پخش آلودگی نفتی بر روی آب در غیاب امواج دریا و باد به صورت افقی خواهد بود. پراکندگی مواد نفتی بر اثر نیروی وزنی و کشش بین وجهی بین آب و نفت صورت می‌گیرد، که میزان ویسکوزیته نفت با این نیروها مخالفت خواهد کرد. با گذشت زمان، اثر وزنی باعث کاهش سرعت پخش نفت خواهد شد، در صورتی که نیروهای کشش بین وجهی همچنان باعث پراکندگی نفت خواهد شد. انتقالات بین این نیروها در اولین ساعات وقوع آلودگی نفتی اتفاق خواهد افتاد. سرعت پراکندگی تحت شرایط ایده آل در شکل هشتم نشان داده شده است.



شکل 7: پراکندگی و تبخیر مواد نفتی مختلف در سطح جاذب و در داخل بشر

بر طبق قوانین کلی، آلودگی نفتی پس از وقوع بلافاصله در آب پخش می‌شود. لایه بیرونی لکه نفتی از قسمت داخلی آن دارای ضخامت کمتری است و آن را می‌توان از لحاظ شباهت به یک نیمرو [34]تشبیه کرد، پس از مدت زمان یک روز پس از پخش لایه نفتی این اثر کاهش خواهد یافت. باد و جریان‌های دریایی باعث سرعت بخشیدن این فرایند خواهند شد. لکه‌های نفتی تحت تاثیر جریان‌های باد گسترش می‌یابند و براساس نیروی محرک باد و جریان‌ها به شکل‌های مختلفی در می‌آیند، که این امر باعث افزایش ضخامت لایه نفتی و غلظت آن خواهد شد. زمانی که سرعت باد بیش از 20km/h باشد، باعث جدا شدن لایه‌هایی با ضخامت بیشتر از یکدیگر و حرکت آن‌ها در جهت وزش باد خواهد شد.

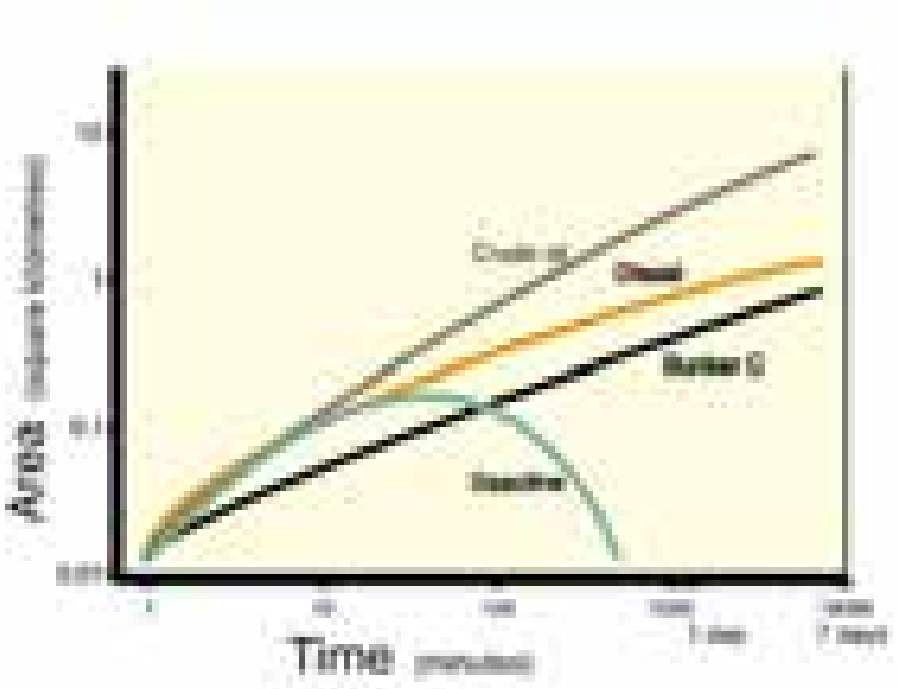


عکس 33: مواد نفتی پس از حادثه اکسون والدز، چند ساعت پس از وقوع حادثه پخش شدند.

لکه‌های نفتی در دریا، تحت تاثیر امواج و نقاط همگرایی و واگرایی در آب به صورت ردیف‌های موج شکسته می‌شوند. امواج عمودی با طول موجی در حدود 20 متر از سطح دریا، زمانی که این امواج با یکدیگر برخورد دارند، محل همگرایی و زمانی که از یکدیگر فاصله می‌گیرند، باعث واگرایی آن‌ها خواهد شد، حرکت لایه‌های نفتی در بین این مناطق به صورت متناوب باعث افزایش غلظت و پراکندگی جریان‌ها به صورت متناوب باعث افزایش غلظت و پراکندگی جریان‌ها به صورت رشته‌ای[35] و یا به صورت ردیفی[36] خواهد شد. در بعضی از نقاط در نزدیکی ساحل نیز مناطق واگرایی و همگرایی همانند موقعیت اتفاق افتاده در دریا وجود دارد، که باعث پراکندگی لکه‌های نفتی به صورت نواری در خطوط ساحلی خواهد شد.

---

[٣٤] Fried-egg
[٣٥] Ribbon
[٣٦] Windrow



شکل 8: تفاوت در نحوه پراکندگی انواع مختلف مواد نفتی و سوخت

عکس 34: مواد معلق بر روی آب که به آهستگی توسط آلودگی نفتی پراکنده می‌شوند

جابجایی لکه نفتی

با توجه به خصوصیات ذاتی لکه‌های نفتی در پراکندگی، لکه‌های نفتی در روی آب بر اثـر جریـان‌هـای سـطحی و بـاد پراکنده خواهند شد. اگر لکه نفتی نزدیک به ساحل باشد و سرعت جریان باد کمتر از 10km/h باشد، عمده حرکت لکه نفتی بر اثر جریان امواج خواهد بود، و تنها انرژی باد 3 درصد موثر خواهد بـود در ایـن موقعیـت، بـاد نقـش مهمـی در پراکندگی آلودگی نفتی نخواهد داشت. انرژی امواج از مهمترین عوامل در پخش آلودگی نفتی در مناطق مختلف هستند. این نوع از جابجایی در شکل نهم نشان داده شده است. در تعیین جابجایی و حرکت لکه نفتی، دو عامل مهم وجود دارد. مهمترین عامل، عدم تشخیص دقیق و درست سرعت جریان در زمان وقوع آلودگی نفتی است و دلیل دیگر که از درجه اهمیت کمتری نسبت به مورد قبل برخوردار است را می‌توانیم پدیده کوریولیس بیان کنیم. نیروی کوریولیس، انحراف به راست یا چپ در اثر چرخش زمین روی اجسام متحرک در نیمکره شمالی و جنوبی است.

غوطه ور شدن لکه نفتی

اگر دانسیته لکه نفتی ازآب بیشتر باشد، باعث غوطه‌ور شدن آن در داخل آب خواهد شد. بعضی از نمونه‌های نفـت خـام سنگین و نفت بانکر C، دانسیته بالایی دارند، که باعث غوطه‌ور شدن آن‌ها در آب خواهد شـد. زمـانی کـه ایـن اتفـاق می‌افتد، نفت به لایه‌های پایین آب که دارای دانسیته بیشتری می‌باشد انتقال می‌یابد، ایـن اتفـاق در آب‌هـایی صـورت می‌گیرد، که در آن‌ها میزان جریان‌ها ی کمتری اتفاق می‌افتد و یا جریان‌های آبی که دارای درجه حرارت بیشتر هستند و از خشکی وارد آب دریا می‌شوند. میزان دانسیته آب در حدود 1g/ml. 000 است، در صورتی که دانسیته آب دریـا در حدود 1g/ml. 039 است. نفت بـا میـزان دانسـیته بیشـتر از 1g/ml. 000و کمتـراز 1g/ml. 039 در لایـه‌هـای آب غوطه‌ور خواهد شد، که این بستگی به میزان شوری آب دارد. لایه‌های آب از لحاظ عمق از 1 تا 10 متر متفاوت خواهند بود. با افزایش انرژی آب، نفت در سطح آب ناپدید خواهد شد که این امر مربوط به افزایش دانسیته آب از مقـدار 1. 00 به حدود 1. 03 می‌باشد. غوطه‌ور شدن هر نوع از آلودگی نفتی در بالا و زیر سطح لایه‌های آب کمتر اتفاق می‌افتد.

شکل 9: اثرات مختلف باد و جریان بر میزان جابجایی مواد نفتی

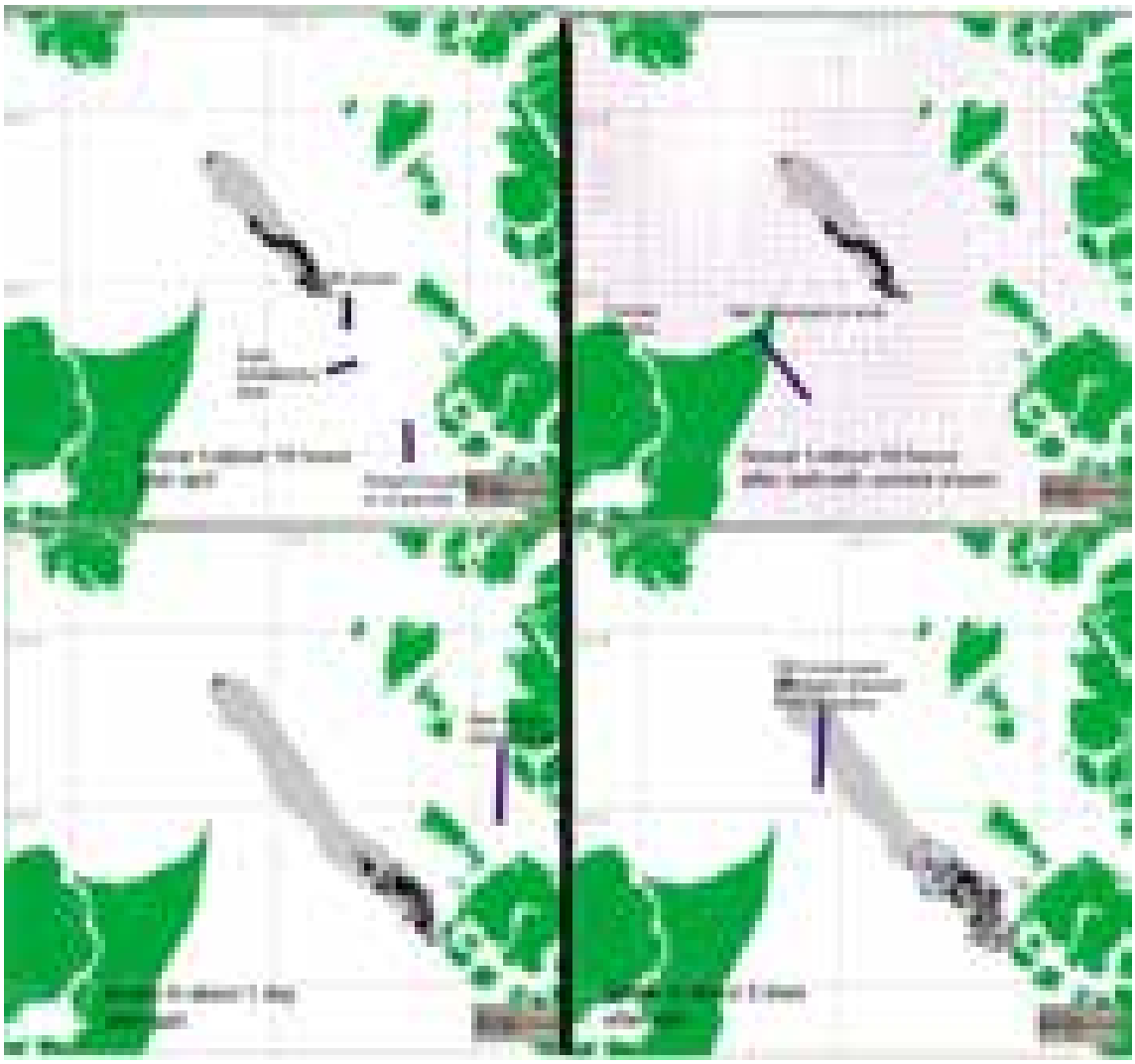
عکس 35: **عکس آلودگی نفتی ناشی از حادثه اکسون والدز که** 10 **ساعت پس از وقـوع آلـودگی نفتی گرفته شده است. کشتی در قسمت راست در بالای عکس است.**

زمانی که نفت به صورت غوطه‌ور در آب در می‌آید، عملیات پاکسازی و جمع‌آوری آلودگی نفتی از طریق سیستم مکش و یا لایروبی آن بسیار مشکل خواهد بود.

فرو رفتن مجدد آلودگی نفتی از دیگر پدیده‌های متداول در هنگام وقوع آلودگی نفتی مـی‌باشـد کـه باعـث اخـتلال در عملیات پاکسازی خواهد شد، در آب‌های آرام آلودگی‌های نفتی با دانسیته بالا توسط امواج دریا در آب غوطه‌ور می‌شوند. در این هنگام آلودگی نفتی از دید پنهان خواهد ماند، مخصوصاً اگر زاویه دید به صورت غیر قائمه باشد کـه ایـن اتفـاق ممکن است برای شخصی که ازکشتی به آلودگی نفتی نگاه می‌کند، اتفاق بیافتد، پدیده فرو رفتن مجدد آلـودگی نفتـی باعث ابهام در سرنوشت آلودگی نفتی خواهد شد، در این مواقع اکثر آلودگی‌های نفتی در داخل آب فرو رفته و مجدداً به سطح آب باز می‌گردند.

عکس 36: **لکه نفتی که در رودخانه St. Lawrence حرکت می‌کند.**

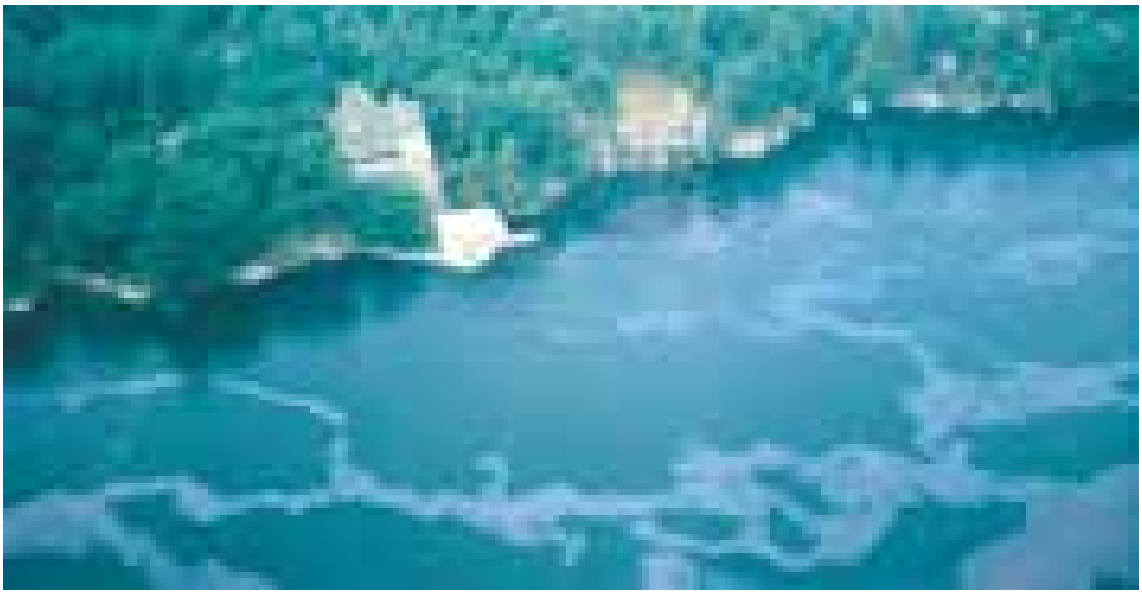
عکس 37: **آلودگی‌های نفتی که وارد خلیج می‌شوند**



شکل 10: نقشه پیش بینی حرکت لکه نفتی

موارد دیگر قابل پیش بینی شامل مسیر حرکت لکه نفتی، سرنوشت و تغییر خصوصیات مربوط به لکه نفتی می‌باشد. روش دیگر به نام حالت پذیرنده[37]، منطقه‌ای از ساحل و دریا انتخاب می‌شود در این روش میزان منابع آلوده کننده نفتی در آن مناطق مشخص خواهد شد. افزایش داده‌های آماری مربوط به مدل لکه نفتی می‌تواند جایگزین کمبود اطلاعات صحیح مربوط به جریان باد و امواج در دریا باشد.

[37] Receptor



عکس 38: **مواد نفتی، گاهی اوقات شکل‌های پیچیده‌ای را تشکیل می‌دهند. به عنوان مثال نفت بانکر Cکه در رودخانه St. Lawrence ریخته شده است.**

فصل پنجم- بررسی، تشخیص و دریافت از طریق کنترل از راه دور مورد لکه‌های نفتی

بعضی اوقات برای تشخیص لکه‌های نفتی نیاز به ابزار و وسایل خاصی است، به خصوص زمانی که لکه‌های نفتی به صورت لایه نازک در آمده‌اند، که به وضوح قابل تشخیص نمی‌باشند. به عنوان مثال زمانی که آلودگی‌های نفتی در شب، برف و در میان گیاهان و علف‌های هرز اتفاق می‌افتد. تشخیص و ردیابی آلودگی‌های نفتی به وسیله ابزار و وسایل به کار رفته در هواپیما، ماهواره و فضا پیما صورت می‌گیرد. که این تکنولوژی به عنوان کنترل از راه دور شناخته می‌شود. همچنین روش‌های سطحی برای تشخیص و ردیابی آلودگی‌های نفتی وجود دارد. به علاوه نمونه‌های نفتی باید نمونه برداری و مورد آزمایش قرار بگیرند که بر اثر آزمایشات، ویژگی‌های مواد نفتی، میزان هوازدگی نفت، منبع مربوط به آلودگی نفت و اثرات آن بر محیط زیست مشخص خواهد شد. روش‌های تشخیص و ردیابی آلودگی‌های نفتی و تشخیص از طریق کنترل از راه دور در این فصل بررسی خواهد شد.

اهمیت تشخیص و روش‌های آشکارسازی

در گذشته در زمان وقوع آلودگی نفتی، اطلاعات مربوط به موقعیت، وسعت آلودگی نفتی، رفتار آلودگی نفتی و اثرات زیست محیطی آن بلافاصله قابل دسترسی نبود.

امروزه تکنولوژی، بیشتر این اطلاعات را به آسانی فراهم می‌کند. تجربه‌های آزمایشگاهی، اطلاعات در رابطه با نوع آلودگی‌های نفتی که منبع آن مشخص نیست، را فراهم خواهد کرد. با تشخیص منبع آلودگی نفتی، درجه هوازدگی، درجه تبخیروتجزیه زیستی نفت ریخته شده مشخص خواهند شد. در مراحل تجزیه‌های آزمایشگاهی، بیشترین ترکیبات سمی نفت شناسایی و سمیت نسبی ترکیبات نفتی در مراحل مختلف آلودگی نفتی تعیین می‌شود، که این اطلاعات در طی وقوع آلودگی نفتی باید در نظر گرفته شود.

عکس39: مواد نفتی برای تشخیص ترکیبات اصلی باید در آزمایشگاه مورد آزمایش قرار بگیرند.

نمونه برداری و تجزیه‌های آزمایشگاهی

نمونه برداری از آلودگی نفتی و انتقال آن به آزمایشگاه برای انجام آزمایشات بعدی از روش‌های متداول می‌باشد. روش‌های مختلفی برای نمونه برداری آلودگی‌های نفتی وجود دارد. این مسئله که آلودگی نفتی با آلودگی دیگری در تماس نباشد و ظروف نمونه بردای باید قبل از نمونه برداری به وسیله محلولهای مناسب مثل هگزان شستشو داده شوند.

آسانترین و متداول‌ترین روش برای تشخیص و اندازه‌گیری میزان آلودگی‌های نفتی در آب، خاک و رسوبات استفاده از روش TPH[38] مقدار کل هیدروکربن‌های نفتی است. اندازه‌گیری TPH به روش‌های مختلف انجام پذیر است، که این روش‌ها شامل جداسازی خاک، تبخیر حلال مثل هگزان و اندازه‌گیری میزان رسوب باقیمانده است، که همه این موارد بستگی به نوع آلودگی نفتی دارد. آلودگی‌های نفتی همچنین می‌توانند، از روی سطح آب به وسیله جاذب‌های نفتی و یا جامدهای دفع کننده آب استخراج شوند. نفت بدست آمده به روش‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. از روش‌های دیگر، استفاده از آنزیم‌ها برای تشخیص موثر بعضی از آلودگی‌های نفتی می‌باشد. کیت آزمایشگاهی[39] از طریق رنگ، تاثیر آنزیم‌ها بر آلودگی‌های نفتی را نشان می‌دهد. از دیگر روش‌های تشخیص استفاده از کروماتوگرافی گازی GC[40] می‌باشد. نمونه استخراج شده نفتی همراه با هگزان و گاز حامل که معمولاً هلیوم می‌باشد، از میان لوله‌های موئین

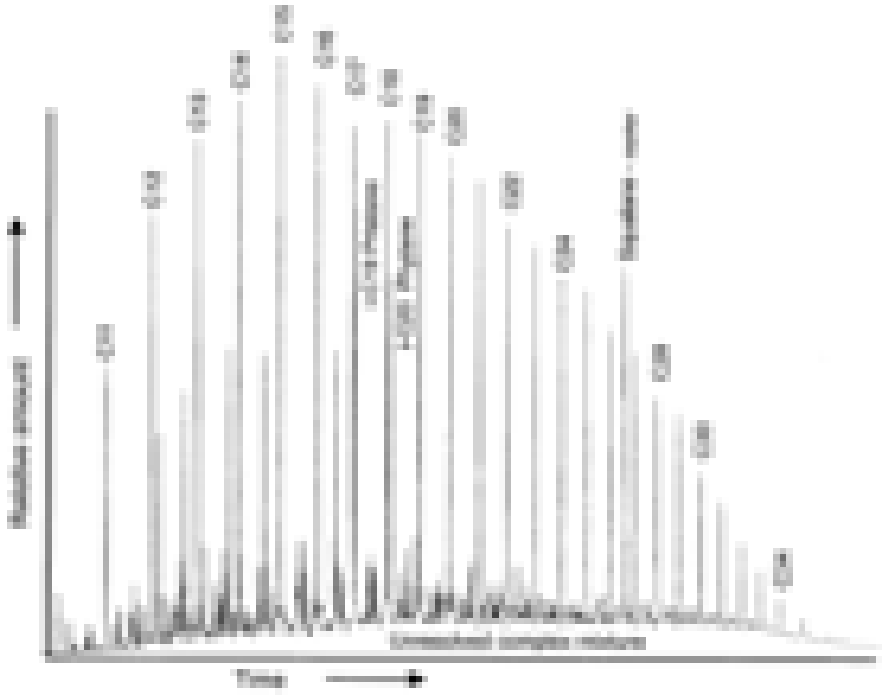
[۳۸] Total Petroleum Hydrocarbons
[۳۹] Test-Kit
[۴۰] Gas Chromatograph

شیشه‌ای عبور می‌کند، داخل ستون شیشه‌ای از مواد جذب کننده پوشش داده شده است و براساس اینکه اجزاء مختلف نفتی درجه چسبندگی مختلفی دارند، اجزاء مختلف نفتی با سرعتهای مختلف به دیواره ستون موئین می‌چسبند و بعد از این مرحله گازها از یک آشکارگر حساس عبور داده می‌شوند. سیستم به وسیله عبور مقدار مشخصی از ماده استاندارد در داخل سیستم کالیبره می‌شود. بر اساس اجزاء عبور کرده از آشکارگر مقدار کل هیدروکربن‌های نفتی نیز قابل تشخیص خواهد شد، که این مقدار شامل رزین و آسفالتین و دیگر اجزاء مولکولی سنگین نفت نخواهد شد، چون این اجزاء از داخل ستون عبور نخواهند کرد. یک نمونه از کروماتوگرام مربوط به نفت سبک با نقاط حساس شناسایی شده در نفت در شکل 11 نشان داده شده است. یک نمونه دیگر از آشکارگرها بر اساس آشکارگرهای جرمی MS[41] می‌باشد. این روش معمولاً تحت عنوان GC- MS برای تعیین آلودگی‌های نفتی کاربرد دارد. طیف سنج جرمی، نشان دهنده اطلاعات در مورد ساختار جرمی مواد است، بنابراین هر طیف کروماتوگرام[42] به طور مشخص قابل تعیین است. اطلاعات بدست آمده از روش گفته شده برای پیش بینی میزان پایداری آلودگی نفتی در محیط زیست و درصد تبخیر آلودگی نفتی کاربرد خواهد داشت. استفاده از این روش در مورد ترکیبات مقاوم در برابر تجزیه زیستی و یا بعضی از ترکیباتی که در برابر تبخیر از خود مقاومت نشان می‌دهند، عملی به نظر می‌رسد.

عکس 40: نمونه برداری مواد نفتی از لایه شین (Sheen)، کار بسیار مشکلی خواهد بود و میزان آب موجود در نمونه بیشتر از مواد نفتی خواهد بود.

[41] Mass Spectrometer
[42] Chromatogram

با توجه به اختلاف در توزیع اجزاء نفتی می‌توان میزان هوازدگی در آلودگی نفتی را اندازه‌گیری نمود. استفاده از روش اثر انگشت[43] یکی از روش‌های تشخیص مناسب، منبع آلودگی نفتی می‌باشد. با توجه به اجزاء مشخص نفتی، بدون توجه به پدیده هوازدگی تشخیص نوع آلودگی نفتی با استفاده از این روش‌ها قابل انجام است.



شکل 11: کروماتوگرام نفت خام سبک

آزمایشات در محل وقوع آلودگی نفتی

آزمایشات در محل وقوع آلودگی نفتی نسبت به انجام آزمایش در آزمایشگاه‌ها از لحاظ زمانی بسیار سریع‌تر و از لحاظ هزینه با صرفه‌تر می‌باشند، به دلیل اینکه روش‌های آزمایشگاهی دائماً در حال پیشرفت هستند و وسایل و تجهیزات، روز به روز سبک‌تر می‌شوند و قابلیت حمل پیدا می‌کنند با توجه به این مسئله بسیاری از آزمایشات در محل به راحتی انجام پذیر می‌باشد این روش‌ها شامل اندازه‌گیری و ویژگی‌های فیزیکی همانند ویسکوزیته، دانسیته و همین طور نقطه آتش گیری می‌باشد. همچنین کیت‌های آزمایشی برای تعیین کل هیدروکربن‌های نفتی نیز به وجود آمده است. اگر چه این کیت‌های آزمایشی از دقت کمتری نسبت به روش‌های آزمایشگاهی برخوردار هستند، اما این وسایل، ابزاری سریع برای کاهش زمان مربوط به روش‌های آزمایشگاهی هستند. روش‌های عنوان شده باعث جمع‌آوری داده‌های لازم برای تصمیم گیری سریع در مورد آلودگی نفتی خواهد شد.

---

[43] Finger Print

تشخیص و بررسی

سیستم‌های تشخیص و بویه‌های دریایی

به دلیل اینکه آلودگی‌های نفتی در بنادر و لنگرگاه‌ها بسیار زیاد اتفاق می‌افتد، استفاده از بویه‌ها و سیستم‌های پایشی ثابت یکی از روش‌های مطمئن برای پاسخگویی سریع به وقوع آلودگی نفتی در منطقه می‌باشد. این سیستم‌ها قادر به تشخیص آلودگی نفتی در آب و مخابره سریع امواج رادیویی به سیستم مقابله با آلودگی نفتی هستند، فلورسانس[44] یکی از روش‌های تشخیص در این سیستم‌ها می‌باشد. با متمرکز کردن امواج ماورابنفش بر سطح آب، تمام لکه‌های نفتی که در حضور فلورسانس می‌باشند، یا اینکه امواج ماورابنفش را جذب کرده و نور مرئی را دوباره نشر می‌کنند، این پدیده فلورسانس مربوط به لکه‌های نفتی است و این روش یکی از روش‌های تشخیص موثر می‌باشد، روش تشخیص دیگر براساس استفاده از مواد جاذب و تغییر خصوصیات فیزیکی مربوط به جذب نفت می‌باشد.

عکس 41: یک کارشناس شیمی در حال آزمایش نمونه خاک آغشته به مواد نفتی به وسیله کیت تجهیزات آزمایشگاهی در محل (Test Kit)

این دسته از جاذب‌ها پس از جذب نفت استحکام خود را از دست می‌دهند. این دسته از جاذب‌ها از یک فنر و کلید تشکیل شده‌اند که پس از ورود نفت به این دسته از جاذب‌ها فعال خواهند شد. دسته بندی دیگر از جاذب‌ها بر اساس پراکندگی نور انعکاسی و خصوصیات جذب نفت می‌باشد، با توجه به اینکه این سیستم‌های پایشی تنها یک منطقه خاص از دریا را پایش می‌کنند، تنها برای استفاده در یک منطقه محدود از دریا مورد استفاده هستند.

[44] Fluorescence

به دلیل اینکه این دستگاه‌ها به مقدار و میزان آلودگی نفتی حساسیت بالایی نشان می‌دهندو ممکن است با کمترین مقدار آلودگی نفتی از خود عکس العمل نشان دهند.

عکس 42: بویه نشان دهنده آلودگی‌های نفتی (Spill Tracking Buoys) برای تشخیص آلودگی‌های نفتی

به همین دلیل استفاده از این وسایل تشخیصی، کاربرد وسیع و گسترده‌ای ندارد. با توجه به اینکه لکه‌های نفتی به وسیله امواج و جریان باد در سطح آب در حال حرکت هستند، تشخیص آن‌ها در تاریکی و مه مشکل به نظر می‌رسد. سیستم‌های تشخیص بویه‌ای که در داخل آب به وسیله امواج حرکت می‌کنند و حرکت آن‌ها مشابه با رفتار حرکتی لکه نفتی می‌باشد از دیگر سیستم‌های تشخیصی هستند، این بویه‌ها توانایی ارسال امواج به سیستم گیرنده در داخل هواپیما، کشتی و سیستم ماهواره مطابق با جهت حرکت لکه‌های نفتی را دارا هستند. بعضی از این بویه‌ها، داده‌های سیستم محل یابی جهانی GPS[45] از ماهواره‌ها را به همراه امواج می‌فرستند. سیستم‌های شناسایی به وسیله بویه قادر به شناسایی لکه‌های نفتی تحت تاثیر امواج و باد هستند، . اگر چه رسیدن به چنین دقتی مشکل به نظر می‌رسد، ولی ابزار و وسایلی که در دسترس هستند، قادر به ردیابی لکه‌های نفتی از نوع نفت خام تا نفت بانکر C را دارا می‌باشند.

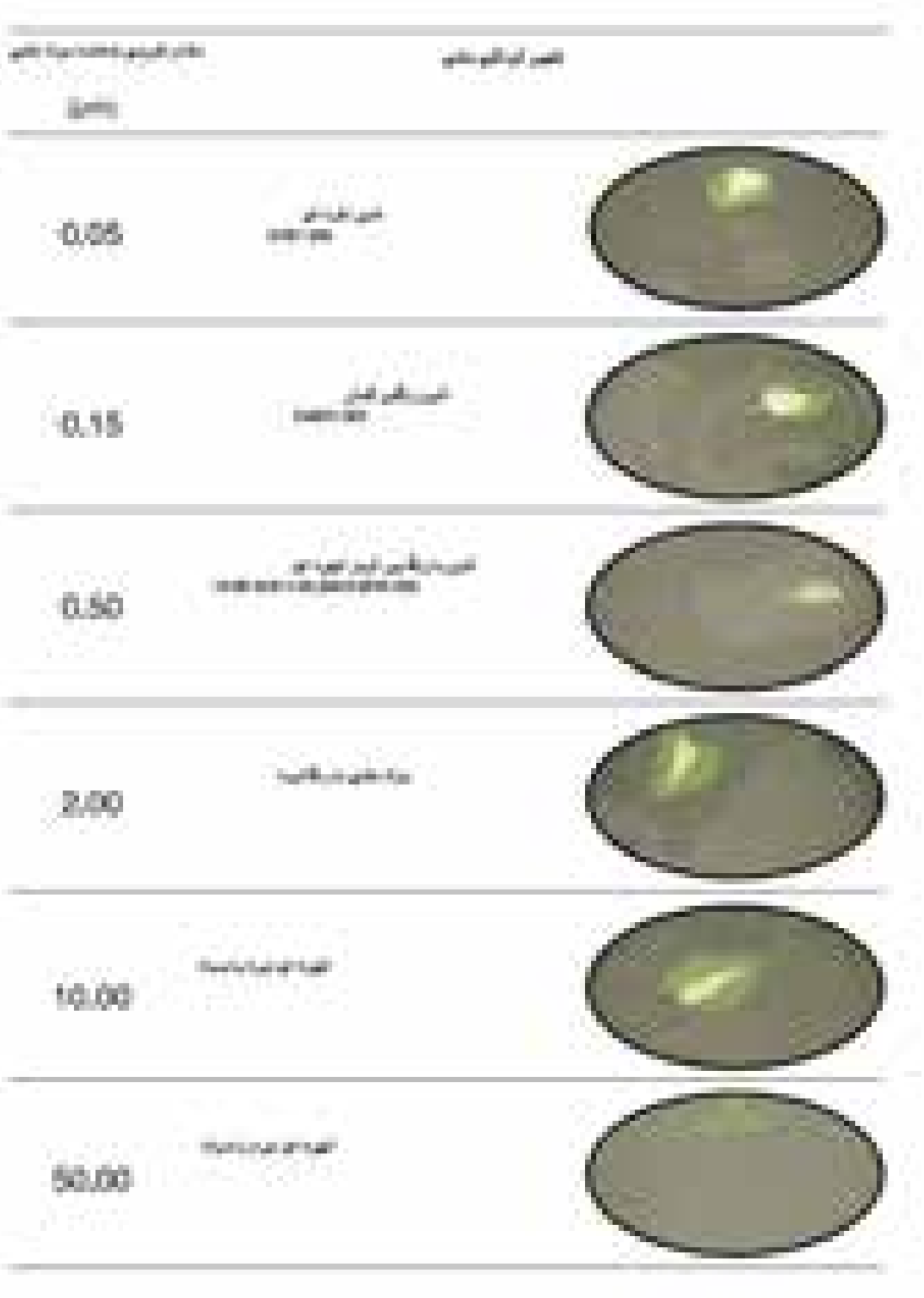
[45] Global Positioning System

عکس 43: دستگاه فلوئوریمتر در زیر آب برای تعیین میزان آلودگی‌های نفتی در ستون آب

تشخیص و بررسی چشمی

مکان یابی و برآورد میزان آلودگی‌های نفتی توسط نیروی انسانی و به کمک هواپیما و هلی کوپتر صورت می‌گیرد، که در این موارد وجود مه و هوای تاریک باعث ایجاد اشکال در تشخیص آلودگی نفتی خواهد شد. تشخیص لایه‌های نازک نفتی در زوایای غیر قائمه کمتر از 45 درجه باعث ایجاد محدودیت در دید خواهد شد.

این محدودیت به ویژه در شرایط آب و هوایی مه ایجاد خواهد شد. تشخیص نفت در آب‌های آزاد از بین مخلوط ذرات و جلبکهای دریایی که باعث ایجاد پس زمینه سیاه بین خط ساحلی و آب خواهد شد، مشکل به نظر می‌رسد. آلودگی‌های نفتی ایجاد شده در سطح باعث صدمه جلبک‌ها، وال‌ها، ماهی‌ها و مواد بیولوژیک حاصل از گیاهان دریایی خواهد شد. آلودگی‌های نفتی، همچنین باعث نادیده گرفته شدن بستر دریا (مواد طبیعی)، اثر امواج و تابش خورشید بر آب و همچنین تقابل جریان‌های مختلف دریایی خواهند شد. شکل 12، لایه نازکی از آلودگی نفتی که بر روی آب به وجود آمده است، را نشان داده است.



شکل 12- ظهور آلودگی‌های نفتی در دریاهای آرام

مشاهدات و روش‌های کنترل از راه دور[46]

در روش‌های کنترل از راه دور از حسگرها به جای نیروی انسانی کمک گرفته می‌شود.

گاهی اوقات لکه‌های نفتی قابل تشخیص نیستند. حسگرهای کنترل از راه دور قادر به تعیین نقشه موقعیت و تقریب مقدار آلودگی‌های بزرگ نفتی تحت شرایط مختلف هستند. از حسگرهای کنترل از راه دور در هواپیما و ماهواره‌ها استفاده می‌شود. با توجه به اینکه محدوده وسیعی از حسگرهای کنترل از راه دور برای کاربردهای زیست محیطی وجود دارد. تنها تعداد کمی از این حسگرها برای تشخیص آلودگی‌های نفتی کاربرد دارند. حسگرهای تشخیص آلودگی‌های نفتی در خشکی محدود به یک یا دو نوع حسگر هستند.

عکس 44: این عکس، محدودیت در مشاهدات چشمی را نشان می‌دهد. حرکات باد و سایه باعث اشتباه در تشخیص مواد نفتی می‌شود و گاهی اوقات هیچ نفتی نیز وجود ندارد و خطای دید وجود دارد.

مشاهدات چشمی و حسگرهای فرابنفش[47]

بسیاری از وسایل به کار رفته در طیف مرئی شامل، دوربینهای ویدئویی با قیمت مناسب هستند. از جمله مشکلات همراه با این تجهیزات را می‌توان تداخل دیداری آن‌ها عنوان کرد. این تجهیزات برای مستند سازی اولیه مربوط به آلودگی نفتی کاربرد دارند و همچنین اطلاعات مربوط به حسگرهای دیگر را نیز فراهم خواهند کرد. مجموعه‌ای از حسگرهای فرابنفش در تعیین نقشه آلودگی‌های نفتی با ضخامت بسیار کم کاربرد دارند.

---

[46] Remote Sensing
[47] Visual and Ultraviolet Sensors

حسگرهای مادون قرمز

در اندازه‌گیری به وسیله اشعه مادون قرمز، امکان بعضی از خطاها وجود دارد به عنوان مثال لکـه‌هـای بـزرگ نفتـی بـا جذب اشعه‌های مادون قرمز نور خورشید باعث خطا در داده‌های موجود در حسگرهای مادون قرمز خواهند شد یا بعضـی از اهداف اشتباه به عنوان مثال خزه‌های دریایی، ترکیبات بیوژنیک، ذرات پراکنده و برخورد امـواج سـطحی بـر روی آب باعث اختلال در کار دستگاه حسگر مادن قرمز خواهد شد.

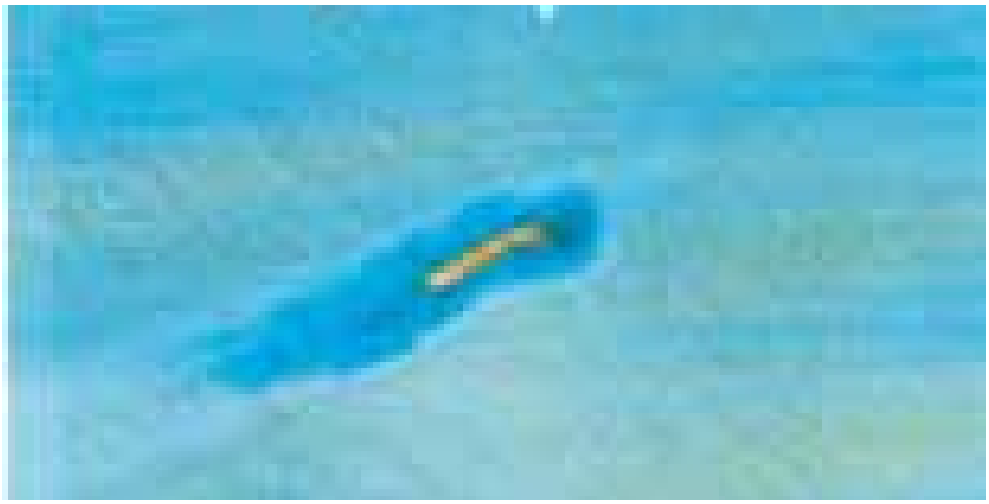
ویژگی دستگاه‌های مادون قرمز نسبت به تجهیزات دیگر، بدست آوردن اطلاعات نسبی در مورد ضخامت لکه‌های نفتی تا حتی بزرگتر از 100 متر می‌باشد.

عکس 45: تصویر مواد نفتی خارج شده از بارجی که در کف اقیانوس قرار دارد

بعضی از اوقات برای تصویر سازی لکه‌های نازک نفتی نیاز به ترکیب تصاویر مادون قرمز با اشعه ماورابنفش داریم، کـه با استفاده از روش IR/UV، می‌توانیم کل نقشه آلودگی نفتی را پوشش دهیم. تصویر برداری به وسـیله اشـعه مـادون قرمز در شب، زمانی که لکه‌های نفتی سردتر از محیط اطرافش یعنی دریا شده، امکانپذیر خواهد بود. ولی میزان نمایش

لکه‌های نفتی به خوبی انجام عملیات در روز نیست، اگر چه پاکسازی لکه‌های نفتی به دلیل برخی مسائل ایمنی به ندرت در طول شب اتفاق می‌افتد.

دستگاه‌های مادون قرمز از قیمت پایینی برخوردار هستند وبه صورت گسترده به وسیله مسئولان پاکسازی لکه‌های نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، از این وسایل گاهی اوقات برای پاکسازی آلودگی نفتی در کشتی‌ها نیز استفاده می‌شود. از زاویه دید دکل کشتی برای هدایت و راهنمایی کشتی برای پاکسازی لکه نفتی در محدوده‌های کوچک کافی به نظر می‌رسد.



عکس 46: تصویر مادون قرمز و فرابنفش از لکه نفتی که میزان ضخامت لایه نفتی را نشان می‌دهد. بخش‌های با میزان ضخامت بیشتر به شکل نارنجی و بخش‌هایی که میزان ضخامت کمتری دارند، توسط اشعه ماورابنفش به شکل آبی نشان داده شده‌اند.

لیزر فلورسانس[48]

نفت به دلیل وجود ترکیبات آروماتیک، نور ماورابنفش را جذب کرده و نور مرئی را منتشر می‌کند، که دسته کمی از ترکیبات اینگونه عمل می‌کنند، که این روش می‌تواند یکی از راههای مناسب برای تشخیص لکه‌های نفتی در آب وخشکی باشد. لیزر فلورسانس از لیزر با نور ماورابنفش استفاده می‌کند. اطلاعات بدست آمده از نور مرئی نشان خواهد داد، که به عنوان مثال آلودگی نفتی بر اثر نفت سبک یا روغن‌های روان کننده بوده است. لیزر فلورسانس یکی از قوی‌ترین روش‌های کنترل از راه دور برای تشخیص آلودگی نفتی است. در این دستگاه‌ها، میزان تداخل بسیار کم است. دقت دستگاه‌های لیزر فلورسانس بر روی دریا و خشکی یکسان است و داده‌های این دستگاه‌ها برای تشخیص آلودگی نفتی در یخ و برف یکسان می‌باشد و از معایب این دستگاه‌ها می‌توانیم به قیمت بالا، وزن و اندازه بزرگ این نوع از حسگرها اشاره کنیم.

[48] Laser Fluorosensors

حسگر ماکروویو کنش پذیر[49]

حسگرهای ماکروویو کنش پذیر، بر اساس امواج ماکروویو به وجود آمده‌اند. لکه‌های نفتی بر روی آب، این امـواج را بـه نسبت ضخامت خود دریافت می‌کنند. این دستگاه‌ها برای تعیین ضخامت لکه‌های نفتی به صورت کامل کاربرد نخواهند داشت و برای اندازه‌گیری ضخامت نسبی لکه‌های نفتی به کار می‌روند. از مزایای این دستگاه می‌توانیم به تشخیص لکه نفتی بر روی آب در هوای مه و تاریکی اشاره کنیم و از معایب آن می‌توان به تفکیک فضایی پایین دستگاه و قیمت بـه نسبت بالای آن اشاره شود.

عکس 47: تجهیزات لیزر فلوئورسانسی که در داخل هواپیما قرار دارد

حسگر تعیین ضخامت[50]

بعضی از انواع حسگرها برای تعیین ضخامت آلودگی‌های نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بـه عنـوان مثـال مـی‌تـوان حسگرهای ماکروویو کنش پذیر را برای اندازه‌گیری میزان ضخامت لایه نفتی کالیبره کرد. اما باید ایـن نکتـه را یـادآور شویم که کل ضخامت لکه نفتی به طور کامل قابل تشخیص نیست که از جمله دلایل آن می‌توانیم بـه تغییـر شـرایط جوی، تغییر در حرکت امواج به دلیل ضخامت آلودگی نفتی و دلیل آخر اینکه امواج به طور میانگین باید منطقه بزرگی را پوشش دهندکه امکان تغییر ضخامت لایه‌های نفتی در این مناطق وجود دارد، اشـاره کـرد. حسـگرهای مـادون قرمـز، توانایی تعیین ضخامت لکه‌های نفتی به طور نسبی را دارا هستند. لایه‌های ضخیم نفتی در طـول روز دمـای بیشـتری نسبت به آب دریا دارند. زمانی که درجه نور مربوط به مادون قرمز تغییر پیدا مـی‌کنـد، سیسـتم بـر اسـاس دو سـطح از ضخامت لکه نفتی عمل می‌کند. سطح سوم ضخامت مربوط به لایه‌های بیرونی که ضخامت کمتری دارند می‌باشـد، و ازدمای پایین‌تری نسبت به سطوح دیگر برخوردار است. این لایه‌ها بـه عنـوان مرجـع‌هـای نـوری مـورد اسـتفاده قـرار

[49] Passive Microwave Sensors
[50] Thick ness Sensor

می‌گیرند. این حسگرها با فرستادن امواج صوتی به داخل نفت قادر به تشخیص کامل ضخامت لکه نفتی می‌باشند. مدت زمانی که طول می‌کشدکه امواج صوتی به داخل آلودگی نفتی راه پیدا کنند، بستگی به نوع آلودگی نفتی خواهد داشت. این نوع از حسگرها بزرگ و سنگین هستند و هنوز قابلیت اجرایی نداشته و به عنوان طرح در دست بررسی هستند.

رادار[51]

رادار، برای تشخیص آلودگی‌های نفتی در نواحی آرام دریایی کاربرد دارند. به دلیل ایجاد خطا، استفاده از این دستگاه در محدوده مکانی با سرعت جریان باد در حدود 2 تا 6 متر بر ثانیه کاربرد دارد. در مکان‌هایی که سرعت باد کمتر از این مقدار است، اندازه‌گیری دچار خطا خواهد شد. در امواج بلندتر به دلیل پراکندگی امواج در بین آلودگی‌های نفتی تشخیص به کمک رادار مشکل خواهد بود. استفاده از رادار در مناطق ساحلی و دماغه‌ها[52]به دلیل ایجاد سایه امواج که شبیه لکه نفتی است توصیه نمی‌شود، علیرغم اندازه بزرگ و قیمت بالای دستگاه‌های رادار، این دستگاه‌ها برای جستجو در مناطق وسیع، عملیات در شب و آب و هوای مه و شرایط بد آب و هوایی کاربرد زیادی دارند.

عکس 48: تصاویر رادار از آلودگی‌های نفتی را نشان می‌دهد. لکه‌های نفتی تقریباً در حدود 2 کیلومتر طول دارند و نقاط سفید نشان دهنده کشتی‌ها هستند.

---

[51] Radar
[52] Head-Land

ماهواره‌ها[53]

تصاویر بدست آمده توسط ماهواره‌ها در مورد لکه‌های نفتی زمانی قابل مشاهد هستند، که اندازه و وسعت آلودگی نفتی حجم وسیعی را داشته باشد. امروزه رادارهای ویژه هوایی برای تشخیص آلودگی‌های نفتی به وجود آمده است. علی رغم محدودیت‌های به وجود آمده توسط این رادارها، تصویر برداری از آلودگی‌های نفتی توسط این ابزارها امکانپذیر می‌باشد. ترتیب و تنظیم اطلاعات در این روش در کمتر از چند ساعت امکانپذیر می‌باشد.

[53] Satelites

فصل ششم- محدود کردن آلودگی نفتی در آب

محدود کردن آلودگی نفتی در آب شامل جلوگیری از پخش و پراکندگی آن در نقاط خاص، جلوگیری از انحراف آن به نقاط دیگر و هدایت آلودگی نفتی به نقاطی است که قابلیت جمع‌آوری و جداسازی آلودگی‌های نفتی از آب دریا وجود داشته باشد. بعضی از مراحل جداسازی شامل افزایش غلظت برای جمع‌آوری و سوزاندن آلودگی نفتی در محل است.

بوم‌های مهار کننده [54]، یکی ازمتداول‌ترین و اصلی‌ترین تجهیزات مقابله با آلودگی‌های نفتی در آب دریا هستند. بوم‌ها، معمولاًجزء اولین تجهیزاتی هستند که به منطقه عملیاتی منتقل می‌شوند و در سرتاسر عملیات مقابله با آلودگی نفتی در منطقه وجود دارند. این فصل به بررسی این نوع ازبوم‌ها، ساختار آن‌ها، قواعد کلی استفاده از آن‌ها و همین طور به عدم کارایی آن‌ها در بعضی ازموارد می‌پردازد. گاهی اوقات به منظور کارایی بیشتروبرای اهداف خاص از بوم‌های جاذب استفاده می‌شود. بوم‌های ضد آتش[55] برای سوزاندن نفت در محل مورد استفاده قرار می‌گیرندکه در فصل دهم مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

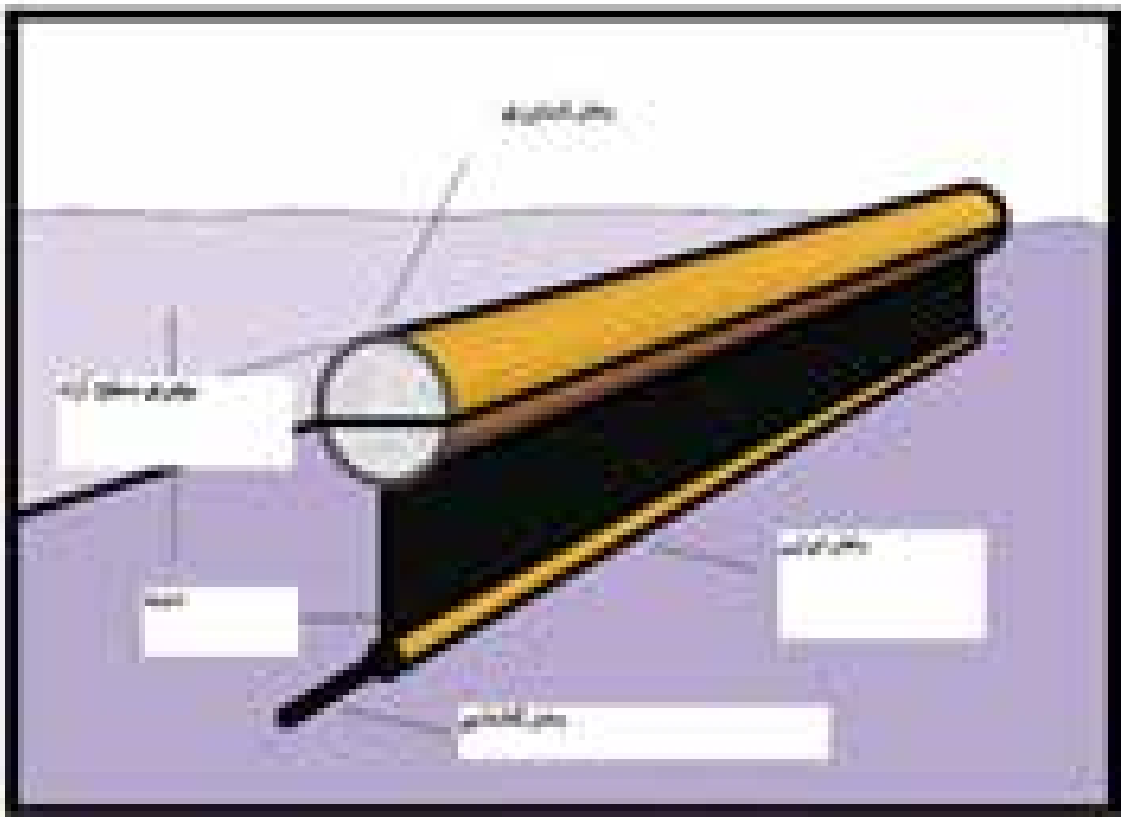
انواع بوم‌ها و ساختار آن‌ها

بوم‌ها، سدهای مکانیکی شناور به منظور جلوگیری و یا تغییر جهت آلودگی نفتی در آب هستند. بوم‌ها شبیه به دیوارهای قائمی هستند که به وسیله اجزاء خود در بالا و پائین خط آب گسترش پیدا می‌کنند. بیشتر بوم‌های رایج در بازار، ازچهار جزء اصلی تشکیل شده اند1- بخش شناور سازی[56] 2- پهلوی سطح آزاد[57] یا بخشی که از شناور شدن آلودگی نفتی بر روی سطح بوم جلوگیری می‌کند، بخش دامنه[58] به منظور جلوگیری از انتقال آلودگی نفتی به بخش زیرین بوم و بخش آخر مربوط به یک تا تعداد بیشتری از اجزاء کششی به منظور حفاظت کلی از بوم می‌باشد. بوم‌ها به صورت بخش‌های مجزا ساخته می‌شوند، معمولاً طول آن‌ها در حدود 15 تا 30 متر می‌باشد و به وسیله اتصال دهنده‌هایی که در انتهای هریک از آن‌هاست به یکدیگر متصل می‌شوند، در نتیجه بوم‌ها قابلیت حمل توسط یدک کش و محدود کردن یک منطقه خاص را دارا می‌باشند. بخش‌های مختلف یک نمونه بوم در شکل 13 نشان داده شده است. بعضی ازانواع بوم‌های رایج در شکل 14 نشان داده شده‌اند. جزء شناور در بوم‌ها باعث شناوری بوم‌ها در سطح آب می‌شود، موقعیت قرارگیری آن‌ها در وسط، سمت خارجی، پهلوها و یا بر روی بازوی محافظ کشتی‌ها می‌باشد. بوم‌ها یا به صورت خودبخودی شناور هستند و یا دارای بخش جامد شناور هستند. بخش جامد شناور معمولاً از جنس فوم‌های پلاستیک مانند پلی یورتان منبسط شده یا پلی اتیلن می‌باشد، این بخش‌ها به صورت بخش‌های قابل انعطاف باعث شناوری بوم‌ها بر روی سطح آب خواهند شد. بوم‌هایی که قابلیت شناوری دارند یا به صورت خودبخود شناور هستند و یا اینکه به وسیله نیروی هوا بر روی سطح آب شناور باقی می‌مانند. این بوم‌ها نیازمند محفظه کمی برای نگهداری می‌باشند، اما این نوع از بوم‌ها قدرت استحکام کمتری نسبت به بوم‌های با قدرت شناوری ثابت را دارند. بخش دیگر بوم‌ها، پهلوی

---

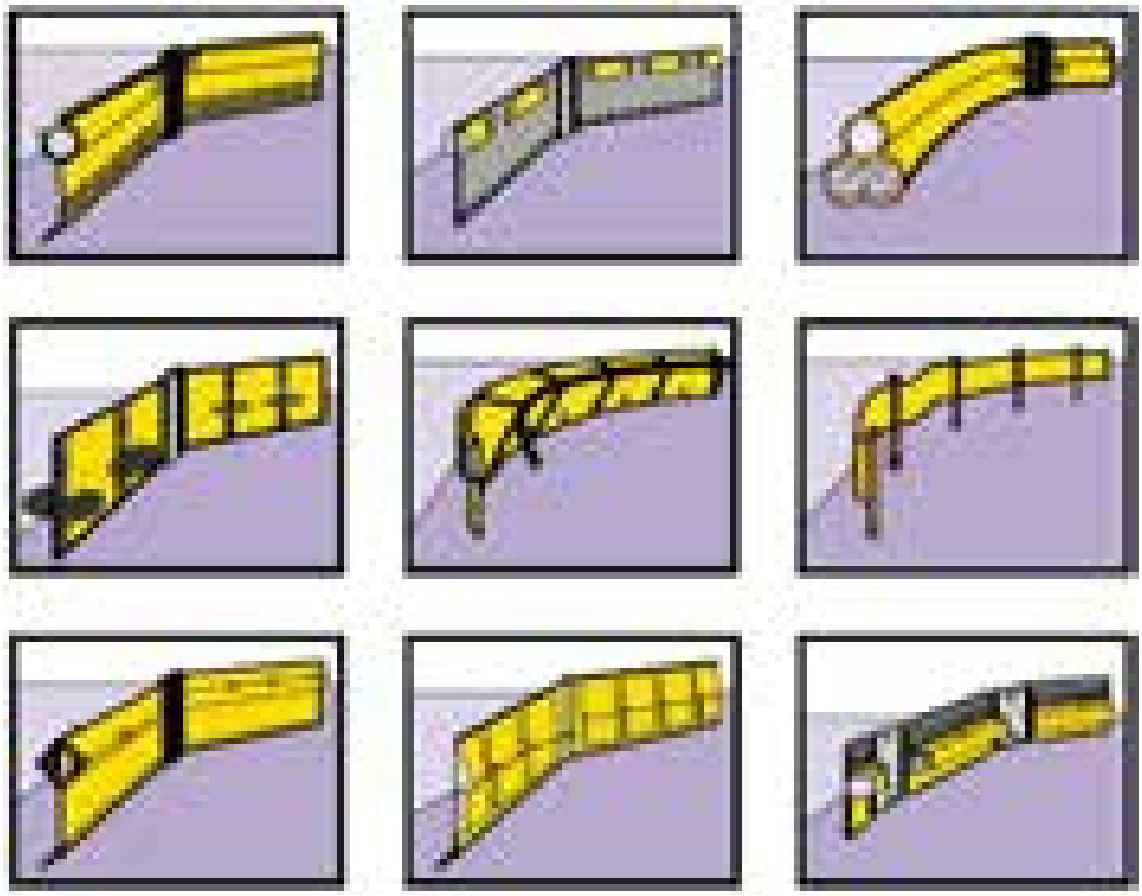
[54] Containment Booms
[55] Fire-Resistant
[56] Flotation
[57] Freeboard
[58] Skirt

سطح آزاد است که از شناور شدن مجدد آلودگی نفتی بر بخش بالایی بوم جلوگیری می‌کند. سطح آزاد همچنین بیـانگر ارتفاع خط آب تا بالای سطح بوم می‌باشد. ساختار بخش دامنه همانند پهلوی سـطح آزاد مـی‌باشـد کـه بـه عنـوان در برگیرنده آلودگی نفتی در آب عمل می‌کند. مواد تشکیل دهنده این بخش‌ها شامل پلی وینیل کلرید(PVC))، پلی استر، نایلون و یا آرامید[59] هستند که بعضی اوقات از اسپری پوشش دهنده مثل (PVC))، پلی استر، پلی یورتان، نیتریل و پلی اتر اورتان به منظور جلوگیری از تجزیه این مواد در برابر آلودگی‌های نفتی استفاده می‌شود.



شکل 13- اجزاء اصلی تشکیل دهنده ساختمان بوم

[59] Aramide



شکل 14- انواع بوم‌های محدود کننده

اجزاء کششی در بوم‌ها که در زیر سطح بوم‌ها قرار دارند، باعث استحکام در مقابل انرژی امواج و جریان‌ها خواهند شد. اجزاء کششی معمولاً از جنس کابل‌های فولادی و حلقه‌هایی که معمولاً از جنس طناب‌های نایلونی و پلی استری هستند، ساخته شده‌اند. ساختار بوم‌ها به تنهایی قادر به مقاومت در برابر امواج نیرومند که با آن مواجه می‌شوند، نخواهد بود، که این مورد به خصوص در مورد آب‌های محدودتر صدق می‌کند، به عنوان مثال نیروی وارده بر یک بخش ازبوم به طول 100 متر در حدود 10000کیلوگرم است، که این نیرو بستگی به شرایط دریا و ساختار بوم خواهد داشت. گاهی اوقات در طراحی بوم‌ها از نیروی توازن و یا طراحی‌های وزنی برای حفظ بوم در شرایط تعادلی قائم استفاده می‌شود.

وزنه‌های سربی و یا حلقه‌های فولادی در بخش زیرین بوم‌ها به دو منظور تعادل و کشش در بوم‌ها استفاده می‌شود. در بعضی از بوم‌ها، برای ایجاد تعادل از محفظه‌های پر از آب استفاده می‌شود. امروزه، بیشتر بوم‌ها بدون محفظه تعادلی ساخته می‌شوند با توجه به این مسئله که موقعیت آن‌ها در آب به وسیله توازن نیروها در بالا و پائین بوم ایجاد می‌شود. ازدیگر اجزایی که همراه بوم‌های بزرگتر وجود دارد، اجزاء محکم کننده و نوارهای انعطاف پذیر است که شامل پلاستیک و قطعات فولادی به منظور نگاه داشتن موقعیت تعادلی بوم‌ها در راستای عمود استفاده می‌شود.

عکس 49- یک بخش از یک نوع بوم خاص برای مصارف عمومی

سه نمونه اصلی از بوم‌ها شامل بوم‌های متداول ازنوع بوم‌های حصاری[60] و بوم‌های پرده‌ای [61] می‌باشند. دسته دیگر مربوط به بوم‌های با عضو کشش خارجی [62] می‌باشند، که معمولاً استفاده از این دسته بوم‌ها نسبت به دو مورد قبل کمتر است. اصولاً بوم‌ها بر اساس منطقه مورد استفاده آن‌ها به طور مثال کاربرد در فراساحل، نزدیک به ساحل، بنادر و رودخانه‌ها دسته بندی می‌شوند، بر اساس این دسته بندی جنس ساختار و اندازه آن‌ها کاملاً متغیر است. بوم‌های حصاری بر اساس پهلوی سطح آزاد که در بالای شناور قرار دارد، ساخته می‌شوند، اگر چه قیمت این بوم‌ها چندان بالا نیست، ولی استفاده از آن‌ها در دریاهای با امواج بالا و قوی توصیه نمی‌شود. ساختار بوم‌های پرده‌ای بر اساس بخش دامنه است که در زیر بخش شناور قرار می‌گیرد. در این بوم‌ها پهلوی سطح آزاد در بالای شناور قرار ندارد. بوم‌های پرده‌ای برای استفاده در آب‌های با امواج و جریان‌های قوی مناسب هستند. بوم‌هایی که عمکرد آن‌ها بر اساس کشش خارجی می‌باشد، این نیرو استفاده از آن‌ها را در جریان‌های قوی دریایی و در آب‌هایی که در آن قطعات یخ و ذرات پراکنده وجود دارد، امکانپذیر می‌سازد. ویژگی‌های مهم در این بوم‌ها تعیین میزان شناوری به نسبت وزن یا میزان ذخیره شناوری[63] است. ذخیره شناوری بر اساس میزان قدرت شناوری و وزن بوم محاسبه می‌شود، که بدین معنی است که میزان شناوری برای حفظ تعادل وزنی بوم در برابر امواج محاصره کننده بوم، باید به قدر کافی باشد.

---

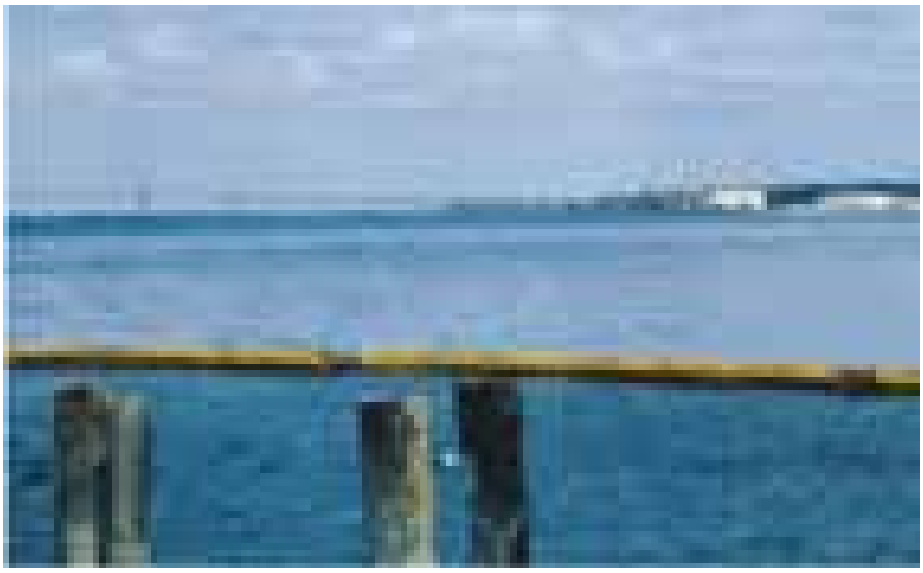
[60] Fence
[61] Curtain
[62] External tension member booms
[63] Reserve buoyancy

عکس 50: بوم‌ها می‌توانند آلودگی‌های نفتی را در داخل خود در دریای آرام نگه دارند

ذخیره شناوری در بوم‌ها، نشان دهنده میزان مقاومت بوم‌ها در برابر بالا و پائین رفتن به وسیله امواج و باقی ماندن آن‌ها در سطح آب می‌باشد. عکس العمل تلاطمی[64]، با امواج در سطح آب حرکت کرده و بر اثر امواج تناوبی در سطح آب غوطه‌ور نخواهند شدو همین طور به وسیله امواج از سطح آب به بیرون رانده نمی‌شود. عکس العمل پیچشی[65] مربوط به توانایی بوم‌ها در باقی ماندن به صورت تعادلی بدون چرخش و به صورت قائم در سطح آب، است.

عکس 51: جریان در این رودخانه برای محدود کردن آلودگی نفتی توسط بوم بسیار سریع است و این مورد یکی از مشکلات در هنگام استفاده از بوم‌ها است.

[٦٤] Heave response
[٦٥] Roll response



شکل 52: این بوم برای هدایت آلودگی نفتی از سمت رودخانه بـه طـرف محـل جمـع‌آوری آن در ساحل به خوبی پهن شده است.

بکارگیری بوم‌ها

بوم‌ها در محدود کردن و جلوگیری از پخش آلودگی‌های نفتی در خلـیج‌هـا، بنـادر و منـاطق حسـاس دریـایی از لحـاظ بیولوژیکی کاربرد دارند. بوم‌ها باعث انحراف آلودگی‌های نفتی به مناطق ویژه برای جمع‌آوری و یا پاکسازی خواهند شد. بوم‌ها باعث افزایش ضخامت لکه‌های نفتی به منظور استفاده بهتر از روش پاکسازی به وسیله اسکیمرها و یا سـوزاندن آلودگی نفتی در محل خواهند شد.

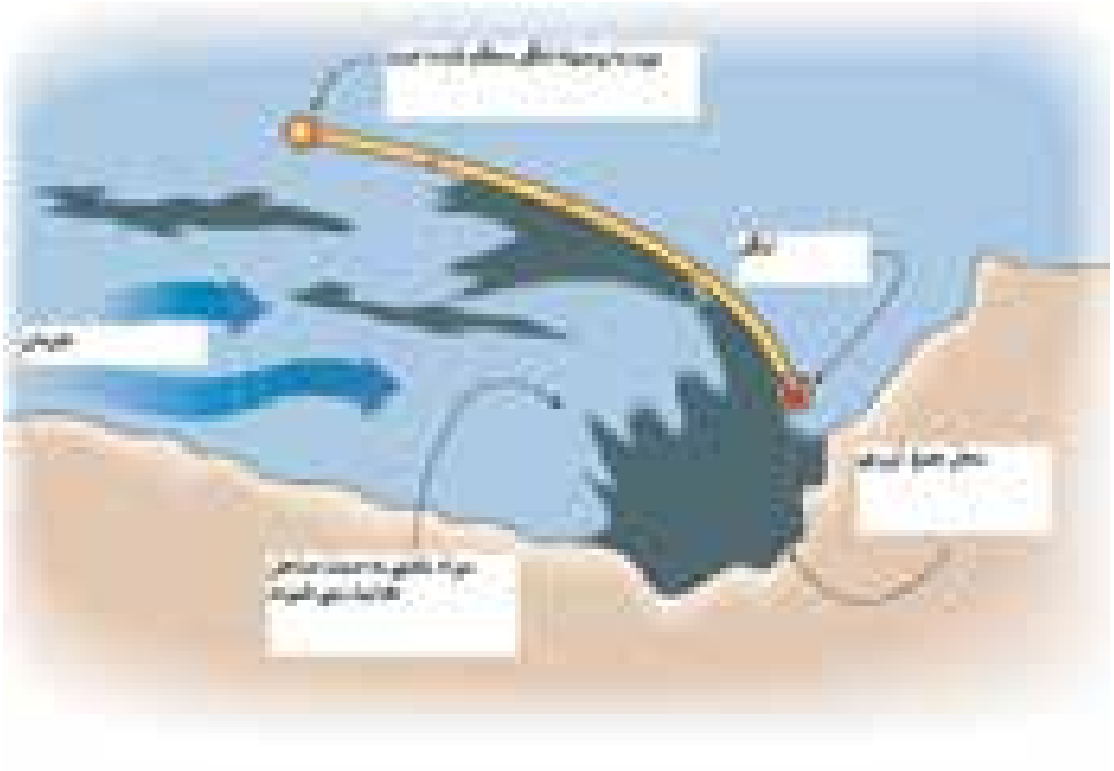
استفاده و بکارگیری بوم‌ها

به طور کلی بوم‌ها برای محدود کردن آلودگی‌های نفتی به کار می‌روند، اگر چه بوم‌ها در انحراف آلودگی‌های نفتی نیـز کاربرد دارند. زمانی که از بوم‌ها در محدود کردن آلودگی‌های نفتی استفاده می‌شود، معمولاً شکل اسـتفاده از آن‌هـا بـه شکل حروف لاتین U، VوJ می‌باشد که شکلU متداول‌ترین شکل آن‌هاست که بـه وسـیله یـدک شـدن پشـت دو کشتی، مهار کردن بوم و یا ترکیب این دو حالت به دست می‌آید. شکلU در بوم‌ها با ایجـاد جریـان مخـالف در مرکـز بوم‌ها ایجاد می‌شود. نکته اساسی در این روش این است که جریانی که به راس U وارد می‌شود، نبایـد از m/s 0. 5یـا یک گره دریایی تجاوز کند، که این موضوع به سرعت بحرانی بر می‌گردد. سرعت بحرانی، سرعت جریان قـائم بـر بـوم است که باعث خارج شدن نفت از حصار بوم خواهد شد. در آب‌های آزاد، حالت U شکل با قرار دادن کامل بوم درپایین دست جریان آب به وجود خواهد آمد. در نتیجه سرعت بحرانی در این بوم‌ها نباید از سرعت بوم‌ها تجاوز کند، در صورتی که این اتفاق بیافتد، ابتدا کمی نفت از زیر بوم خارج شده و بعد از آن مقدار بسیار زیادی از نفت خارج خواهد شد، که این مورد از معایب موجود در بعضی از بوم‌ها است که در بخش بعدی توضیح داده خواهد شد. زمانی که بوم‌هـا در منـاطقی مورد استفاده قرار بگیرند که سرعت جریان آب از m/s 0. 5 و یا یـک گـره دریـایی تجـاوز کنـد ماننـد دریـا و مصـب

رودخانه‌ها، معمولاً شکل استفاده از این بوم‌ها به صورت بوم‌های انحرافی [66] می‌باشد، این بوم‌ها در جریان‌های مختلفی مورد استفاده قرارمی گیرند که در جدول 6 نشان داده شده‌اند، بنابراین سرعت بحرانی در این بوم‌ها افزایش پیدا نخواهد کرد. آلودگی‌های نفتی در نتیجه به مناطق دیگر به منظور جمع‌آوری و یا مناطقی با حساسیت پایین‌تر منحرف خواهند شدکه در شکل 15 مشاهد می‌شود.

جدول 6- زاویه انحراف و سرعت جریان بحرانی

زاویه (درجه)	سرعت جریان قائم بر بوم قبل از رسیدن به سرعت بحرانی
90	5 .0
75	5 .0
60	6 .0
45	7 .0
35	9 .0
15	1/9



شکل 15- استفاده از بوم برای انحراف جریان

[٦٦] Deflection mode

زمانی که جریان‌های قوی باعث ایجاد اشکال در موقعیت قرارگیری بوم‌ها می‌شوند به کارگیری چندین بوم بـه منظـور هدایت و سرریز کردن جریان‌ها، به تدریج به سمت دیگر جریان آب موثر خواهد بود که این روش در آب‌های ناآرام و در مکان‌هایی که یک بوم به تنهایی کارایی ندارد، موثر خواهند بود.

معمولاً انحرافها به صورت خطوط مستقیم صورت می‌گیرد، اما معمـولاً تغییـر شـکل در راس بـوم‌هـا بـه دلیـل وجـود جریان‌هاست، برای جلوگیری از انحراف بوم‌ها در جریان‌های قوی نیازمند به مهار کـردن سراسـر طـول بـوم‌هـا اسـت. صورتبندی شکل U در بوم‌ها باعث جلوگیری از پخش آلودگی‌های نفتی در خلیج‌ها و دیگر نقاط حساس خواهـد شـد. شکل دیگری از بوم‌ها به شکل J می‌باشد که این بوم‌ها در محدود کردن آلودگی‌های نفتی کاربرد دارند. دو شکل JوU به راحتی قابل تغییر هستند.

بوم‌هایی با شکل V، معمولاً متشکل از دو بوم هستند که به وسیله یک نیروی متقابـل ماننـد اسـکیمر، در راس آن‌هـا تشکیل شده‌اند. محدود کردن آلودگی‌های نفتی یکی دیگر از روش‌های استفاده از بوم‌هـا اسـت. کشـتی‌هـای بـه گـل نشسته در مناطق کم عمق دریا معمولاً به وسیله بوم محصور می‌شوند، بوم‌ها از جابجایی بیشتر آلـودگی‌هـای نفتـی از سمت کشتی به مناطق دیگر دریایی جلوگیری می‌کنند. از دست رفتن آلودگی‌های نفتی بـه وسـیله بـوم زمـانی اتفـاق می‌افتد که ظرفیت بوم تکمیل شده است و یا امواج قوی باعث خروج آلودگی نفتی از زیـر بـوم مـی‌شـوند. اگـر چـه در بسیاری ازموارد استفاده از بوم باعث جلوگیری از نشت‌های بعدی و پراکندگی آلودگی نفتی خواهد شد.

روش محاصره به وسیله بوم یکی از روش‌های پیشگیری در برابر آلودگی‌هـای نفتـی در نزدیـک تاسیسـات بـارگیری و تخلیه مواد نفتی می‌باشد. کارایی این روش در آب‌های آرام است و مقادیر کم از آلودگی‌های نفتی مربوط به نشت‌هـای کوچک نفتی توسط این روش قابل محصور کردن می‌باشند.

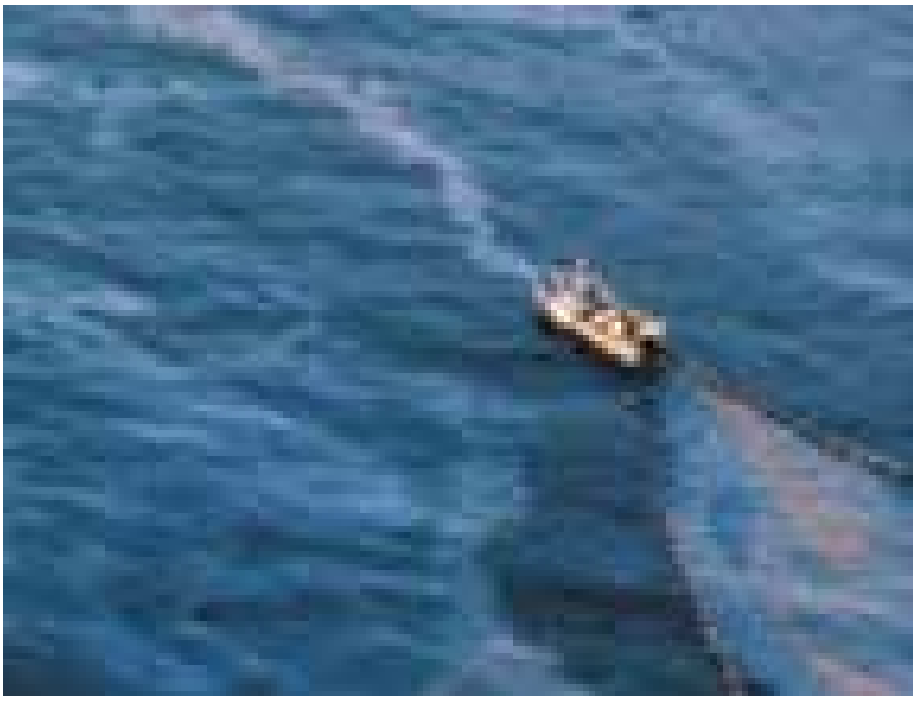
استفاده از بوم‌ها در لنگرگاهها، تاسیسات ساحلی، بنادر و دیگر سازه‌های دائمی دریایی به صورت ثابـت مـی‌باشـد. ایـن ساختارها به وسیله اتصال دهنده‌های متحرک به یکدیگر ارتباط دارند. اتصال دهنده‌ها به بوم‌ها قابلیت بالا و پایین رفتن در برابر جریان‌های جزر و مدی را می‌دهند. هدف استفاده از این بوم‌ها حفاظت از یک منطقه ویژه در برابر آلودگی‌هـای نفتی می‌باشد.

بوم‌ها در مناطقی که نفت در آن مناطق پیوسته تخلیه و بارگیری می‌شود، نیز مورد استفاده قرار می‌گیرنـد. مـی‌تـوان از بوم‌ها به عنوان وسایل محدود کننده پشتیبان برای کاربرد در نزدیکی وسایل جداکننده نفت و آب استفاده کـرد. در ایـن موارد ازبوم‌ها با طول عمر بالا استفاده می‌شود. استفاده از بوم‌ها به شـکل جـاروبی [67]در انحـراف آلـودگی‌هـای نفتـی و محدود کردن آن‌ها به منظور برداشت آلودگی‌های نفتی نقش مهمی خواهد داشت. شکل جاروبی به وسیله یـک بـازوی ثابت به شکل U ایجاد می‌شود که در شکل 16 نشان داده شده است.

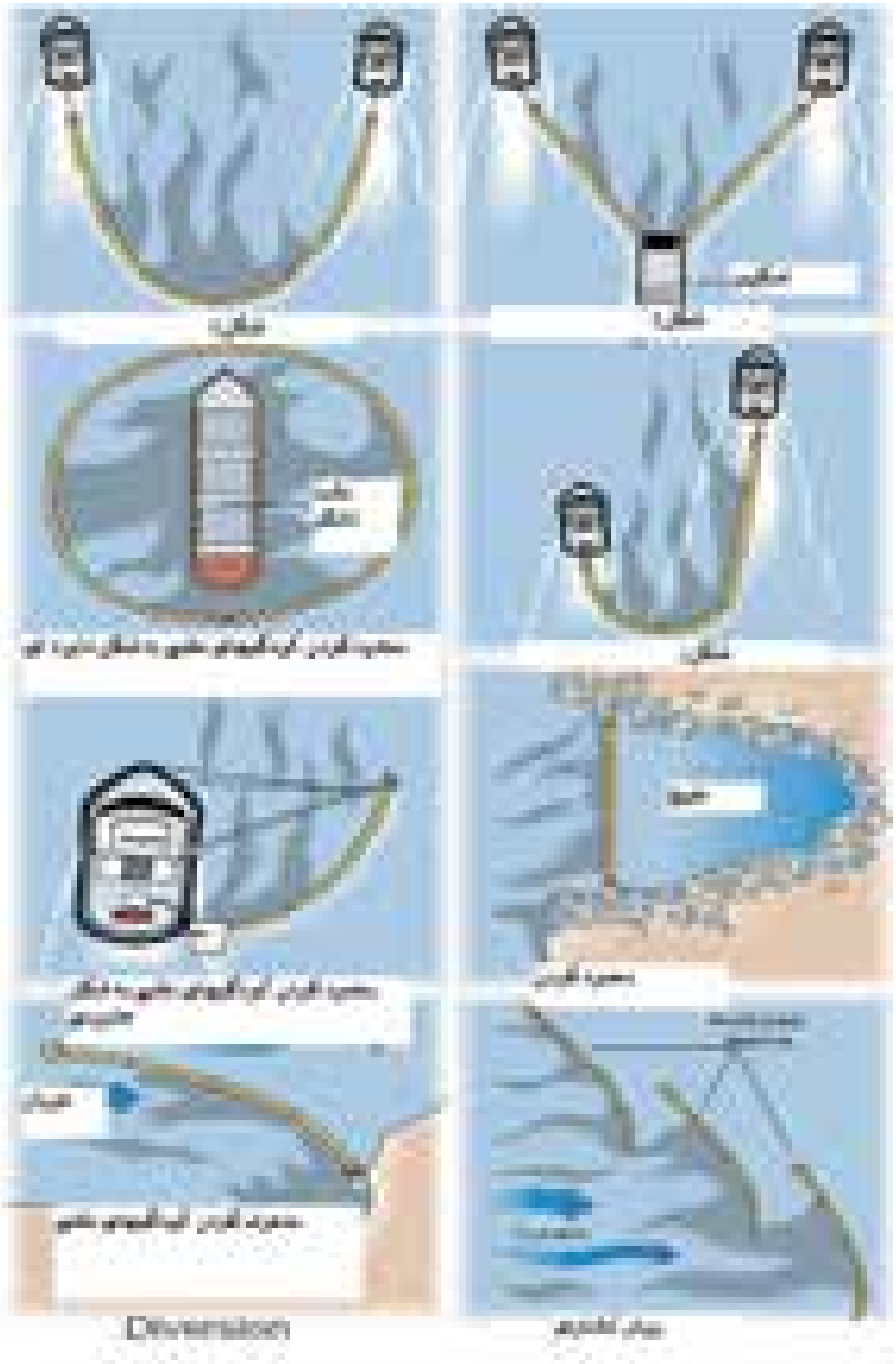
اسکیمرها معمولاً در بوم‌هایU شکل و یا در بدنه کشتی‌ها به صورت ثابت قرار می‌گیرند، این بـوم‌هـا باعـث انحـراف آلودگی‌های نفتی خواهند شد. شکل‌های مختلفی از بکارگیری بوم‌ها در شکل 16 نشان داده شده است.

---

[67] Sweep



شکل 53: **بکارگیری بوم به شکل V برای انتقال مستقیم مواد نفتی به داخل اسکیمر**

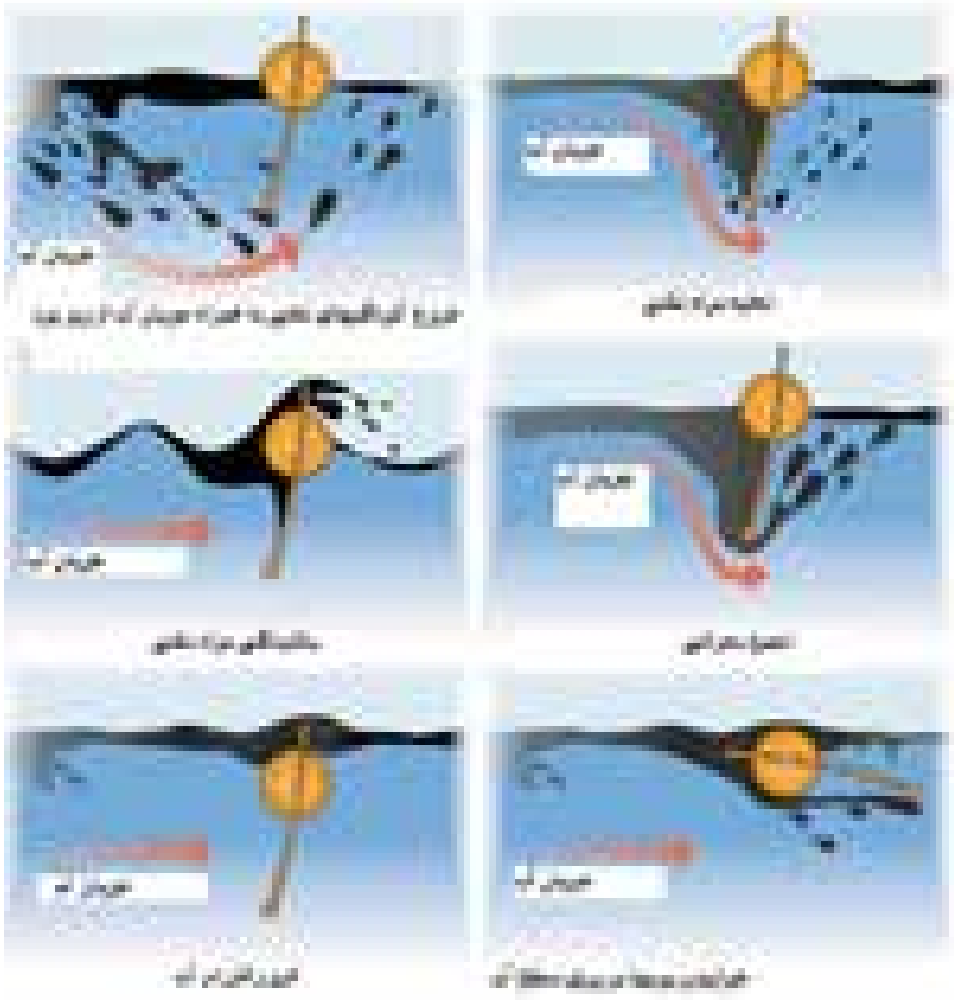


شکل 16- شکل‌های مختلف پهن کردن بوم‌ها

اشکالات به وجود آمده در بکارگیری بوم‌ها [68]

کارایی بوم‌ها و توانایی آن‌ها در محدود کردن آلودگی‌های نفتی، بستگی به جریان آب، امواج و وزش بـاد در دریـا دارد. موارد ذکر شده باعث ایجاد اشکال در کارایی بوم خواهند شد.

هشت مورد از متداول‌ترین اشکالات به وجود آمده در بوم‌ها در این بخش توضیح داده شده است که بعضی از این موارد را در شکل 17 می‌بینیم



شکل 17- اشکالات به وجود آمده در هنگام بکارگیری بوم‌ها

1- خروج آلودگی‌های نفتی به همراه جریان آب از زیر بوم [69]

این اتفاق معمولاً در جریان‌های قوی دریا و در مورد نفت‌های سبک رخ می‌دهد. در صورتی که سرعت جریان بسیار بالا باشد، بوم‌ها در دریا مثل سد عمل می‌کنند و جریان آب کنترل شده به سمت پایین بوم هدایت شده و لکه‌های نفتی بـه همراه آب از زیر بوم به سمت دیگر هدایت می‌شوند و باعث خروج لکه‌های نفتی اززیر بوم و حرکت آن به سمت دیگـر بوم می‌شود. سرعت جریان آب باعث ناپایداری امواج و باعث شکست قطرات نفتی می‌شود که همه این موارد مربوط به

[٦٨] Boom Failures
[٦٩] Entrainment Failures

سرعت بحرانی است. سرعت بحرانی، سرعت جریان قائم بر بوم است که باعث منحرف شدن نفت از زیر بوم خواهد شد، برای بیشتر بوم‌ها که در جهت قائم جریان قرار دارند، سرعت بحرانی در حدود 0. 5 m/s و در حدود یک گره دریایی است که در جریان‌های دریایی بیشتر از سرعت بحرانی برای غلبه بر این مشکل می‌توان بوم‌ها را در زوایای جریان و به صورت انحرافی قرار داد تا زمانی که جریان در بیشتر رودخانه‌ها و خورها از سرعت بحرانی 0. 5 m/s (یک گره دریایی) تجاوز می‌کند، تنها راه برای حفظ آلودگی‌های نفتی توسط بوم، قرار دادن بوم‌ها به صورت انحرافی است. سرعت تقریبی بحرانی برای قرار دادن بوم‌ها در زوایای مختلف جریان در جدول 6 آورده شده است.

شکل 54: جریان‌های بلند باعث چرخش و یا رفتن بوم به زیر آب خواهد شد

2- تخلیه مواد نفتی [70]

مشابه حالت خارج شدن آلودگی‌های نفتی به همراه جریان آب از زیر بوم، می‌توانیم به تخلیه مواد نفتی اشاره کنیم. این حالت مربوط به سرعت جریان آب است. بر اثر افزایش سرعت جریان و سرعت باد و مقاومت کمربند و شناورهای متصل به آن نفت زیر کمربند به دلیل عدم تحمل فشار باد وارده ازجانب کمربند شناور از قسمت زیر آن رها شده و محاصره لایه نفتی مختل می‌شود. این اتفاق معمولاً در مورد نفت‌های سبک اتفاق می‌افتد و همچنین بستگی به سرعت جریان و طراحی بوم مورد نظر نیز دارد.

3- تجمع بحرانی[71]

این اتفاق معمولاً در مورد نفت‌های سنگین که حرکت آن‌ها بر روی آب به سختی انجام می‌گیرد، اتفاق می‌افتد. نفت‌های سنگین تمایل دارند در لبه جلویی بوم‌ها تجمع پیدا کنند و زمانی که به نقطه تجمع بحرانی می‌رسند، از زیر بوم خارج می‌شوند. این تجمع معمولاً در سرعتهای بحرانی فهرست شده در جدول 6 اتفاق می‌افتد اما ممکن است تجمع این مواد در سرعتهای جریان پایین نیز اتفاق بیافتد.

---

۷۰ Drainage Failure
۷۱ Critical Accumulation

شکل 55: این عکس، بومی را نشان می‌دهد که مواد نفتی محدود شده را از دست داده است.

4- پاشیدن لکه‌های نفتی[72]

پاشیدن لکه‌های نفتی معمولاً در آب‌های آزاد و طوفانی اتفاق می‌افتد. زمانی که ارتفاع امواج از ارتفاع آزاد بوم‌ها بیشتر است و باعث پاشیده شدن نفت از روی سطح بوم و یا سطح آزاد آن می‌شود. از دیگر علتها می‌توانیم به تجمع بیش از حد مواد نفتی در مقایسه با ارتفاع ذخیره بوم‌ها اشاره کنیم.

5- فرو رفتن در آب[73]

فرو رفتن بوم در آب زمانی اتفاق می‌افتد که آب روی بوم قرار می‌گیرد. اگر میزان شناوری بوم برای حرکت در برابر امواج کافی نباشد، بعضی از بوم‌ها در زیر خط آب شناور خواهند شد و نفت از روی آن‌ها عبور خواهد کرد. این مشکل به دلیل پایداری کم، که بر اساس ذخیره شناوری و میزان انعطاف پذیری بوم است اتفاق می‌افتد. بیشترین مشکلات همراه بوم‌ها معمولاً خارج شدن آلودگی‌های نفتی به همراه جریان آب از زیر بوم است.

6- خوابیدن بوم‌ها بر روی سطح آب[74]

خوابیدن بوم‌ها بر روی آب معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که بوم‌ها از حالت عمودی خارج شده و به صورت افقی بر روی آب قرار می‌گیرند. این حالت باعث می‌شود که نفت از روی بوم و یا از زیر آن به سمت دیگر منتقل شود. این اتفاق معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که عامل کششی ضعیف باشد و نتواند به خوبی بوم را به حالت عمودی بر روی سطح آب کنترل کند و یا به کارگیری بوم‌ها در جریان‌های بیش از سرعت بحرانی باعث چنین اتفاقاتی خواهد شد.

7- عیوب ساختاری [75]

عیوب ساختاری در بوم‌ها معمولاً باعث خروج لکه‌های نفتی از زیر بوم و گاهی اوقات حمل بوم همراه جریان آب خواهد شد، که معمولاً این اتفاقات در جریان‌های عادی رخ نمی‌دهد.

مواد شناور بر روی آب مانند قطعات چوب، یخ و دیگر ذرات باعث پدید آمدن اشکالات در ساختار بوم‌ها خواهند شد.

8- گرفتگی در آب‌های کم عمق[76]

بوم در آب‌هایی کم عمق مانند سد عمل می‌کند و زمانی که جریان در زیر بوم افزایش پیدا می‌کند، باعث می‌شود که نفت به طریق مختلف از زیر سطح بوم به خارج هدایت شود. در آب‌های کم عمق استفاده از بوم‌های کوچکتر کارایی

---

[۷۲] Splash over
[۷۳] Submergence Failure
[۷٤] Planing
[۷٥] Structural Failure
[۷٦] Shallow water blockage

بیشتری نسبت به بوم‌های بزرگتری دارد. اگر چه این مسئله باید در نظر گرفته شود که استفاده از بـوم در آب‌هـای کـم عمق کارایی چندانی نخواهد داشت.

تجهیزات کمکی[77]

دسته زیادی از تجهیزات کمکی به همراه بوم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. گیره‌ها، معمولاً بـرای جابجـایی بـوم‌هـای کوچک که به وسیله دست انجام می‌شود مورد استفاده قرار می‌گیرند. جرثقیل بـرای جابجـایی بـوم‌هـای بزرگتـر مـورد استفاده قرار می‌گیرند. بدون وجود چنین تجهیزاتی برای جابجایی بوم‌ها باید از طناب و کابلهایی که در اطراف بوم قـرار می‌گیرد، استفاده شود که ممکن است باعث بروز صدماتی شود. بعضی از بوم‌ها دارای اتصالاتی در انتها برای اتصال بـه بوم‌های دیگر و همچنین دارای تجهیزاتی برای یدک کشیدن و مهار کردن بوم‌ها هستند. طناب یا زنجیرهای کوتاه که کشتی یدک شونده را به طناب اصلی یدک، متصل می‌کند از فرو رفتن بوم‌ها در آب جلوگیری می‌کنند. بوم‌هایی که در منطقه آلودگی نفتی قرار می‌گیرند، باید در برابر جابجایی جریان مقاومت داشته باشند. لنگر، تجهیزات مربوط به لنگـر و طناب مربوط به لنگر همراه با تجهیزات بوم مورد استفاده قرار می‌گیرد. بوم‌ها معمولاً بر روی ریل‌ها و یا در کانتینرهـای مخصوص به منظور استفاده سریع و کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مسئله به خصوص در بوم‌های سـنگین و ضد آتش که در حدود 50 متر از این بوم‌ها در حدود 100 کیلوگرم وزن دارد، صادق است.

شکل 56: قرقره‌ها معمولاً برای بوم‌هایی که قابلیت باد کردن دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

[77] Ancillary equipment

سدها و بوم‌های جاذب[78]

در بوم‌های جاذب برای محدود کردن و جمع‌آوری نفت از مواد جاذب و متخلخل مانند الیاف پلی پروپیلن و بافتها استفاده می‌شود. مواد جاذب با محدود کردن آلودگی نفتی، آن را به راحتی جذب می‌کنند. بوم‌های جاذب معمولاً برای از بین بردن بقایای نفتی و بازمانده‌های حاصل از عملیات پاکسازی از روی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. میزان جذب نفت در بوم‌های جاذب، معمولاً برای مقابله‌های اولیه در برابر آلودگی‌های نفتی کاربرد چندانی ندارد. بوم‌های جاذب نیازمند تجهیزات کمکی برای جلوگیری از شکستگی در برابر امواج هستند. این بوم‌ها باید قدرت شناوری در آب، در زمانی که به وسیله نفت اشباع می‌شوند را داشته باشند. همچنین در هنگام برداشت این گونه بوم‌ها از روی آب باید اطمینان حاصل شود، که آلودگی‌های نفتی به داخل آب باز نمی‌گردند.

بوم‌های مورد استفاده در مصارف خاص

بوم‌های ضد آب جزر و مدی[79] در روی سطح آب به شکل بالا و پایین حرکت می‌کنند. این بوم‌ها در هنگام جزر کامل، خاصیت ضد آب بودن خود را حفظ می‌کنند. این بوم‌ها معمولاً برای حفاظت خطوط ساحلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بوم‌های مخصوص مناطق برفی[80] برای محدود و منحرف کردن آلودگی‌های نفتی در مناطق برفی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این بوم‌ها دارای روزنه و شکاف‌هایی به منظور عبور آب و نفت هستند، و یخ از بین این منافذ عبور نمی‌کند. سدهای حبابی[81] شامل سیستم تولید حباب در زیر آب هستند. در این روش حباب‌هایی که بر روی سطح آب بالا می‌آیند باعث انحراف نفت از روی سطح آب خواهند شد. سدهای حبابی در مناطق ثابت بندری و اسکله‌های باری مورد استفاده قرار می‌گیرند. سدهای حبابی معمولاً در مناطق با جریان‌های آرام مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شکل 57: بوم‌های جاذب برای لایه‌های نازک نفتی و یا به عنوان پشتیبان برای بوم‌های دیگر مورد استفاده هستند.

---

[78] Sorbent booms and brriers
[79] Tidal seal boom
[80] Ice boom
[81] Bubble barrier

مفهوم سدهای حبابی، در شکل 18 نشان داده شده است. جریان هوا و آب با فشار بالا[82]نیز در انحراف آلودگی‌های نفتی، نقش دارند. به دلیل نیاز به تجهیزات با انرژی بالا این روش معمولاً به همراه اسکیمرها و تاسیسات ثابت جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در سدهای شیمیایی[83] با استفاده از مواد شیمیایی نفت به حالت جامد تبدیل می‌شود و از پراکندگی مواد نفتی جلوگیری به عمل می‌آید. میزان کارایی سدهای شیمیایی برای محدود کردن آلودگی‌های نفتی بسیار محدود است. بوم‌های شبکه‌ای از شبکه‌هایی برای جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی مانند تاربال‌ها ساخته شده‌اند. انرژی هیدرودینامیکی موجود در این بوم‌ها به نسبت بوم‌های دیگر کمتر است. تورهای نفتی[84] شبیه بوم‌هایی شبکه‌ای هستند ولی این تورها معمولاً به شکل U[85] درست شده‌اند و توانایی جمع‌آوری مواد نفتی در داخل خود را دارا می‌باشند. بوم‌های مقاوم در برابر آتش معمولاً برای سوزاندن مواد نفتی در محل وقوع آلودگی‌های نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این بوم‌ها از مواد مخصوصی که در برابر جریان‌های حرارتی مقاوم هستند، ساخته شده‌اند.

عکس 58: مراحل آزمایش بوم و اسکیمر در تاسیسات (OHMSETT) برای تعیین میزان کارایی تجهیزات به منظور بالا بردن کیفیت این تجهیزات را نشان می‌دهد

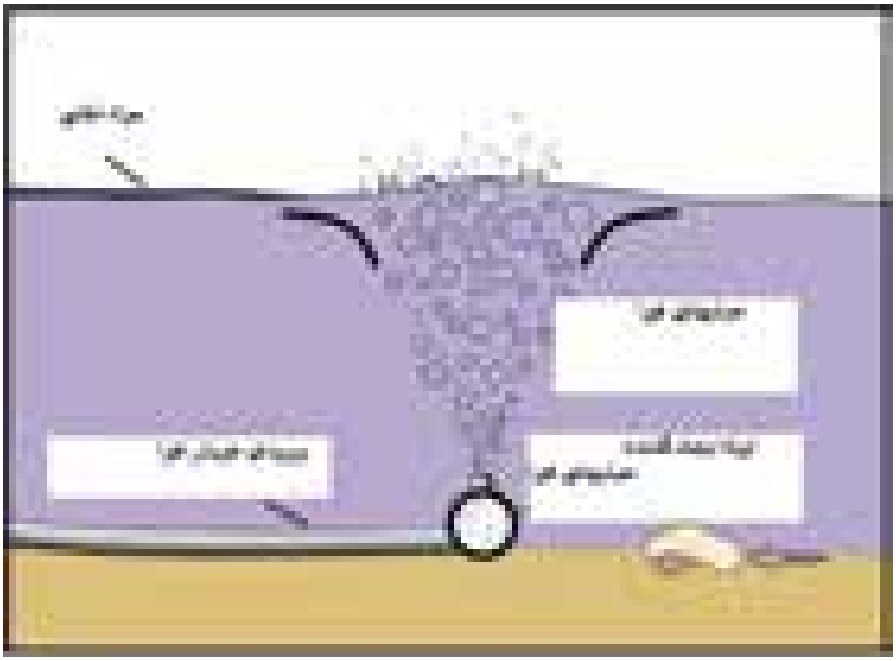
بوم‌ها و سدهای دست ساز موقتی

گاهی اوقات برای محدود کردن آلودگی‌های نفتی بر روی زمین و خشکی از بوم‌های دست ساز موقتی استفاده می‌شود. بوم‌های دست ساز معمولاً در جریان‌های کوچک آب مورد استفاده قرار می‌گیرند، همانطور که در شکل 19 و 20 نشان

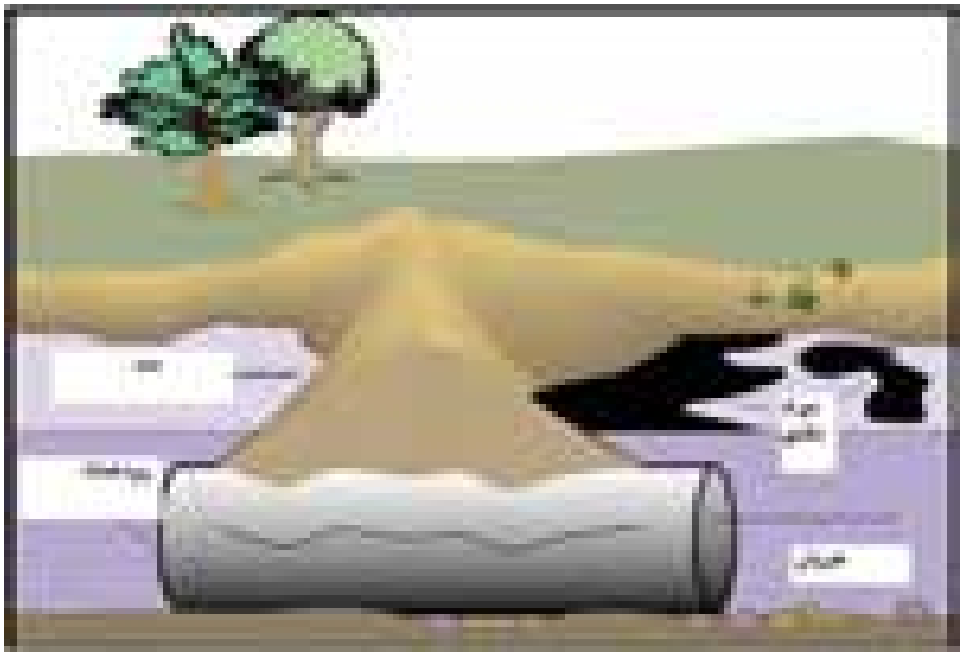
---

[۸۲] Air or water streams
[۸۳] Chemical barriers
[۸٤] Net booms
[۸٥] Fire-resistant boom

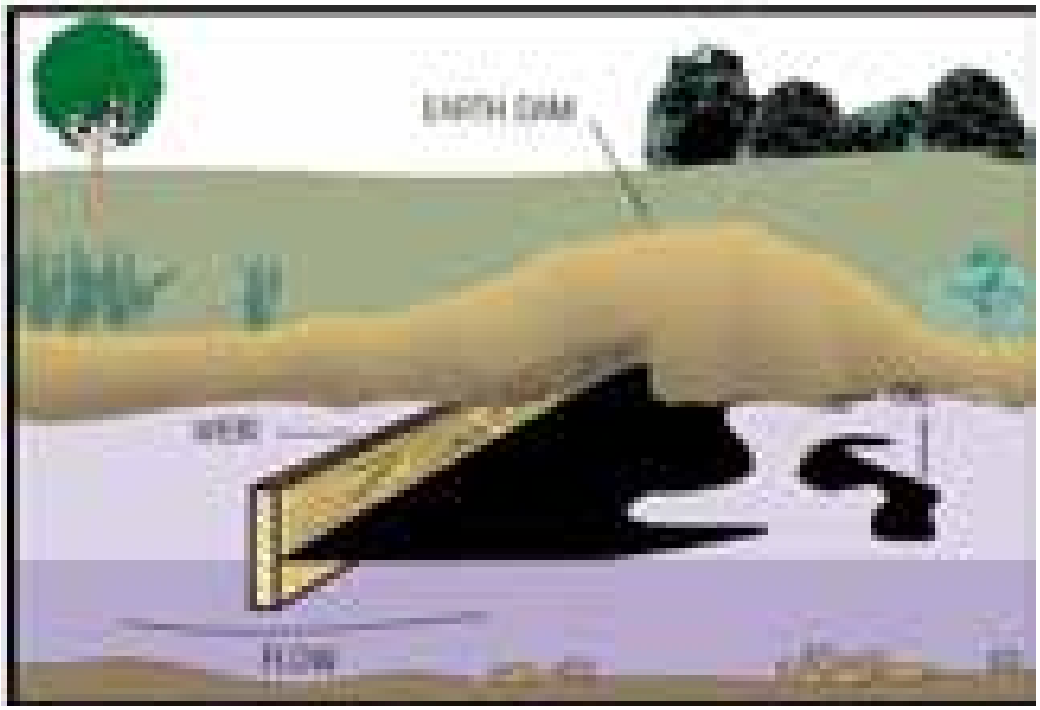
داده شده است. این بوم‌ها نسبت به بوم‌های تجاری از قیمت پایین‌تری برخوردار هستند، هر چند این بـوم‌هـا اسـتقامت کافی در برابر جریان‌های قوی را نخواهند داشت.



شکل 18- سدهای حبابی



شکل 19- سد دست ساز برای محدود کردن آلودگی‌های نفتی در زیر زمین



شکل 20- سد دست ساز برای محدود کردن آلودگی‌های نفتی در زیر زمین

فصل هفتم- جمع‌آوری مواد نفتی از روی سطح آب

جمع آوری مواد نفتی از روی سطح آب، مرحله بعدی پس ازمحدود کردن آلودگی نفتی در عملیات پاکسازی لکه نفتی می‌باشد. معمولاً این مرحله از مهمترین مراحل در حذف آلودگی‌های نفتی از سطح آب است. همانطوری که در فصل قبل به آن اشاره شد، مسئله مهم در محدود کردن آلودگی نفتی بالا بردن غلظت، به منظور افزایش ضخامت لایه نفتی و سهولت در جمع‌آوری لکه‌های نفتی است. در عملیات پاکسازی، دو مرحله، محدود کردن و جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی، معمولاً در یک زمان انجام می‌شوند. پس از به کارگیری بوم‌ها در منطقه به منظور محدود کردن آلودگی نفتی و اثر بخش بودن روش باید به بلافاصله نیروی انسانی و تجهیزات به محل اعزام شوند.

در صورت پراکندگی زیاد آلودگی نفتی بر روی سطح آب، جمع‌آوری آن مشکل و در بعضی از موارد غیر ممکن خواهد بود. در این فصل، سه روش مهم فیزیکی جمع‌آوری لکه‌های نفتی از روی سطح آب بررسی می‌شود، که این سه روش عبارتند از استفاده از اسکیمر، مواد جاذب و جمع‌آوری به روش دستی که این روش‌ها در مناطق آلوده به مواد نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر کدام از این روش‌ها محدودیت خاصی را شامل می‌شوند که بستگی به میزان نفت ریخته شده، شرایط آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی منطقه دارد.

روش‌های جایگزین مقابله با آلودگی‌های نفتی به طور مستقیم در فصل نهم و دهم مورد بحث قرار گرفته است. جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی از روی خشکی در فصل دوازدهم بررسی خواهد شد.

اسکیمرها[86]

اسکیمرها، وسایل مکانیکی هستند که به منظور جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی از روی آب طراحی شده‌اند، با توجه به اندازه بزرگ و ظرفیت بالای آن‌ها، این وسایل از راندمان بالایی برخوردار هستند. اسکیمرها با توجه به منطقه‌ای که مورد استفاده قرار می‌گیرند به عنوان مثال در نزدیکی و یا دور از ساحل و در آب‌های کم عمق و دریاچه‌ها کاملاً متفاوت خواهند بود. همچنین با توجه به ویسکوزیته نفت‌های مختلف میزان بازدهی آن‌ها مختلف خواهند بود. اشکال مختلفی از اسکیمرها وجود دارد.

اسکیمرها از بخش‌های مستقلی تشکیل شده‌اند، که می‌توان آن‌ها را در داخل کشتی قرار داد. استفاده از وسایل محدود کننده آلودگی نفتی به همراه اسکیمرها در حالت ساکن و یا متحرک نیزامکانپذیر می‌باشد. بعضی از اسکیمرها شامل مخزنی برای جمع‌آوری نفت هستند و بعضی دیگر دارای تجهیزات تصفیه کننده نفت به منظور تصفیه نفت جمع‌آوری شده هستند.

کارایی اسکیمرها بر اساس میزان نفت جمع‌آوری شده به علاوه میزان آبی است که توسط نفت جمع‌آوری می‌شود. جداسازی آب از نفت جمع‌آوری شده توسط اسکیمر به سختی جمع‌آوری نفت اولیه خواهد بود. کارایی روش بستگی به نوع نفت ریزش شده، ویسکوزیته، ضخامت لایه نفتی، شرایط دریا، سرعت باد، آب و هوای محیط، وجود یخ در آب و

---

[86] Skimmer

دیگر ذرات موجود در آب دارد. بهترین کارایی اسکیمر بر روی لایه‌های ضخیم نفتی می‌باشدو استفاده ازآنها معمولاً بـر روی لایه‌های نازک نفتی، بازده قابل قبولی نخواهد داشت. اسکیمر معمولاً در جلوی بوم قرار می‌گیرد و یا در نقطـه‌ای که بیشترین غلظت نفتی وجود دارد. با استفاده از آن روش، بیشترین مقدار نفت قابل بازیافت خواهـد بـود. جهـت قـرار گیری اسکیمرها در جهت وزش باد و در راستای بوم‌ها خواهد بود، بنابراین وزش باد باعث هدایت آلودگی‌های نفتـی در جهت اسکیمرها خواهد شد.

گاهی اوقات اسکیمرهای کوچک مهار می‌شوند و توانایی در بر گرفتن لکه‌های نفتی را دارا هستند. شرایط آب و هـوایی در مناطقی که در آن آلودگی نفتی اتفاق افتاده است بر میزان کارایی اسکیمر اثـر خواهـد گذاشـت. تمـام اسـکیمرها در آب‌های آرام از کارایی بالاتری برخوردار هستند. اکثر اسکیمرها در آب‌هایی که در آن‌ها شاخه‌ها، علفهای هرز دریـایی و مواد جامد شناور وجود دارد، قابلیت اجرای موثر نخواهد داشت. بعضی از اسکیمرها در اطـراف خـود دارای شـبکه‌هـایی برای جلوگیری از ورود موادو قطعات یخ به داخل دستگاه می‌باشند.

عکس 59- جمع‌آوری آلودگی نفتی توسط اسکیمر طنابی از زیر برف

نفت‌های خیلی سنگین، تاربال‌ها[87] و ذرات جامد نفتی باعث گرفتگی اسکیمرها خواهنـد شـد و پمپـاژ نفـت بـه منظـور جمع‌آوری نفت از سیستم را دچار اختلال خواهنـد کـرد. اسـکیمرها بـر اسـاس نحـوه عملکردشـان تقسـیم مـی‌شـوند: اسکیمرهای با سطح اولئوفیلیک[88]، اسکیمرهای مانعی[89]، اسکیمر مکشی یا دسـتگاه خـلاء[90]، اسـکیمرهای بالابرنـده[91]، اسکیمرهای غوطه‌ور در آب[92]، اسکیمرهای گردابی[93] وگریز از مرکز[94] که هـر کـدام ازایـن اسـکیمرها دارای محاسـن و معایب مشخص هستند که در این فصل بررسی می‌شوند همچنین به بررسی دیگر وسایل برای جمع‌آوری آلودگی‌هـای نفتی از روی آب پرداخته می‌شود.

---

[87] Tarballs
[88] Oleophilic surface skimmer
[89] Weir skimmer
[90] Suction skimmer
[91] Elevating skimmer
[92] Submersion skimmers
[93] Vortex
[94] Centrifugal skimmers

عکس 60: یک نمونه نفت سنگین، که برای جمع‌آوری آن از داخل بوم نیاز به ماشین آلات سنگین است

اسکیمرهای با سطح اولئوفیلیک

اسکیمرهای با سطح اولئوفیلیک که گاهی اوقات با نام اسکیمرهای جذب سطحی خوانده می‌شوند. سطوح این نوع از اسکیمرها دارای خاصیت چسبندگی برای جداسازی آلودگی‌های نفتی ازسطح آب می‌باشند. این سطوح چسبنده به شکل‌های صفحه‌ای، استوانه‌ای، نواری، برسی و یا طنابی هستند که این سطوح بر روی سطح آب و بر روی آلودگی‌های نفتی قرار می‌گیرند. غلطک فشار و تیغه‌های پاک کننده باعث جداسازی آلودگی‌های نفتی و جمع‌آوری آن‌ها در مخازن ذخیره سازی در داخل کشتی خواهند شد یا اینکه نفت به طور مستقیم به داخل مخازن مستقر در اسکله و یا ساحل پمپ خواهند شد. سطوح اولئوفیلیک می‌توانند از جنس فولاد، آلومینیم، منسوجات و یا پلاستیک مانند پلی پروپیلن یا پلی وینیل کلرید باشند. اسکیمرهایی که جنس سطح آن‌ها اولئوفیلیک می‌باشد نسبت به اسکیمرهای دیگر میزان آب کمتری را جذب می‌کنند که این مسئله نشان دهنده میزان جذب بالای نفت نسبت به آب می‌باشددر نتیجه این نوع از اسکیمرها قابلیت جذب لایه‌های نازک نفت را دارا هستند. اسکیمرها توانایی قرارگیری در معرض یخ و قطعات پراکنده در روی آب را نخواهند داشت. اسکیمرها در تمام اندازه‌ها وجود دارند و با توجه به نوع آلودگی نفتی نوع اسکیمر و لایه جذب کننده سطحی، متفاوت هستند، قواعد بکارگیری اسکیمرهای با سطح اولئو فیلیک در شکل بیست و یکم توضیح داده شده است.

اسکیمرهای صفحه ای[95] اشکال متعددی از اسکیمرهای با سطح اولئوفیلیک می‌باشند که این صفحه‌ها معمولاً از جنس پلی وینیل کلرید و فولاد هستند. این نوع از اسکیمرها قابلیت استفاده برای نفت‌های سبک و در شرایط امواج دریا و درمیان علف‌های دریایی و دیگر مواد جامد روی آب را دارا می‌باشند که معمولاً از لحاظ حجم کوچک و قابل حمل

[۹۵] Disk Skimmer

توسط یک یا دو نفر هستند. از جمله معایب این نوع از اسکیمرها می‌توانیم به سرعت جمع‌آوری پایین نفت اشاره کنیم که در مورد نفت‌های سبک و سنگین این مقدار بسیار پایین می‌باشد.

عکس 61: آزمایش اسکیمر برای جمع‌آوری نفت سبک

اسکیمرهای استوانه‌ای [96] یکی دیگر از انواع اسکیمرهای با سطح اولئوفیلیک می‌باشند این صفحات استوانه‌ای از جنس خاصی از پلیمر و فولاد ساخته می‌شوند، اسکیمرهای استوانه‌ای به راحتی قابلیت برداشت نفت‌های سبک را دارا هستند. از جمله معایب آن‌ها می‌توانیم به عدم توانایی در برداشت نفت سنگین توسط آن‌ها اشاره کنیم. اندازه اسکیمرهای استوانه‌ای نیز همانند اسکیمرهای صفحه‌ای کوچک است.

اسکیمرهای نواری[97]

اسکیمرهای نواری بر اساس مواد اولئوفیلیک به وسیله تسمه نقاله به یکدیگر متصل شده‌اند. اسکیمرهای نواری با برداشت آلودگی‌های نفتی ازروی سطح آب، باعث تسهیل در جمع‌آوری آن‌ها خواهند شد. حرکت اسکیمرهای نواری بر روی سطح آب باعث دور کردن آلودگی‌های نفتی از روی آب خواهد شد، که این مشکل با اسپری کردن آب و یا هدایت دستی اسکیمرهای نواری به سمت آلودگی‌های نفتی قابل حل می‌باشد.

از دیگر روش‌ها استفاده از نوارهای متخلخل برای جذب آلودگی‌های نفتی است و یا اسکیمرهای نواری وارونه[98] که باعث فرورفتن آلودگی نفتی در داخل آب خواهند شد در مرحله بعدی نفت‌های جذب شده توسط اسکیمر بعد از برگشت نوار به موقعیت مشخص در پایین اسکیمرها جدا خواهند شد. تمام انواع اسکیمرهای نواری، نفت‌های سنگین را به خوبی جذب می‌کنند و بعضی از آن‌ها به منظور جمع‌آوری تاربال و نفت‌های سنگین ساخته شده‌اند.

---

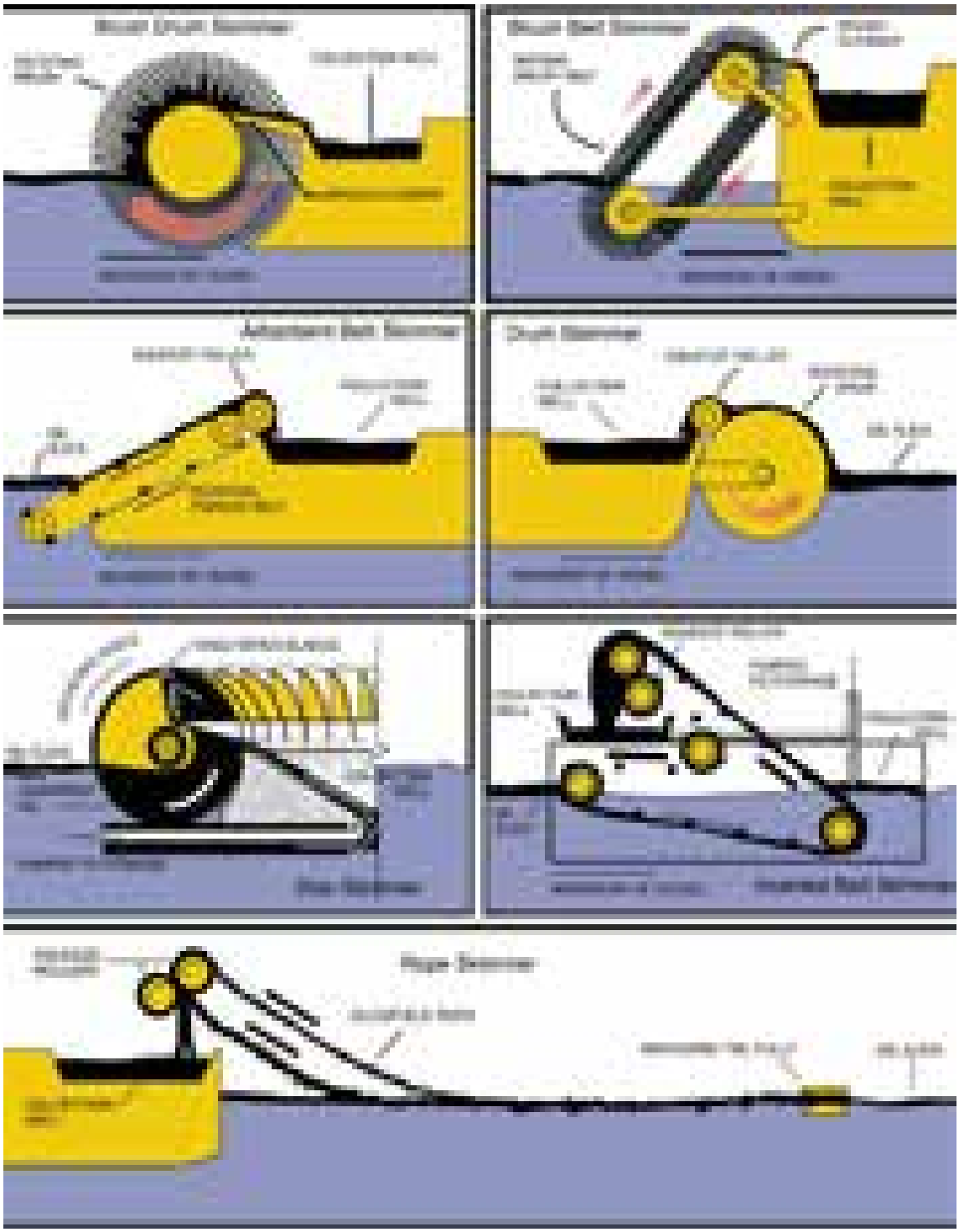
[۹۶] Drum skimmer
[۹۷] Belt Skimmer
[۹۸] Inverted Belt Skimmer

اسکیمر برسی[99] از رشته‌های پلاستیکی که به زنجیر یا استوانه متصل هستند، تشکیل شده‌اند. نفت از روی سطح اسکیمر برسی به وسیله دستگاه‌های جداکننده تیغه‌ای شکل جدا خواهد شد. اسکیمرهای برسی برای جمع‌آوری نفت‌های سنگین بسیار مناسب هستند، اما از آن‌ها برای جداسازی نفت‌های سبک و سوخت نمی‌توان استفاده کرد. اسکیمرهای استوانه‌ای برای جمع‌آوری سوخت‌های سبک واسکیمر برسی برای تمیز کردن نفت‌های سنگین است. این اسکیمرها همچنین در نواحی با مقدار یخ محدود و مواد شناور بر روی آب قابل استفاده هستند. اسکیمرهای برسی در تمام اندازه‌ها از اندازه کوچک قابل حمل تا اندازه بزرگ مخصوص نصب بر روی کشتی موجود هستند.

اسکیمر طنابی[100] این نوع ار اسکیمرها باعث جداسازی نفت ازروی آب به وسیله طناب‌های اولئوفیلیک از جنس پلی پروپیلن می‌شوند. بعضی از اسکیمرها از یک یا دو طناب تشکیل شده‌اند، این طناب‌ها به وسیله قرقره[101] محکم شده‌اند. از دیگر موارد استفاده از اسکیمرهای طنابی، می‌توانیم به چند ردیف از طناب‌های کوچک که در داخل آب به وسیله اسکیمر معلق متصل هستند، اشاره کنیم اسکیمرهای طنابی در مورد نفت‌های با میزان ویسکوزیته متوسط، کارایی خوبی از خود نشان می‌دهند. همچنین از این نوع اسکیمرها می‌توان برای جمع‌آوری نفت از آب‌های انباشته با یخ و ذرات جامد استفاده کرد. اسکیمرهای طنابی در اندازه‌های مختلفی وجود دارند از اندازه کوچک قابل حمل تا بخش‌های بزرگ که بر روی کشتی و شناورهای مخصوص قرار می‌گیرند.

---

[99] Brush Skimmer
[100] Rope Skimmer
[101] Pully



شکل 21: اسکیمرهای اولئوفیلیک

شکل 62- این عکس یک نوع از اسکیمر استوانه‌ای را نشان می‌دهد که در داخل شناور کوچک بکار گرفته شده است.

اسکیمرهای مانعی[102]

این نوع از اسکیمرها به منظور بالا آوردن سطح آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. سپس نفت جمع‌آوری شده توسط پمپ به خارج هدایت می‌شود. ساختار اسکیمرهای مانعی در شکل بیست و دوم نشان داده شده است. این وسایل در ساده‌ترین شکل، شامل یک مانع یا سد، مخزن جمع‌آوری و وسیله ارتباط خارجی یا پمپ داخلی برای خارج کردن نفت هستند. اندازه و شکل‌های مختلفی از انواع اسکیمرها وجود دارد. مشکل اصلی در اسکیمرهای مانعی، لغزش و خروج آن‌ها ازحالت تعادل در آب‌های متلاطم است.

مکش هوای این اسکیمرها باعث افزایش آب ورودی و کاهش نفت جمع‌آوری شده خواهد شد. اسکیمرهای مانعی شامل دستگاه تنظیم کننده خودکار میزان عمق هستند. بنابراین در این دستگاه‌ها سطح مشترک آب و نفت به خوبی تنظیم خواهد شد و باعث کاهش میزان آب جمع شده در دستگاه خواهد شد. اسکیمرهای مانعی در دریاهای یخ زده و آب و هوای بد کارایی نخواهند داشت. همچنین اسکیمرهای مانعی قادر به پاکسازی موثر نفت‌های سنگین و تاربال‌ها نیستند. اسکیمرهای مانعی علاوه بر اندازه بزرگی که دارند به صرفه و اقتصادی هستند. بهترین شرایط استفاده از آن‌ها در آب‌های آرام و مناطق حفاظت شده می‌باشد. گاهی اوقات اسکیمرهای مانعی همراه با بوم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، این دسته از اسکیمرها برای جمع‌آوری نفت‌های سبک کارایی بیشتری دارند.

[102] Weir Skimmer

عکس63: اسکیمرهای طنابی برای جمع‌آوری نفت‌هایی که دچار هوازدگی شده اند

اسکیمرهای مکشی یا خلاء[103]

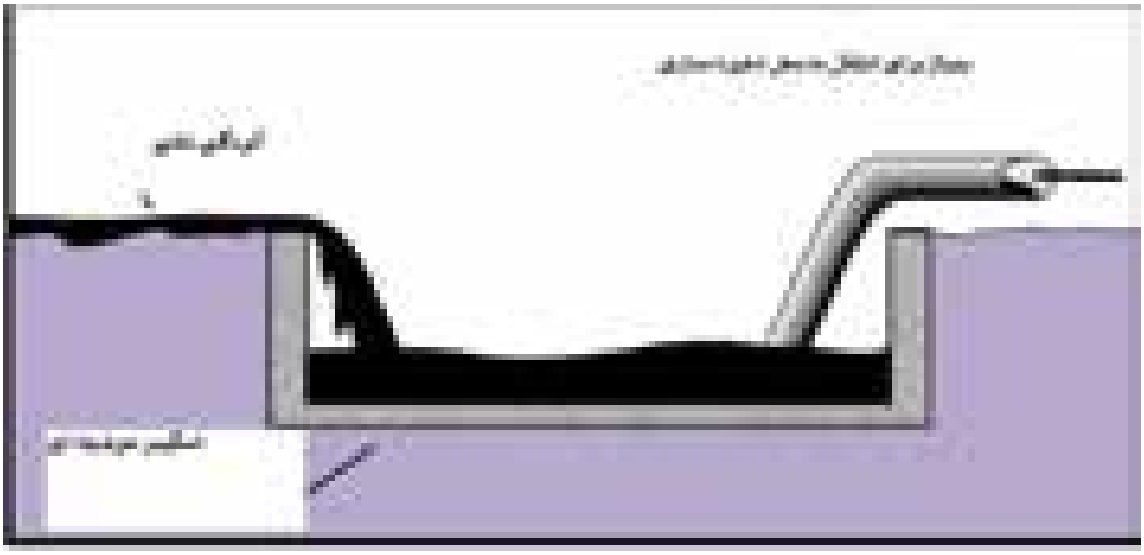
این نوع از اسکیمر شامل مکنده‌ای است که روی سطح نفت قرار می‌گیرد و به وسیله اختلاف فشار باعث جابجایی نفت از روی سطح آب خواهد شد. گاهی اوقات این نوع از اسکیمرها فقط یک جسم شناور کوچک هستند که به سیستم خارجی مکش متصل می‌باشند. بخش اصلی اسکیمرها به وسیله یک شلنگ تخلیه به مخزن متصل می‌شود، در این نوع از اسکیمرها نفت توسط یک پمپ دیافراگمی به داخل محفظه‌ای کشیده می‌شود.

اصول مربوط به عملکرد این دستگاه در شکل بیست و سه نشان داده شده است. اسکیمرهای خلاء شبیه به اسکیمرهای مانعی بر روی سطح آب قرار می‌گیرند و این دستگاه‌های معمولاً به یک پمپ خلاء خارجی متصل هستند و سیستم شناوری و سطح مشترک بین نفت و آب در این دستگاه‌ها باید تنظیم شود. مشکلات مربوط به این نوع از اسکیمرها دقیقاً مشابه با اسکیمرهای مانعی می‌باشد، این اسکیمرها مستعد گرفتگی به وسیله ذرات معلق در آب هستند که این مسئله باعث قطع جریان نفت و صدمه به پمپ خواهد شد. با توجه به تجربیات به دست آمده در مورد استفاده از این نوع از اسکیمرها، ارتعاش این اسکیمرها در آب‌های متلاطم باعث ورود مقادیر زیادی آب به همراه هوا در داخل این دستگاه‌ها خواهد شد. استفاده از آن‌ها محدود به استفاده در مورد نفت‌های سبک می‌باشد، علیرغم معایبی که گفته شد اسکیمرهای خلاء، اقتصادی‌ترین نوع اسکیمرها می‌باشند. با توجه به حجم کم استفاده از این نوع اسکیمرها در آب‌های آرام همراه با لایه‌های ضخیم نفتی بدون وجود ذرات خارجی معلق درآب بهترین عملکرد را نشان می‌دهند.

---

[۱۰۳] Suction or Vacum Skimmer

عکس 64: **اسکیمر برسی برای جمع‌آوری روغن‌های روان کننده (Lubricating Oil)**



شکل 22- اسکیمر مانعی

عکس 65: اسکمیر مانعی برای جمع‌آوری نفت سوخته شده حاصل از حادثه نفتی‌هاون (HAVEN)

اسکیمرهای بالابرنده[104]

اسکیمرهای بالابرنده به وسیله نقاله، نفت را از سطح آب جمع‌آوری و به منطقه جمع‌آوری نفت انتقال می‌دهند. نحوه کار این نوع از اسکیمرها در شکل بیست و چهارم نشان داده شده است. این دستگاه‌ها شامل تیغه‌های پاک کننده، چرخ تسمه نقاله هستند که بر روی سطح آب قرار می‌گیرند و نفت به وسیله صفحه و یا تسمه متحرک از سطح آب جمع‌آوری خواهد شد. عامل وزن باعث جداسازی نفت از تسمه نقاله خواهد شد. در این نوع اسکیمرها نگهداری تسمه نقاله بر روی خط آب مشکل خواهد بود.

این نوع ازاسکیمرها در آب‌های متلاطم و طوفانی با قطعات بزرگ مواد بر روی آب کاربرد نخواهند داشت. این نوع از اسکیمرها برای جمع‌آوری نفت‌های خیلی سبک و یاخیلی سنگین کاربرد ندارند. کاربرد اسکیمرهای بالارونده برای نفت‌های متوسط تا نسبتاً سنگین در آب‌های آرام می‌باشد.

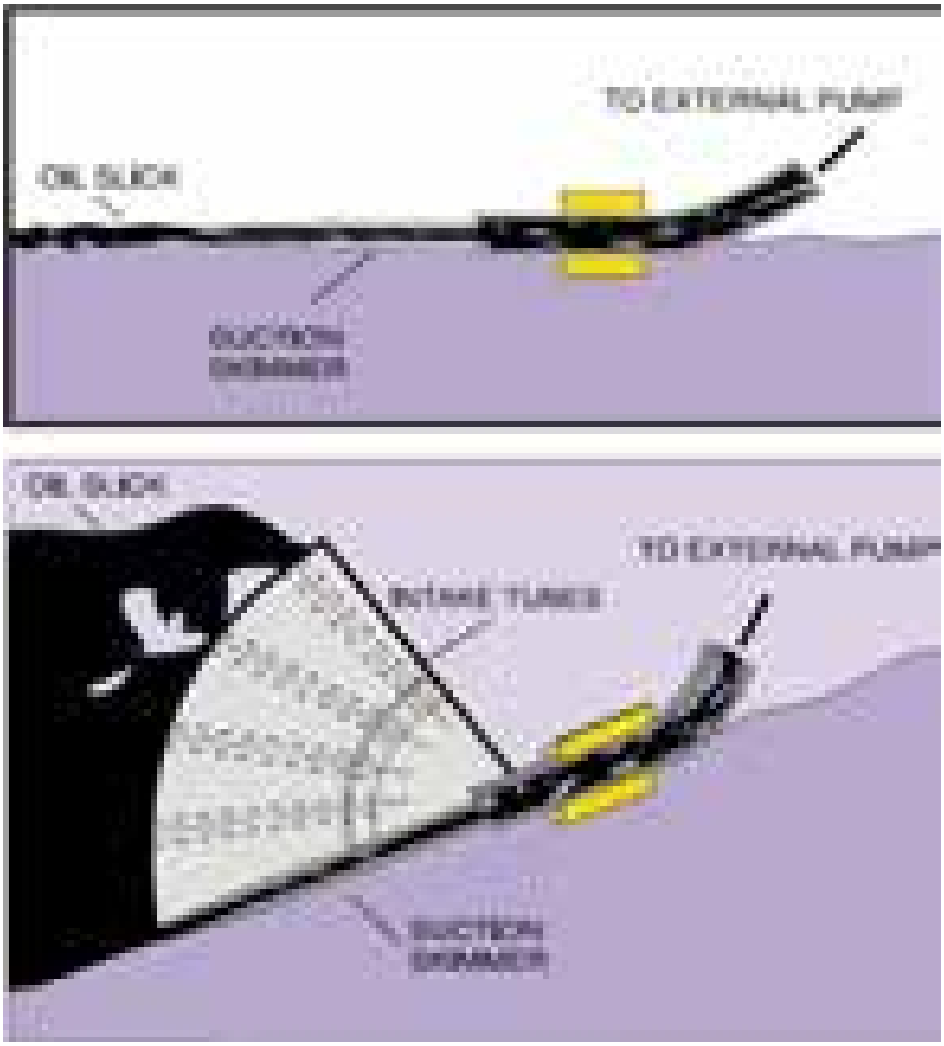
این نوع از اسکیمرها معمولاً بزرگ هستند و به کارگیری آن‌ها مستلزم قرارگیری آن‌ها در کشتی‌های مخصوص می‌باشد.

اسکیمرهای غوطه‌ور در آب[105] شامل تسمه و یا صفحات شیب دار هستند که آب‌های کم عمقی را به سطح می‌آورند، همانطور که در شکل بیست و پنج نشان داده شده است. تسمه و صفحات باعث جمع‌آوری نفت‌هایی می‌شوند که به سمت پایین حرکت می‌کنند، نفت‌های جمع‌آوری شده بر روی تسمه به وسیله کاردک ویا بر اساس نیروی وزن جدا می‌شوند. نفت‌های جمع‌آوری شده سپس به وسیله پمپ قابل جداسازی هستند. حرکت اسکیمرهای غوطه‌ور نسبت به

---

[104] Elevating Skimmer
[105] Submersion Skimmer

سایر اسکیمرها سریع‌تر است. این نوع از اسکیمرها می‌توانند منطقه وسیعی را پوشش دهند و این موضوع قابلیت استفاده از این وسایل را در آلودگی‌های نفتی را نشان می‌دهد. این دستگاه‌ها قابلیت بیشتری در مورد آلودگی‌های نفتی سبک ونفت‌های با میزان ویسکوزیته پایین در زمانی که لایه نفتی بسیار نازک است، از خود نشان می‌دهند. از جمله معایب این نوع اسکیمرها، عدم کارایی آن‌ها در برابر ذرات پراکنده در آب در مقایسه با دیگر اسکیمرها است. این دسته اسکیمرها در آب‌های کم عمق قابل استفاده نمی‌باشند. اسکیمرهای غوطه‌ور در آب از انواع دیگر اسکیمرها بزرگتر هستند و باید در داخل کشتی‌های پر قدرت مورد استفاده قرار بگیرند.



شکل 23- اسکیمر مکشی

عکس 66: اسکیمر مکشی که به وسیله ذرات موجود در آب تحت تاثیر قرار می‌گیرد

اسکیمرهای گردابی و گریز از مرکز[106]

اساس کار اسکیمرهای گردابی و گریز از مرکز بر اساس اختلاف دانسیته بین آب و نفت به منظور جداسازی انتخابی و جدا کردن نفت می‌باشد. جریان گردابی آب باعث جذب نفت از طریق جریان چرخشی سانتریفیوژ به داخل مخزن نگهداری خواهد شد، که این عمل به وسیله نیروی آب و یا منبع جریان خارجی صورت می‌گیرد. نفت توسط جریان گردابی به مرکز رانده می‌شود و توسط پمپ به مخزن هدایت می‌شود.

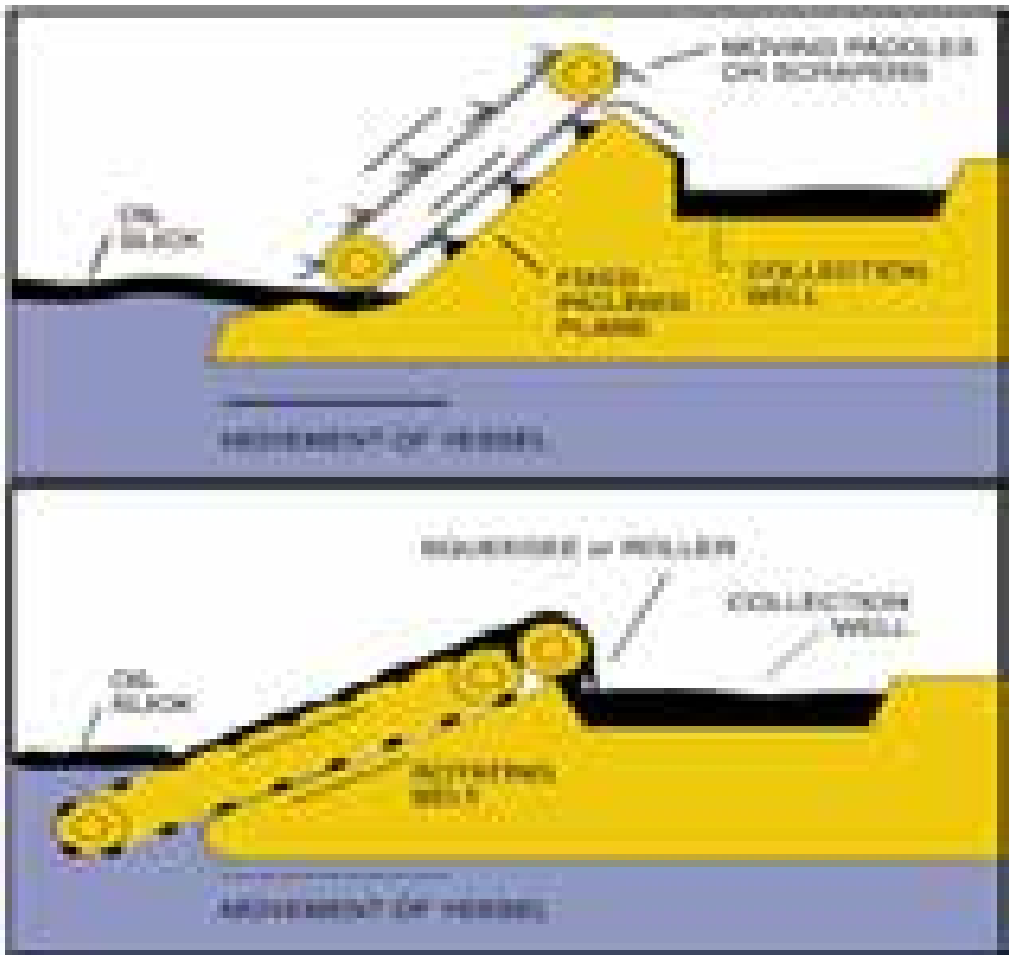
این نوع از اسکیمرها به دلیل تاثیر پذیری اثر ذرات معلق در آب معمولاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. از دیگر مشکلات این نوع از اسکیمرها جریان آبی است که همراه با نفت وارد این دستگاه‌ها می‌شود و این مسئله باعث ایجاد اختلال در عملکرد سانتریفیوژ پمپ خواهد شد.

سایر تجهیزات

تجهیزات بسیار زیادی برای جمع‌آوری نفت از روی آب وجود دارد. همچنین می‌توان اسکیمرها را به طور ترکیبی با سایر دستگاه‌ها مورد استفاده قرار داد. به عنوان مثال، یک اسکیمر می‌تواند به طور همزمان به عنوان اسکیمر با سطح اولئوفیلیک و همچنین به عنوان اسکیمر غوطه‌ور در آب مورد استفاده قرار بگیرد. اصلاح تورهای ماهیگیری با اضافه کردن خروجی نفت در آن‌ها صورت می‌گیرد، زمانی که تور ترال پر از آب دریا می‌شود، حفظ تعادل دینامیکی بسیار مشکل است، در نتیجه باعث ورود نفت به داخل تور خواهد شد. تورهای ماهیگیری معمولی و قایق‌ها برای جمع‌آوری تاربالهای بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند، مواد نفتی باعث آلودگی تورها خواهند شد که این امر مستلزم از بین بردن تورهای ماهیگیری و یا پاکسازی آن‌ها می‌باشد، که پاکسازی تورها هزینه زیادی را در بر خواهد داشت.

---

[106] Vortex or Centrifugal Skimmer



شکل 24- اسکیمرهای بالابرنده

عملکرد اسکیمرها

عملکرد اسکیمرها به موارد مختلفی همچون ضخامت لایه نفتی، میزان هوازدگی، میزان امولسیون شدن نفت، وجود ذرات جامد درآب، شرایط آب و هوا و زمان جمع‌آوری مواد نفتی از روی آب بستگی دارد.

عملکرد اسکیمرها به میزان نفت جمع‌آوری شده بستگی دارد که این مقدار حجم بر اساس واحد زمان سنجیده می‌شود به عنوان مثال متر مکعب بر ساعت و این مقادیر معمولاً بر اساس یک گستره بیان می‌شوند. اگر اسکیمر میزان زیادی آب در داخل خود جمع کند، مقدار آب در میزان جمع‌آوری نفت اثرخواهد گذاشت. نتایج آزمایشات اخیر بر روی عملکرد انواع مختلف اسکیمر در جدول هفت آمده است.

علاوه بر ویژگی‌های ذکر شده، یکی دیگر از مهمترین ویژگی‌های مربوط به عملکرد اسکیمرها، توانایی آن‌ها در ایجاد امولسیون می‌باشد. همچنین توانایی آن‌ها در برخورد با ذرات، سهولت آماده سازی، مقاومت، قابلیت کاربرد در مناطق خاص و قابل اطمینان این وسایل از دیگر موارد است.

شناورهای ویژه‌ای به منظور مقابله با آلودگی‌های نفتی ساخته می‌شوند، که این نوع از شناورها با بدنه V شکل به مانند بوم‌های مهار کننده عمل می‌کنند، همچنین این شناورها شامل اسکیمرهای هستند که در بدنه شناور قرار می‌گیرند و طراحی این نوع از شناورها هزینه بر است. شناورها در شرایط سخت آب و هوایی مقاومت بسیار بالایی از خود نشان می‌دهند. شناورهای دیگری با محفظه‌هایی که اسکیمرها را در داخل این محافظ قرار می‌دهند، طراحی شده‌اند. این اسکیمرها دارای برس‌هایی هستند که باعث هدایت نفت به سمت اسکیمرها خواهند شد. شناورهای ویژه مقابله با آلودگی‌های نفتی معمولاً دارای اسکیمر می‌باشند.

جدول 7: میزان کارایی انواع اسکیمر

نوع اسکیمر	سرعت جمع‌آوری مواد نفتی (متر مکعب در ساعت) برا ساس نوع نفت				درصد نفت جمع‌آوری شده
	دیزل	نفت خام سبک	نفت خام سنگین	بانکر C	
اسکیمرهای با سطح اولئوفیلیک					
صفحه دیسک کوچک	0. 4 تا 1	0. 2 تا 2			80 تا 95 درصد
صفحه دیسک بزرگ		10 تا 20	10 تا 50		80 تا 95 درصد
برسی	0. 2 تا 0. 8	0. 5 تا 20	0. 5 تا 2	0. 5 تا 2	80 تا 95 درصد
استوانه‌ای بزرگ		10 تا 30			80 تا 95 درصد
استوانه‌ای کوچک	0. 5 تا 5	0. 5 تا 5			80 تا 95 درصد
کمربندی بزرگ	1 تا 5	1 تا 20	3 تا 20	3 تا 10	75 تا 95
نواری وارونه		10 تا 30			85 تا 95
طنابی		2 تا 20	2 تا 10		
اسکیمر مانعی					
کوچک	0. 2 تا 10	0. 5 تا 5	2 تا 20		20 تا 80
بزرگ		30 تا 100	5 تا 10	3 تا 5	50 تا 90
پیشرفته	1 تا 10	5 تا30	5 تا 25		30 تا 70
اسکیمر بالا برنده					
اسکیمر بالا برنده به وسیله نقاله		1 تا 10	1 تا 20	ا تا 5	10 تا 40
اسکیمر غوطه وری					
بزرگ		1 تا 10	1 تا 20	ا تا 5	10تا 40
مکشی یا خلاء					
کوچک	0. 3 تا 1	0. 3 تا 2			3 تا 10
بزرگ		2 تا 40			20 تا 90
بزرگ و خلاء		3 تا 20	3 تا 10		10 تا 80
گردابی و گریز از مرکز					
سانتریفیوژی	0. 2 تا 0. 8	0. 2 تا10			2 تا 20

سرعت جمع‌آوری مواد نفتی بستگی به میزان ضخامت مواد نفتی، شرایط دریا و بسیاری از جنبه‌های دیگر دارد.

جاذب‌ها [107]

جاذب‌ها، موادی برای جمع‌آوری لکه‌های نفتی به شکل جذب[108] یا جذب سطحی هستند. این مواد نقش مهمی در پاکسازی لکه‌های نفتی دارند، این مواد به روش‌های زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جاذب‌ها برای پاکسازی باقیمانده لکه‌های نفتی بر روی آب یا خشکی، به عنوان عامل کمکی در تجهیزات مهار آلودگی‌های نفتی به کار می‌روند. از جاذب‌ها در بدنه بوم‌ها استفاده می‌شود و در زمان وقوع آلودگی نفتی از بوم‌ها برای جلوگیری از نفوذ مواد نفتی به سواحل استفاده می‌شود. مواد جاذب می‌توانند مواد سنتزی و یا طبیعی باشند جاذب‌های طبیعی به دو دسته مواد طبیعی مانند خزه، زغال سنگ نارس، ضایعات چوب و مواد غیر معدنی مانند ورمیکولیت و خاک رس تقسیم می‌شوند. جاذب‌ها معمولاً به شکل گرانول و پودر وجود دارند که این ذرات معمولاً در داخل کیسه‌ها و توری‌ها قرار می‌گیرند.

جاذب‌ها، معمولاً به شکل بالشتکی، استوانه‌ای و ورق‌های وجود دارند. جاذب‌های شکل گرفته عموماً به صورت بوم‌های جاذب و برسی شکل به وجود می‌آیند.

شکلی ازجاذب‌های پلاستیکی به صورت نوارهای پهن در می‌آیند که برای جمع‌آوری نفت‌های سنگین مناسب هستند.

در سال‌های اخیر استفاده از مواد سنتزی در جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی افزایش پیدا کرده است. جاذب‌ها معمولاً برای ازبین بردن آلودگی‌های نفتی باقیمانده از سایر روش‌ها مثل اسکیمرها و بوم‌ها کاربرد دارند، که برای این منظور ازجاذب‌های ورق‌های و رولی استفاده می‌شود.

جاذب‌های صنعتی گاهی اوقات با تحت فشار قرار دادن مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرند، اما معمولاً روش به صرفه‌ای نیست. علاوه براین در حمل جاذب‌های آغشته به نفت باید کمترین مقدار ریزش مواد نفتی صورت بگیرد، همچنین محل جداسازی نفت از جاذب‌ها بسیار مهم است. میزان ظرفیت جاذب بستگی به مقدار سطح و نوع جاذب دارد. سطح یک جاذب ایده‌آل حالت متخلخل دارد و این سطح برای جمع‌آوری نفت سبک و نفت سوخت بسیار مناسب به نظر می‌رسد. جاذب‌ها با سطوح زبر، معمولاً برای جمع‌آوری نفت سنگین و سوخت بانکر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جاذب‌های مورد استفاده در مصارف مقابله با آلودگی‌های نفتی هر دو ویژگی کیفیت و زبری را دارا هستند. عملکرد بعضی از جاذب‌ها بر اساس خاصیت اولئوفیلیک (جذب نفت) و دفع آب صورت می‌گیرد که این باعث انتخابی شدن جذب نفت نسبت به آب خواهد شد. از آنجایی که جاذب‌های طبیعی مقدار زیادی آب را به همراه نفت جذب می‌کنند.

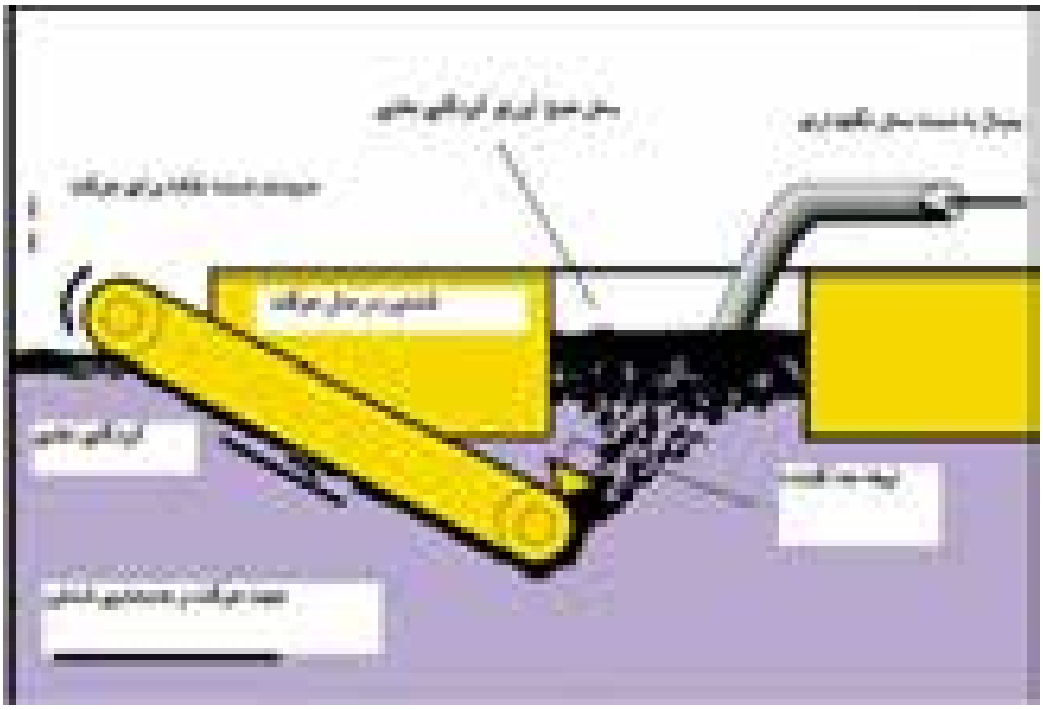
اصلاحات سطحی بر روی جاذب‌های آلی باعث کاهش جذب آب و افزایش قدرت شناوری خواهد شد. عملکرد جاذب‌ها بر اساس میزان جمع‌آوری آلودگی نفتی و میزان آب جذب شده بیان می‌شود. بازیافت نفت، پارامتری است که معرف وزن یک نوع نفت خاص جمع‌آوری شده در مقایسه با وزن خود جاذب می‌باشد. به عنوان مثال جاذب‌های سنتزی با کارایی بالا ممکن است تا 30 برابر وزن خود را نفت جذب نمایند.

جاذب‌های معدنی توانایی جذب نفت به میزان 2 برابر وزن خود را دارا می‌باشند. جاذب نفت ایده آل، آب جذب نمی‌کند بعضی از نتایج بدست آمده در مورد کاربرد جاذب‌ها در جدول 8 آمده است.

---

۱۰۷ Sorbent

۱۰۸ Absorption



شکل 25- اسکیمر غوطه‌ور درآب

عکس 67- اسکیمر بالا برنده، برای جمع‌آوری نفت‌هایی که دچار هوازدگی شده اند

عکس 68- استفاده از اسکیمر بالا برنده در کنار حوضچه

عکس 69: استفاده بیش از حد از مواد جاذب، جمع‌آوری این مواد را مشکل می‌سازد

عکس 70: **جمع‌آوری نفت بانکر C به وسیله جاذب پوم- پوم Pom- Pom**

عکس 71: **ورقه‌های جاذب معمولاًبرای جمع‌آوری مقادیر کم مواد نفتی به کار می‌روند در این روش از مقادیر زیاد از ورقه‌های جاذب استفاده شده است.**

عکس 72: **جمع‌آوری مواد جاذب غوطه‌ور از روی آب، کار بسیار خسته کننده‌ای است**

در استفاده ازجاذب‌ها، بعضی از نکات باید مورد توجه قرار بگیرد، اولاً استفاده بیش از حد از مواد جاذب به شکل پودر و گرانول در منطقه آلودگی نفتی باعث ایجاد مشکل در پاکسازی بعدی منطقه خواهد شد. استفاده بیش از حد از جاذب‌ها عملکرد اسکیمرها را دچار اختلال خواهد کرد. گاهی اوقات مواد جاذب باعث گرفتگی در لوله‌های تخلیه و پمپ‌ها خواهند شد. ثانیاً، جاذب‌هایی که در آب غوطه‌ور می‌شوند، نباید برای محیط و موجودات سمی باشند. مسئله غوطه‌ور شدن در آب از جمله مسائل درگیر جاذب‌ها است. که در مورد بعضی از جاذب‌ها مانند خزه، تورب اصلاح سطحی نشده و تمام جاذب‌های معدنی و پودر چوب صدق می‌کند.

در بسیاری از کشورها اجازه استفاد از مواد جاذب که در آب غوطه‌ور می‌شوند، داده نمی‌شود. نفت جذب شده توسط جاذب به مرور زمان از جاذب خارج می‌شود. نفت آزاد شده به همراه جاذب برای موجودات کف‌زی ایجاد مشکل خواهد کرد و در نهایت جمع‌آوری و دفع زباله‌های مربوط به جاذب‌ها باید مورد بررسی قرار بگیرد. از آنجایی که جاذب‌ها در بیشتر موارد یا سوزانده می‌شوند و یا اینکه در نقاطی مخصوص دفن می‌شوند در نتیجه جاذب‌ها برای حمل به نقاط مشخص و یا در دفن در خاک باید توانایی نگهداری نفت جذب شده را دارا باشند.

پاکسازی به روش دستی[109]

پاکسازی لکه‌های کوچک نفتی در مناطق دورافتاده معمولاً به روش دستی صورت می‌گیرد. جداسازی نفت‌های سنگین نسبت به نفت‌های سبک در این روش خیلی سریع‌تر انجام می‌گیرد. گاهی اوقات پاکسازی لکه‌های نفتی نزدیک به خطوط ساحلی به وسیله بیل‌های مکانیکی، شن کش و یا قطع گیاهان آلوده به مواد نفتی صورت می‌گیرد. سطل‌های کوچک که دارای دسته‌ای در انتها هستند، از دیگر وسایل دستی برای پاکسازی لکه‌های نفتی از روی آب هستند.

[۱۰۹] Manual Recovery

جدول 8 : کارایی برخی از مواد جاذب

نوع جاذب	سرعت جمع‌آوری مواد نفتی بر اساس نوع نفت وزنی /وزنی				درصد نفت جمع‌آوری شده
	دیزل	نفت خام	نفت خام سنگین	بانکر C	
جاذب‌های سنتزی					
پد پلی استری	7	9	12	20	90+
پد پلی اتیلنی	25	30	35	40	90+
پوم- پوم پلی الفینی	2	2	3	8	90+
پد پلی پروپیلن	6	8	10	13	90+
پوم- پوم پلی پروپیلن	3	6	6	15	90+
پد پلی اورتان	20	30	40	45	90+
جاذب‌های طبیعی					
فیبر چوب	1	3	3	5	70
پر پرندگان	1	3	3	2	80+
اسفنج کلاژن	30	40	30	10	90+
تورب زغال سنگ	2	3	4	5	80+
زغال سنگ اصلاح سطحی شده	5	6	8	10	80+
کاه	2	2	3	4	70
فیبر گیاهان	9	4	4	10	80+
جاذب طبیعی معدنی					
خاک رس	3	3	3	2	70
پرلیت اصلاح سطحی شده	8	8	8	9	70
ورمکولیت اصلاح سطحی شده	3	3	4	8	70
ورمکولیت	2	2	3	5	70
قدرت جمع‌آوری مواد نفتی بستگی به میزان ضخامت مواد نفتی، نوع مواد نفتی، نوع سطح و بسیاری از عوامل دیگر دارد.					

پاکسازی لکه‌های نفتی از روی آب کار خسته کننده‌ای است که ممکن است گاهی اوقات خطراتی را نیز به همراه داشته باشد. در اکثر موارد پاکسازی سواحل به طریق دستی انجام می‌گیرد، پاکسازی سواحل به روش دستی در فصل دهم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فصل هشتم- جداسازی و از بین بردن زائدات مربوط به آلودگی‌های نفتی

پس از اینکه نفت از روی سطح آب و یا خشکی جمع‌آوری شد، باید در مخازنی به طور موقت نگهداری شود، پس از نگهداری در مخازن، آب و ذرات موجود در آن جداسازی می‌شود. در این حالت یا نفت مجدداً جمع‌آوری می‌شوند و یا به صورت مواد زائد نفتی دور ریخته می‌شود. از پمپ‌ها برای انتقال از یک نقطه به نقطه دیگر استفاده می‌شود. این فصل به ذخیره سازی موقتی نفت، جداسازی و مواد زائد مربوط به آلودگی‌های نفتی می‌پردازد. ذخیره سازی، جداسازی و از بین بردن مواد زائد مربوط به آلودگی‌های نفتی از مهمترین بخش‌های مربوط به عملیات پاکسازی لکه‌های نفتی می‌باشد. در چندین عملیات مهم مربوط به پاکسازی لکه‌های نفتی عدم وجود محل ذخیره سازی برای نفت جمع‌آوری شده، باعث توقف در عملیات شده است.

ذخیره سازی موقتی

زمانی که نفت از روی سطح آب جمع‌آوری می‌شود، باید مخازن مناسب برای جمع‌آوری نفت وجود داشته باشد. گاهی اوقات نفت جمع‌آوری شده شامل ذرات معلق در آب می‌باشد که این مسئله باعث افزایش حجم در محل نگهداری نفت خواهد شد. انواع مختلفی از مخازن برای جمع‌آوری نفت جمع‌آوری شده وجود دارد. مخازن قابل حمل انعطاف پذیر[110] که معمولاً از ورق و قاب‌های پلاستیک ساخته شده‌اند که این مخازن، معمول‌ترین روش ذخیره سازی مواد نفتی در روی خشکی ویا دریا هستند. اندازه این مخازن معمولاً از 1 تا 100 متر مکعب می‌باشد، این مخازن قبل از استفاده فضای کمی را اشغال می‌کنند. مخازن سخت و ثابت[111]از جنس فلز ساخته می‌شوند، این مخازن نسبت به مخازن انعطاف پذیر کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مخازن بالشتکی[112]، از جنس پلیمر و یا منسوجات با بافت سنگین هستند. این مخازن در جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی در خشکی کاربرد دارند. این مخازن در سکوهای ثابت قرار می‌گیرند و تکان‌ها باعث ایجاد شکاف در این مخازن نخواهد شد. گاهی اوقات در عرشه کشتی برای نگاهداری نفت جمع‌آوری شده از سطح آب از مخازن بالشتکی نیز استفاده می‌شود. برای ذخیره سازی آلودگی‌های نفتی در خشکی از مخازن ثابت که به اشکال دیگر طراحی شده‌اند، استفاده می‌شود و این عملیات به وسیله ماشین‌های کمپرسی و مخازنی که دارای چند بخش مجزا هستند، انجام می‌شود. مخازن به وسیله ورقه‌های پلاستیکی پوشش داده می‌شوند. گاهی اوقات برای ذخیره سازی نفت‌های جمع‌آوری شده از گودال‌ها و یا کانال‌هایی که از قبل آماده شده‌اند، استفاده می‌گردد، این گودال‌ها به وسیله ورق‌های پلیمر پوشش داده می‌شوند، این شکل از ذخیره سازی برای نفت‌های فرار مناسب نیست.

---

۱۱۰ Flexible portable tanks
۱۱۱ Rigid tank
۱۱۲ Pillow tank

مخازن با قابلیت یدک و انعطاف پذیری [113] که به شکل هرمی هستند و برای جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی در دریا مورد استفاده قرار می‌گیرند. ظرفیت این نوع از مخازن متفاوت است و تا حدود چند تن هم می‌رسد. این نوع از مخازن از جنس پلیمرها و منسوجات به عنوان ماده اصلی تشکیل شده‌اند، با توجه به اینکه دانسیته بیشتر نمونه‌های نفتی کمتر از آب است، این مسئله باعث شناور شدن این مخازن در حین عملیات جمع‌آوری آلودگی نفتی خواهد شد. کار با این مخازن، زمانی که ظرفیت آن‌ها پر می‌شوند و یا زمانی که ویسکوزیته نمونه نفتی زیاد و به همراه ذرات معلق است، مشکل خواهد بود.

ذخیره سازی آلودگی‌های نفتی در دریا به وسیله بارج‌ها انجام می‌گیرد. بسیاری از سازمان‌هایی که وظایف پاکسازی آلودگی‌های نفتی را بر عهده دارند، دارای بارج‌هایی هستند که منحصراً مربوط به ذخیره سازی نفت‌های جمع‌آوری شده است. در آلودگی‌های نفتی بزرگتر، بارج‌ها به تعداد بیشتر اجاره می‌شوند و یا نفت‌های جمع‌آوری شده در انبار کشتی ذخیره می‌شوند که از کشتی‌های قدیمی برای این کار استفاده می‌شود. زمانی که نفت جمع‌آوری شده برای مدت زمان طولانی باید ذخیره شود تا در مورد روش از بین بردن آن تصمیم گیری شود، استفاده از روش ذخیره سازی در کشتی نسبت به طراحی مخازن مخصوص برای جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی در روی خشکی، اقتصادی‌تر به نظر می‌رسد.

برای جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی کوچک در خشکی و یا گاهی اوقات از بشکه، مخازن کوچک، سطل‌های مخصوص و یا حتی از کیسه‌های مخصوص این کار استفاده می‌شود.

عکس 73: مکان نگهداری موقت مواد نفتی جمع‌آوری شده در داخل بشکه در کشور ژاپن، که از این مواد نفتی مجدداً استفاده می‌شود.

[113] Towable,Flexible tank

پمپ‌ها

پمپ‌ها، نقش مهمی در جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی دارند. پمپ‌ها به عنوان بخش مکمل، تقریباً در تمام انواع اسکیمرها مورد استفاده هستند. پمپ‌ها، باعث انتقال نفت از اسکیمر به مخازن ذخیره سازی می‌شوند. پمپ‌هایی که برای جمع‌آوری مواد نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، با پمپ‌های آب تفاوت دارند، این پمپ‌ها باید توانایی پمپاژ نفت‌هایی با میزان ویسکوزیته بالا را داشته باشند. همچنین این پمپ‌ها باید توانایی برخورد با هوای ورودی به سیستم و ذرات را داشته باشند. سه نوع اصلی از پمپ‌های مورد استفاده در پمپ کردن نفت‌های جمع‌آوری شده شامل پمپ‌های گریز از مرکز[114]، سیستم خلأ[115] و پمپ‌های جابجایی مثبت[116] هستند که عملکرد این پمپ‌ها در شکل بیست و ششم نشان داده شده است.

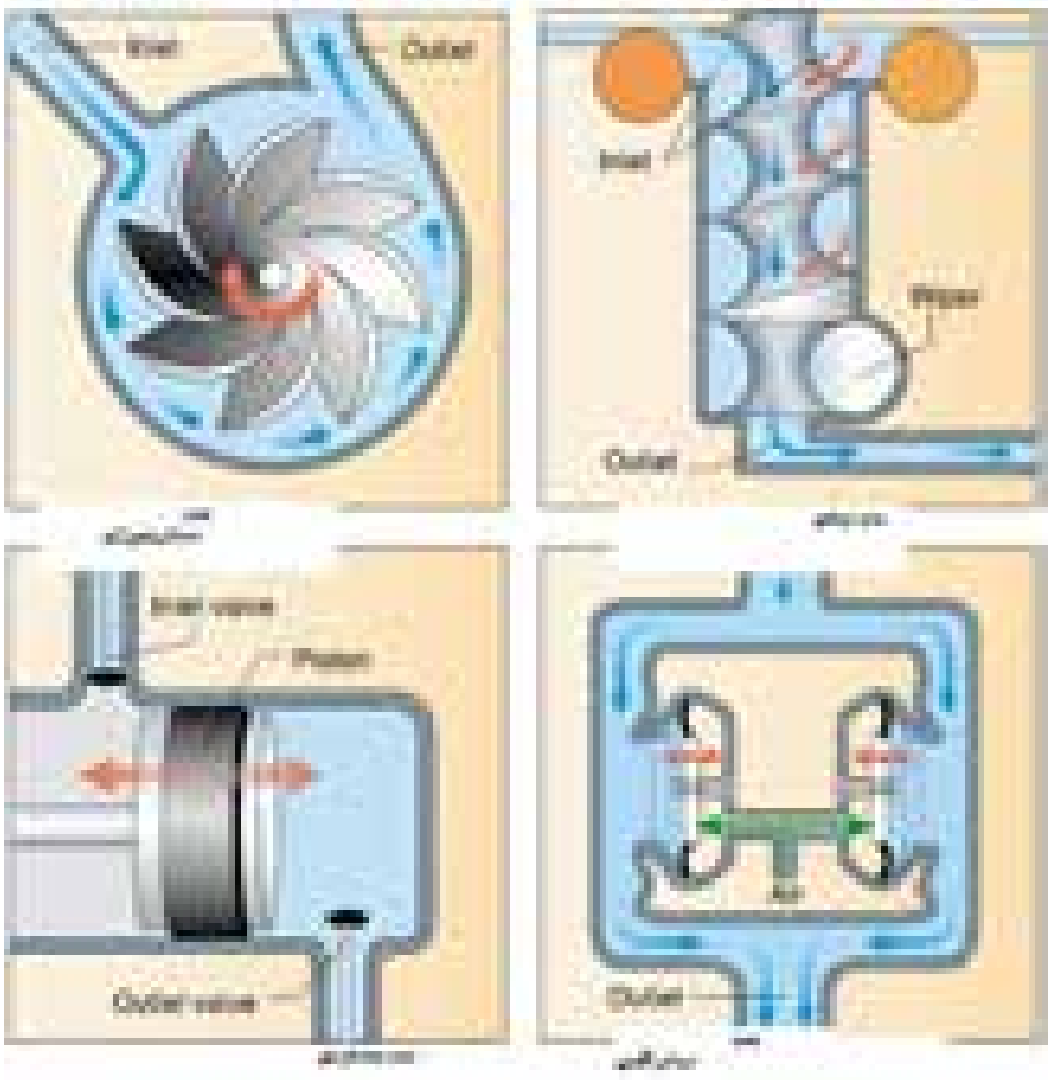
عکس 74: مخازن با قابلیت ارتجاع که به وسیله شناورهای با سرعت بالا قابلیت یدک شدن دارند.

[114] Centrifugal pumps
[115] Vacum system
[116] Positive displacement pumps

عکس 75: مخازن متحرک برای جمع‌آوری موقت مواد نفتی

پمپ‌های گریز از مرکز

پمپ‌های گریز از مرکز دارای پروانه چرخشی هستند که به وسیله نیروی گریز از مرکز باعث خروج مایعات از محفظه پمپ می‌شود. این پمپ‌ها معمولاً در مصارف آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند و معمولاً طراحی این گونه از پمپ‌ها برای پمپاژ مایعات با ویسکوزیته بیشتر از نفت سبک و یا مایعاتی که همراه آن‌ها ذرات معلق وجود دارد، مناسب نمی‌باشند. این نوع از پمپ‌ها به صرفه و اقتصادی هستند و در تمام دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند و گاهی اوقات نیز برای عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل 26: انواع مختلف پمپ

سیستم‌های خلأ

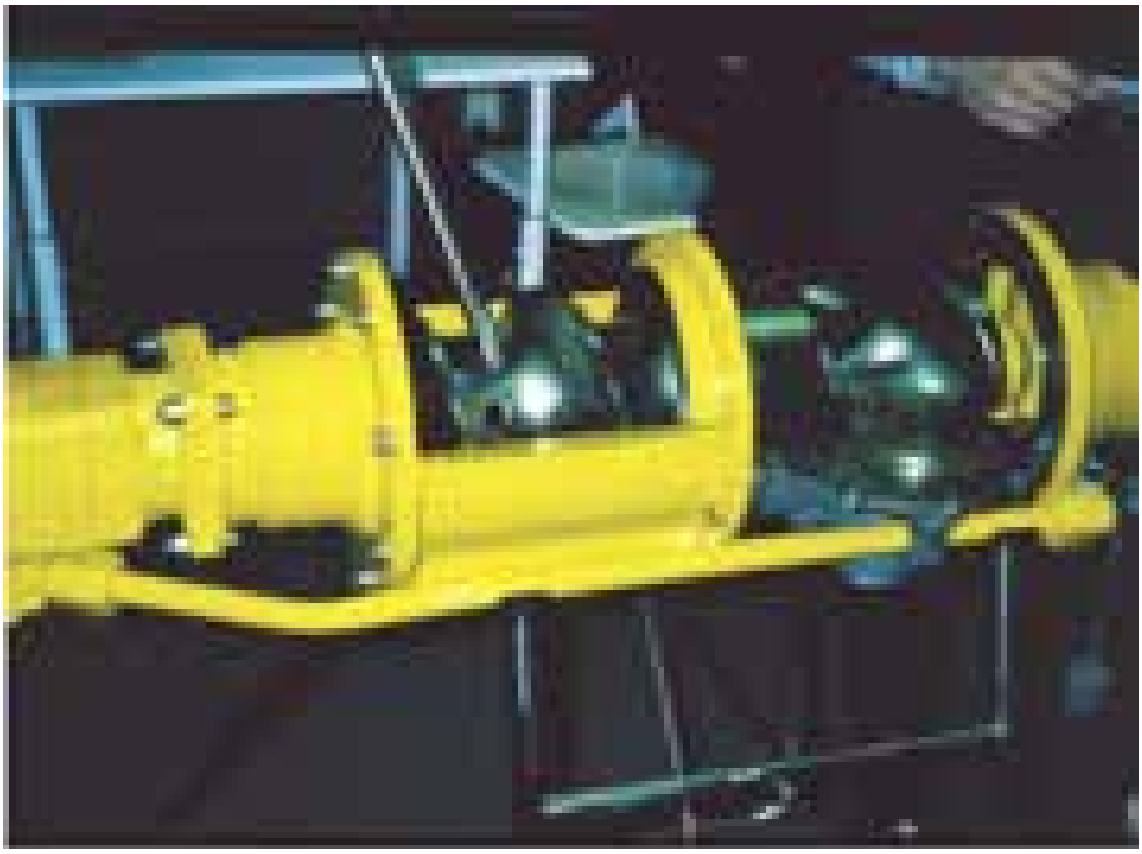
سیستم‌های خلأ شامل یک پمپ خلأ و مخزن جمع‌آوری هستند که بر روی یک پایه نگهدارنده قراردارند. پمپ‌های خلأ با ایجاد خلأ در مخزن جمع‌آوری باعث انتقال نفت از اسکیمر و یا منبع نفتی از طریق شلنگ یا لوله به داخل مخزن خواهند شد. در این مرحله نفت از پمپ عبور نمی‌کند، بلکه به طور مستقیم از منبع به سمت مخزن جمع‌آوری حرکت می‌کند.

در سیستم‌های خلأنفت‌های با ویسکوزیته بالا، ذرات معلق و هوای ورودی به سیستم مشکلی را ایجاد نمی‌کند. تخلیه مخازن خلأبا باز کردن قسمت انتهایی مخزن و اجازه خروج مواد بر اثر نیروی وزن صورت می‌گیرد.

پمپ‌های جابجایی مثبت

پمپ‌های جابجایی مثبت، معمولاً به طور مستقیم با اسکیمرها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پمپ‌ها برای جمع‌آوری نفت‌های با ویسکوزیته بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

روش‌های مختلفی برای بکارگیری این گونه پمپ‌ها وجود دارد، اما همه پمپ‌ها یک شکل کلی دارند. پمپ‌های جابجایی مثبت مقدار معینی ازسیال را از ورودی به خروجی انتقال داده و آن را به سیستم لوله کشی می‌فرستند. زمانی که نفت وارد محفظه در داخل پمپ میشود، فشار وارده از طرف تیغه و پیستون باعث جابجایی نفت در داخل پمپ می‌شود. نفت و دیگر مواد وارد شده به سیستم چاره‌ای جز خروج از سیستم ندارند به این دلیل، نام این پمپ‌ها به نام پمپ‌های جابجایی مثبت نامیده می‌شود.



عکس 76: نمای نزدیک از یک نوع پمپ (Screw Pump)

پمپ‌های پیچی [117] یا مته ای[118] نوعی دیگر از انواع پمپ‌های جابجایی مثبت هستند. پمپ‌های پیچی در سه نوع، یک پیچه، دو پیچه و سه پیچه ساخته می‌شوند. نفت وارد پمپ پیچی شکل می‌شود و به سمت خارج هدایت می‌شود، تیغه‌های پاک کننده ازباقی ماندن نفت بر روی محور جلوگیری می‌کنند. پمپ‌های پیچی در جمع‌آوری نفت‌های سنگین نیز قابل استفاده هستند و گاهی اوقات همراه با اسکیمر مورد استفاده قرار می‌گیرند. پمپ‌های چرخ دنده ای[119] یا تیغه‌ای شکل[120] از یک چرخ دنده که به محور[121] متصل است به وجود می‌آیند. جابجایی مثبت در این پمپ‌ها باعث

---

[۱۱۷] Screw
[۱۱۸] Auger Pump
[۱۱۹] Gear
[۱۲۰] Lobe pump
[۱۲۱] Shaft

انتقال نفت در داخل محفظه می‌شود، از این پمپ‌ها نمی‌توان برای جمع‌آوری نفت‌های سنگین که در داخل آن‌ها ذرات معلق وجود دارد، استفاده کرد.

در پمپ‌های دیافراگمی[122] از یک صفحه قابل انعطاف و یا دیافراگم برای جابجایی نفت در داخل محفظه استفاده می‌شود. این نوع از پمپ‌ها دارای دریچه‌هایی برای جلوگیری از ورود مواد به داخل محفظه هستند.

پمپ‌های پره‌ای [123] صفحات قابل حرکت فلزی ویا پلیمری هستند که باعث جابجایی نفت در مخزن می‌شوند. عملکرد این نوع پمپ‌ها شبیه پمپ‌های سانتریفیوژی است با این تفاوت که در این نوع از پمپ‌ها نوع جابجایی مثبت است.

پمپ‌های جنبشی[124] از شلنگی تشکیل شده که به تدریج به وسیله غلتک متحرکی که در بالای سطح آن قرار دارد، فشرده می‌شوند.

از آنجایی که در این روش نفت با مواد در تماس نیست و فقط در داخل شلنگ جریان دارد، این پمپ برای جابجایی مواد خطرناک مناسب است. هر دو نوع پمپ پره‌ای و جنبشی توانایی حمل متوسط همراه با ذرات معلق کوچک را دارا هستند. در پمپ‌های کشویی[125] که نفت در آن‌ها بین دو بخش ورودی و خروجی حرکت می‌کند. این پمپ‌ها نیازی به دریچه ندارند، اگر چه در بعضی از انواع خاص دریچه وجود دارد. پمپ‌های پیستونی[126] شبیه به پمپ‌های کشویی هستند با این تفاوت که نفت به راحتی به استوانه وارد و از آن خارج می‌شود.

هر دو نوع پمپ کشویی و پیستونی توانایی جمع‌آوری نفت‌های سنگین رادارند، اما معمولاً این گونه پمپ‌ها توانایی برخورد با ذرات معلق موجود در نفت را دارا نیستند. ودر آخر پمپ‌های حفره‌ای پیش رونده[127] که با استفاده از عضو چرخشی در داخل استوانه باعث ایجاد حفره در داخل استوانه می‌شوند، در این پمپ‌ها، حفره از ورودی تا خروجی با چرخش مرکزی حرکت می‌کند. این پمپ‌ها وزن سنگینی دارند و قیمت بالاتری نسبت به سایر پمپ‌ها دارند و برای جمع‌آوری نفت‌های سنگین کاربرد دارند.

---

[۱۲۲] Diaphragm Pump
[۱۲۳] Vane Pump
[۱۲٤] Peristatic Pump
[۱۲٥] Sliding Shoepump
[۱۲٦] Piston Pump
[۱۲۷] Progressive Cavity Pump

عکس 77: یک نوع پمپ که از سیستم خلاء و جابجایی مثبت برای حرکت مواد نفتی استفاده می‌کند

عملکرد پمپ‌ها

عملکرد پمپ‌ها بر اساس میزان حجم جابجا شده بر حسب واحد زمان با توجه به ویسکوزیته مشخص، هد خلأ[128] وهد فشار[129] تعریف می‌شود. پمپ‌ها را بر اساس میزان ارسال ارتفاع سیال تقسیم بندی می‌کنند، که به آن هد پمپ (نقطه کار پمپ) می گویند. هد خلأ بیشترین ارتفاعی است که پمپ می‌تواند، سیال را تا آن ارتفاع برساند وهد فشار ماکزیمم، ارتفاعی است که پمپ می‌تواند، سیال را تحت فشار به نقطه مشخص برساند. هد فشار و هد خلأ ازاهمیت چندانی در عملیات جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی برخوردارنیستند. مسئله اصلی و مهم آمادگی اولیه پمپ در پمپاژنفت قبل ازایجاد جریان سیال در پمپ است. از دیگر عوامل مهم توانایی عملکرد پمپ‌ها در برابر امولسیون‌های نفتی و ذرات معلق آلودگی‌های نفتی است.

جداسازی

جمع آوری نفت توسط اسکیمرها به همراه جذب مقداری آب است که برای جداسازی نفت و آب از یکدیگر وسایل خاصی مورد نیاز می‌باشد. نفت در مراحله جداسازی از مخلوط آب و نفت جدا می‌شود، سپس نفت جمع‌آوری شده در این مرحله باید از بین برود و همچنین می‌تواند مورد بازیافت و یا به طور مستقیم توسط پالایشگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

---

[۱۲۸] Suction Head
[۱۲۹] Pressure Head

گاهی اوقات مخازن ته نشینی و یا جداکننده‌های وزنی به همراه اسکیمرها مورد استفاده قرار مـی‌گیرنـد. مخـازن قابـل حمل نیز به عنوان دستگاه‌های جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. دستگاه‌های جداکننده دارای یک خروجی هسـتند که در انتهای این مخازن قرار دارند. زمانی که آب در انتهای این مخازن جمع می‌شود به راحتی قابل تخلیه است و نفت در داخل مخازن باقی می‌ماند. مخازن خلأ برای جداسازی نفت و آب ازیکدیگر مورد اسـتفاده هسـتند، از پوشـش‌هـای توری و دیگر وسایل برای جداکردن ذرات معلق همراه با آلودگی‌های نفتی استفاده می‌شود.

عکس 78: **جدا کننده آب و مواد نفتی Oil- Water Separator**

جداکننده وزنی[130]

جدا کننده وزنی، متداول‌ترین شکل جداکننده است. ساده‌ترین شکل این جداکننده شامل یک مخـزن نگهـداری بـزرگ است، که درآن مخلوط آب و نفت به مدت طولانی و به منظور جداسازی وزنی نگهداری می‌شوند.

جداسازی مربوط به زمان نگهداری[131] است، که از چند دقیقه تا یـک سـاعت متغیـر مـی‌باشـد. در مـواقعی کـه حجـم آلودگی‌های نفتی زیاد است، پیدا کردن جداکننده‌هایی که نفت برای مدت زمان طولانی در آن‌ها قرار مـی‌گیـرد، بسـیار مشکل است.

---

۱۳۰ Gravity Separator
۱۳۱ Residence time

پالایشگاه‌های نفت به منظور تصفیه نفت دارای جداکننده‌هایی هستند که چندین هکتار را پوشش می‌دهد. این نوع جداکننده‌ها، گاهی اوقات برای تصفیه آلودگی‌های نفتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. دستگاه‌های جداکننده دارای موج گیر[132] و یا دستگاه‌های داخلی هستند که باعث افزایش زمان اقامت می‌شوند، در نتیجه میزان جداسازی افزایش پیدا خواهد کرد. صفحات موازی جداکننده [133]، یکی از انواع جداکننده‌های وزنی هستند. در این نوع جداکننده، تعداد زیادی از صفحات به صورت قائم در جریان قرار دارند. این صفحات باعث ایجاد تلاطم در جریان‌های پایین آب می‌شوند و باعث در هم ادغام شدن لکه‌های نفتی و به روی سطح آب آمدن آن‌ها می‌شوند.

عکس 79: مخازن فولادی که برای ذخیره سازی موقت مواد نفتی و همچنین جداسازی آب و مواد نفتی استفاده می‌شود.

جداکننده سانتریفیوژی[134]

انواع مختلف این وسیله برای جدا کردن آب از نفت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخش چرخنده در این دستگاه باعث هدایت آب که وزن سنگین‌تری نسبت به نفت دارد به سمت مرکز مخزن جداسازی خواهد شد. این جدا کننده‌ها از کارایی بالایی برخوردار هستند، اما از لحاظ ظرفیت بسیار کوچکتر از جداکننده‌های وزنی هستند، این جدا کننده‌ها در برابر ذرات معلق بزرگ کارایی ندارند.

این نوع از جداکننده‌ها در برابر حجم مشخصی از آب و نفت کارایی دارند. گاهی اوقات برای بدست آوردن بهترین نتیجه جداکننده‌های سانتریفیوژی وزنی همراه با یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجایی که امولسیون‌های تشکیل شده در دستگاه جدا کننده سانتریفیوژی به راحتی شکسته نمی‌شوند، معمولاً قبل از ورود مواد مخلوط به دستگاه

---

[۱۳۲] Baffle
[۱۳۳] Parallel plate separator
[۱۳٤] Centrifugal separator

جداکننده، مواد شیمیایی امولسیون به آن‌ها اضافه می‌شود و بعد وارد دستگاه جداکننده می‌شوند، با حرارت دادن امولسیون تا حدود درجه حرارت 80تا 90 درجه سانتیگراد آب از مخلوط جداسازی خواهد شد.

عملکرد دستگاه‌های جداکننده بر اساس میزان جداسازی آب و میزان ظرفیت پذیرش حجمی تعریف می‌شود. مهمترین عامل در عملکرد دستگاه‌های جداکننده توانایی آن‌ها در مقابله با ذرات معلق، نسبتهای مختلفی از آب و نفت، نمونه‌های مختلف و سرعت جریان است که گاهی اوقات به طور ناگهانی تغییر می‌کند.

ازبین بردن مواد زائد مربوط به آلودگی‌های نفتی

از بین بردن مواد زائد مربوط به آلودگی‌های نفتی یکی از مهمترین جنبه‌های عملیات مقابله با آلودگی‌های نفتی است. هر شکلی از بین بردن مواد زائد نفتی بستگی به قوانین کشوری، استانی و محلی دارد، با توجه به اینکه مواد نفتی بازیافت شده شامل محدوده وسیعی از مواد مختلف هستند، که این دسته از مواد جزءمایعات و زائدات جامد بی خطر دسته بندی نمی‌شوند.

عکس 80: محل جمع‌آوری زباله‌های ناشی از جمع‌آوری زائدات نفتی که گاهی اوقات این زباله‌ها سوزانده می‌شوند.

نفت جمع‌آوری شده، حاوی مقادیری آب است که جداسازی آب از ذرات جامد معلق مانند گیاهان، شن، سنگ، شاخه‌های درختان، پس مانده‌های غذایی و قطعات بوم مشکل به نظر می‌رسد.

گاهی اوقات کل مواد زائد جمع‌آوری شده باید دور ریخته شود، به دلیل اینکه جمع‌آوری مواد جامد معلق آن‌ها کار بسیار مشکلی است. گاهی اوقات آلودگی‌های نفتی جمع‌آوری شده پس از طی یک سری مراحل در پالایشگاه‌ها به عنوان سوخت حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعضی از نیروگاه‌های سوختی و حتی نیروگاه‌های کوچک سوختی از طیف وسیعی از هیدروکربن‌های سوختی استفاده می‌کنند. اما گاهی اوقات به دلیل عدم سازگاری دستگاه‌ها و تجهیزات پالایشگاه‌ها به دلیل میزان آب بیش از حد در ترکیبات نفتی، مواد معلق موجو و هزینه بالای مربوط به پیش تصفیه نفت استفاده از این ترکیبات نفتی توصیه نمی‌شود.

نفت‌های سنگین‌تر بدون مواد جامد معلق می‌توانند به همراه آسفالت به عنوان پوشش جاده مورد استفاده قرار بگیرند، نفت‌های جمع‌آوری شده از کنار سواحل برای این منظور مناسب هستند.

از دیگر روش‌های از بین بردن آلودگی‌های نفتی، سوزاندن آلودگی‌های نفتی است در این روش حجم زیادی از آلودگی‌های نفتی در مدت زمان کوتاهی از بین می‌روند.

از معایب این روش می‌توان به آلودگی هوا و به قیمت بالا که مربوط به حمل مواد به محل مورد تائید است، اشاره کرد. همچنین نیاز به تائید مقامات دولتی دارد. گاهی اوقات دفن زباله‌های مربوط به آلودگی‌های نفتی معاف از مقررات هستند و یا نیاز به مجوزهای مخصوص دارند. دستورالعملهای مورد نیاز برای زباله سوزها باید حاوی اطلاعات دقیق برای قرارگیری مواد در داخل زباله سوز باشد.

برای از بین بردن زباله‌های جامد و مایع هر کدام نیاز به کوره‌های زباله سوز مخصوص است، اما برای استفاده از این کوره‌ها نیاز به اجازه از مقامات مربوط است.

مواد جمع‌آوری شده از سواحل به دلیل وجود شن و ماسه قابلیت سوزانده شدن در کوره‌ها را ندارند، دستگاه‌های مخصوصی برای این کار ساخته شده است که بعد از مرحله از بین رفتن آلودگی‌های نفتی شن و ماسه به منطقه ساحلی بازگردانده می‌شوند و همچنین ماشین‌های مخصوص برای شستن شن و ماسه‌های آلوده به لکه‌های نفتی وجود دارد. نفت در این روش از مخلوط آب و نفت جدا می‌شود. مشابه این روش استفاده از آب با درجه حرارت بالا برای از بین بردن لکه‌های نفتی است. بخارات حاصل از این روش جمع‌آوری شده و تبدیل به مایع می‌شوند و آلودگی‌های نفتی از بین می‌روند. معمولاً این روش به دلیل نیاز به انرژی حرارتی بالا متداول نیست.

عکس 81: **دستگاه سوزاننده زباله‌های نفتی که استفاده از چنین دستگاه‌هـایی بایـد بـا اجـازه از سازمان‌های ذیربط صورت بگیرد.**

روش سوزاندن زائدات نفتی با روش سوزاندن در محل کاملاً متفاوت است. سوزاندن زائدات نفتـی شـامل سـوزاندن بـه طریق مستقیم در یک محل مشخص و بدون استفاده از تجهیزات و وسایل خاص می‌باشد. استفاده از این روش نیازمند اجازه از مقامات و مراجع ذیصلاح مربوطه است.

گاهی اوقات زباله‌های نفتی جمع شده حاصل از عملیات پاکسازی که شامل مواد جمع شده از کنار سواحل و یا جاذب‌ها هستندودر بخش‌هایی که مخصوص دفن زباله هستند، جمع‌آوری می‌شوندبه منظور جلوگیری از نشت نفـت مربـوط بـه این آلودگی‌ها در آب‌های زیر زمینی قوانینی مورد نیاز است. در بعضی از کشورها برای تعیین میزان نفوذ نفت از آزمایش استاندارد میزان نشت[135]استفاده می‌شود. روش‌های مختلفی برای تثبیت نفت آزاد در محیط و جلـوگیری از نفـوذ آن بـه خاک و آب‌های زیر زمینی وجود دارد. یکی از موارد استفاده از آهک زنده (اکسید کلسیم) است که به شکل سـیمانی در می‌آید. روش دیگر، استفاده از راکتورهای زیستی [136] برای تجزیه مواد نفتی است که به دلیل کندی در تجزیه ترکیبـات معمولاً روش مناسبی نیست. ازدیگر روش‌ها برای از بین بردن زائدات نفتی و پالایشگاهی جمع‌آوری آن‌هـا در منـاطق خاص به منظور تجزیه و از بین بردن ترکیبات است.

امروزه این روش به دلیل عدم تجزیه کامل ترکیبات نفتی و باقی ماندن آلـودگی‌هـای فلـزی و هیـدروکربن‌هـای پلـی آروماتیک در محیط و نشت نفت در آب‌های زیرزمینی از لحاظ قانونی ممنوع شده است.

آبهایی که میزان آلودگی نفتی آن‌ها ناچیز و کمتر از 15ppmاست، قابلیت بازگشت به چرخه آب را دارا هستندودر مورد آب‌هایی که میزان آلودگی بیشتری را دارا هستند، نیازمند مراحل جداسازی و تصفیه تکمیلی توسـط واحـدهای تصـفیه شهری

---

[۱۳۵] Leachability
[۱۳۶] Bio-Reactor

فصل نهم- عوامل شیمیایی از بین برنده آلودگی‌های نفتی

یکی دیگر از راههای مقابله با آلودگی‌های نفتی استفاده از مواد شیمیایی است. مجموعه مختلفی از مواد شیمیایی برای پاکسازی و از بین بردن آلودگی‌های نفتی وجود دارند. استفاده از این مواد شیمیایی نیاز به تائید مراجع ذیصلاح دارد، نکته دیگری که در مورد استفاده از مواد شیمیایی باید در نظر گرفته شود، این است که استفاده از این مواد برای از بین بردن آلودگی‌های نفتی همیشه تاثیرگذار نخواهد بود و اثر سمیت آن‌ها بر موجودات آبزی و حیات وحش بیشتر خواهد بود.

مواد دیسپرسنت[137]

مواد دیسپرسنت، یک نام عمومی برای مواد شیمیایی به منظور جمع‌آوری لکه‌های نفتی می‌باشد، که تشکیل قطرات کوچک نفتی پراکنده در لایه بالایی ستون آب را تسریع می‌کند. مواد دیسپرسنت شامل مواد فعال سطحی [138] مانند صابونها و مواد شوینده هستند که دارای اجزا قابل حل در آب و نفت می‌باشند. با توجه به خصوصیات اجزاء مواد فعال سطحی، نفت در آب رفتارهای متفاوتی از خود نشان می‌دهد. مواد فعال سطحی که در مواد دیسپرسنت مورد استفاده قرار می‌گیرند، تقریباً انحلال پذیری یکسانی در آب و نفت دارند که باعث پایداری قطرات نفت در آب می‌شوند. پایداری قطرات نفتی در آب هنگامی که خطر آلودگی‌های نفتی، جمعیت پرندگان و مناطق حساس دریایی را تهدید می‌کند، بسیار مهم است. دو موضوع اصلی در رابطه با استفاده از مواد دیسپرسنت را می‌توان میزان تاثیر گذاری و میزان نتایج حاصل از سمیت مواد دیسپرسنت در ستون آب عنوان کرد، که باعث ایجاد مباحثی در سی سال اخیر شده است. اختلاف نظر بر اساس اطلاعات قدیمی و اثبات نشده حاصل از آزمایشات و یا نتایج واقعی حاصل از استفاده از مواد دیسپرسنت مربوط به سال‌های گذشته است.

مواد دیسپرسنت مورد استفاده در طول سال‌های 1960 و 1970 مواد بسیار سمی و خطرناکی بودند، که باعث آسیب‌های جدی به محیط زیست دریایی شدند و بقیه مواد مورد استفاده اثر چندانی نداشته که در این بخش به این مواد پرداخته خواهد شد.

---

[۱۳۷] Dispersants
[۱۳۸] Surfactant

عکس 82: **مواد دیسپرسنت، باعث پراکنده شدن مواد نفتی سنگین نمی‌شوند. مـواد دیسپرسـنت ریخته شده بر روی آب به رنگ سفید در می‌آیند و همچنین باعث پراکندگی مواد نفتی بانکر c نیـز می‌شوند.**

میزان کارایی مواد دیسپرسنت

میزان کارایی مواد دیسپرسنت بر اساس میزان نفت وارد شده به ستون آب در مقایسه با میزان نفت باقی مانده بـر روی سطح آب تعیین می‌شود. پس ازبکارگیری مواد دیسپرسنت، معمولاً باریکه‌ای از نفت پراکنده شـده بـه رنـگ سـفید تـا قهوه‌ای بر روی سطح آب به وسیله کشتی و هواپیما قابل مشاهده است.

تشکیل باریکه مواد دیسپرسنت بر روی آب در حدود نیم تا یک ساعت طول خواهد کشید که عدم تشکیل آن به دلیـل موثر نبودن اثر مواد دیسپرسنت است. اثرات مواد دیسپرسنت تحت تـاثیر عوامـل مختلفـی قـرار دارد، کـه از آن جملـه می‌توانیم به ترکیبات و میزان درجه هوازدگی نفت، مقدار و نوع ماده دیسپرسـنت، انـرژی، شـوری و درجـه حـرارت آب اشاره کنیم.

ترکیب نفت از جمله مهمترین عواملی است که به طور مستقیم با انرژی دریا و میزان بکارگیری مواد دیسپرسنت ارتباط دارد. اگر ضخامت لایه نفتی خیلی کم باشد، ماده دیسپرسنت به جای نفت با آب واکنش می‌دهد و پخش مواد نفتی رخ می‌دهد.

همانطور که در فصل چهارم به آن پرداخته شد، بعضی از نفت‌ها بعد از ریخته شدن در دریا مستعد پراکندگی به صورت طبیعی هستند به ویژه نمونه مواد نفتی که دارای اجزا اشباع هستند به عنوان مثال سوخت دیزل که شامل اجزاء اشباع است به دو شکل طبیعی و در صورت افزایش مواد دیسپرسنت در سطح آب پخش خواهد شد، در مقایسه با میزان نفتی است که به صورت طبیعی پراکنده خواهد شد و در رابطه با میزان مواد دیسپرسنتی است که برروی سطح آلودگی نفتی پخش خواهد شد. نمونه مواد نفتی که اجزای اصلی آن‌ها شامل رزین، آسفالتین و ترکیبات آروماتیکی سنگین و مومی هستند پس ازبکارگیری مواد دیسپرسنت به سختی بر روی آب پراکنده می‌شوند و بر روی آب باقی می‌مانند به همین دلیل پخش بعضی از مواد نفتی مثل نفت بانکر C بر روی آب به وسیله مواد دیسپرسنت متداول امروزی مشکل به نظر می‌رسد. نتایج آزمایشگاهی نشان دهنده ارتباط بین مقدار مصرفی[139]مواد دیسپرسنت و انرژی دریا در هنگام بکارگیری مواد دیسپرسنت است.

در حالت کلی زمانی که انرژی دریا پایین است برای بدست آوردن نتیجه یکسان نسبت به زمانی که دریا داری انرژی بالاتری است باید از میزان مواد دیسپرسنت بیشتری استفاده شود. جدول 9 اثرات انرژی دریا به همراه بکارگیری مقدار یکسان از مواد دیسپرسنت بر نمونه‌های مختلف را نشان می‌دهد.

عکس 83: پراکندگی مواد نفتی به وسیله مواد دیسپرسنت که باعث تشکیل ابر سفیدی از مواد نفتی و دیسپرسنت در داخل آب شده است.

نتایج آزمایشات خلاصه شده در جدول مذکور، نسبت مقدار مصرف مواد دیسپرسنت به نفت در حدود 1: 10یا حدود 10% حجمی از میزان نفت مورد آزمایش است، که با توجه به نتایج آزمایش این مقدار می‌تواند حالت ایده آلی باشد. همانطور که در نتایج جدول مشاهده می‌شود، مواد دیسپرسنت بیشترین اثرات را در زمان انرژی بالای دریا دارند. شکل

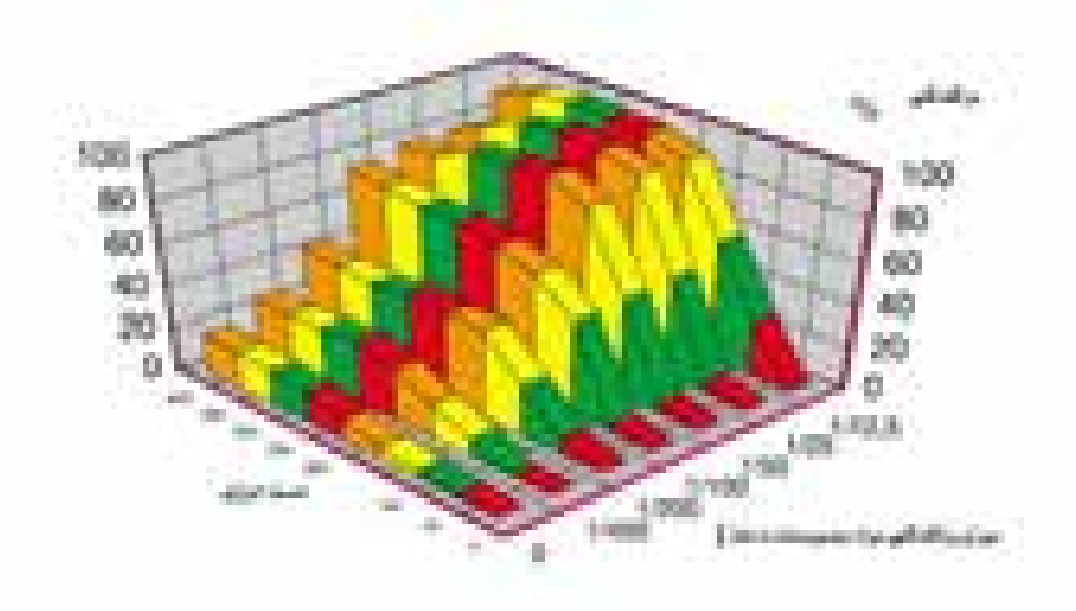
[۱۳۹] Dose

27، اثر انرژی دریا به همراه بکارگیری یک نوع خاص از مواد دیسپرسنت بـر یـک نمونـه نفـت خـام نشـان مـی‌دهـد، همانطورکه مشاهده می‌شود دسته زیادی از مواد دیسپرسنت برای پخش شدن نیاز به انرژی پایین دریـا دارنـد. در واقـع بکارگیری این دسته از مواد دیسپرسنت بر روی آلودگی‌های نفتی تحت شرایط عادی بسیار مشـکل اسـت. زمـانی کـه انرژی دریا پایین است و مواد دیسپرسنت به سختی پخش می‌شوند، برای ایجاد سطح مشترک بـین آب و نفـت بایـد از میزان مواد دیسپرسنت بیشتری استفاده شود در همین رابطه گاهی اوقات تنها بکارگیری مواد فعال کننده سطحی مـوثر نیست.

میزان کارایی مواد دیسپرسنت به دلیل پیچیدگی محاسبات در تعیین مقدار نفت در ستون آب و میزان نفت باقیمانـده در سطح آب مشکل به نظر می‌رسد. محاسبات برای اندازه‌گیری میزان پخـش مـواد دیسپرسـنت در شـرایط آزمایشـگاهی راحت‌تر صورت می‌گیرد با توجه به اینکـه شـرایط آزمایشـگاهی بـا شـرایط واقعـی کـاملاً تفـاوت دارد و در محاسـبات آزمایشگاهی باید میزان تاثیر انرژی دریا و شوری آب را در نظر گرفت. . نتایج آزمایشـگاهی الزامـاً نشـان دهنـده نتـایج درست در شرایط واقعی نیست، بلکه این نتایج تنها به عنوان یک معیار مورد بررسی قرار می‌گیرند. انـدازه‌گیـری دقیـق میزان نفت باقی مانده بر روی سطح آب، کار بسیار مشکلی است و روش‌های متداول امروزی برای تعیین ضخامت لایه نفتی پاسخ گو نخواهد بود. در اندازه گیریهای میدانی تشخیص دقیق غلظت نفت در ستون آب امکانپذیر نیست.

جدول 9- میزان کارایی انواع مواد دیسپرسنت

نفت	کارایی مواد دیسپرسنت (درصد مواد نفتی در داخل ستون آب)	
	امواج دریا با انرژی پایین	امواج دریا با انرژی بالا
دیزل	60	95
نفت خام سبک	40	90
نفت خام متوسط	10	70
IFO 180	5	10
بانکر C	1	1



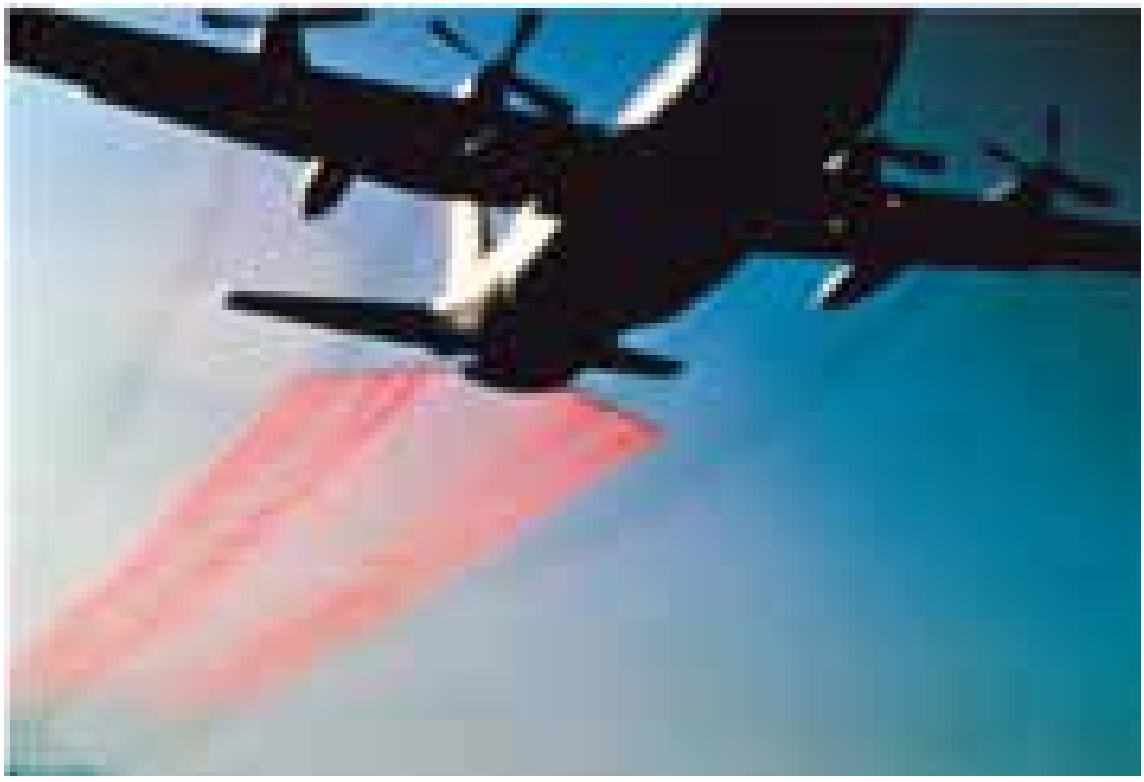
شکل 27: رابطه بین انرژی امواج و مقدار مواد دیسپرسنت در دریا

کاربرد مواد دیسپرسنت

مواد دیسپرسنت، معمولاً به شکل خالص (رقیق نشده) ویا رقیق در آب دریا به کار می‌روند، در شرایطی که هوا مناسب و استفاده سریع ازمواد دیسپرسنت ایجاب کند به کارگیری هواپیما، هلی کوپترهای مخصوص مفید خواهد بود. سیستم پخش کننده در هواپیماهای کوچک آفت کش محصولات کشاورزی می‌تواند با اندکی تغییر به صورت پخش کننده مواد دیسپرسنت لکه‌های نفتی در آید.

عکس 84: سیستم اسپری مواد دیسپرسنت که بر روی هواپیمای بزرگی نصب شده است

چنین هواپیماهایی می‌توانند در طول یک روز پروازهای متعددی به نقاط مختلف انجام دهند. ظرفیت این هواپیماها از 250 تا 1000 لیتر متفاوت خواهد بود. هواپیماهایی که دارای مخازن داخلی هستند، توانایی حمل 4000تا 12000لیتر از مواد دیسپرسنت را دارا هستند. هواپیماهای بزرگتر که مجهز به مخازن قابل حمل هستند، توانایی حمل 20000لیتر از مواد دیسپرسنت را دارا هستند، که این مقدار ازمواد دیسپرسنت، توانایی پراکندگی 400000لیتر نفت با نسبت 1 به 20از مواد دیسپرسنت به نفت با ضخامت 0/5 میلی متر را دارا هستند، که این مقدار مواد دیسپرسنت در حدود 400000مترمربع یا 0/4 کیلومترمربع را پوشش می‌دهند. مقابله با آلودگی‌های نفتی می‌تواند اندکی پس از بارگیری مواد دیسپرسنت انجام گیرد. برای پراکندگی مواد نفتی در حدود 8 پرواز در روز باید انجام گیرد که این امر بستگی به فاصله محل وقوع آلودگی نفتی تا محل فرودگاه دارد. زمانی که از هواپیماهای بزرگ استفاده می‌شود، تامین مقدار مواد دیسپرسنت مورد نیاز کار مشکلی است. در یک مانور هوایی در حدود 100 مخزن که در حدود 20000لیتر مواد دیسپرسنت گنجایش دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.



عکس 85: استفاده از روش هوایی برای پاشیدن مواد دیسپرسنت بر روی آب در این روش از هواپیما برای پاشیدن مواد دیسپرسنت استفاده شده است و برای آزمایش، مواد دیسپرسنت به رنگ قرمز، رنگ آمیزی شده‌اند.

پروازهای بعدی تا تهیه مقدار مواد دیسپرسنت با تاخیر انجام خواهند شد. عملیات پخش مواد دیسپرسنت در طول یک روز با استفاده از هواپیماهای بزرگ قابل انجام هستند، زمانی که از هلی کوپتر استفاده می‌کنیم، مخازن نگهداری مواد

دیسپرسنت باید در حدود 500 لیتر تا 2000 لیتر باشند. در صورتی که نسبت مواد دیسپرسنت به نفت 1 به 20 باشد، مواد دیسپرسنت توانایی پراکنده کردن در حدود 10000تا 40000لیتر از مواد دیسپرسنت را دارا هستند. اگر ضخامت لایه نفتی در حدود 0/5 میلی متر باشد. پراکندگی نفتی به وسعت 10000تا 40000متر مربع (یا 0/01تا 0/04 کیلومتر مربع) خواهد بود. پر شدن هر مخزن برای آماده شدن جهت پاشیدن مواد دیسپرسنت حدود 1 تا 2 ساعت طول می‌کشد، در عملیات مقابله با آلودگی‌های نفتی برای پوشش وسیع منطقه می‌توان از شناور نیزاستفاده کرد، که می‌تواند در حدود 10 تا 30 متر از منطقه را پوشش دهد. این شناورها حاوی مخازنی با ظرفیت در حدود 1000 تا 10000لیتر هستند. از آنجایی که مواد دیسپرسنت برای داشتن جریانی کامل در طول نازل‌ها به وسیله آب دریا رقیق می‌شوند، نیازمند به تجهیزاتی برای کنترل میزان رقت مواد دیسپرسنت است. میزان مواد دیسپرسنت مورد نیاز برای پوشش منطقه‌ای در حدود 1000000 مترمربع یا 1 کیلومترمربع در حدود 10000تا 100000لیتر است، که این مقدار بسیارکمتر از مواد دیسپرسنت توسط هواپیما است. در آلودگی‌های بزرگ نفتی به ندرت از شناور پخش کننده مواد دیسپرسنت استفاده می‌شود.

نکته مهم در مورد استفاده از مواد دیسپرسنت، بکارگیری مقدار لازم از مواد دیسپرسنت برای ایجاد سطح تماس مستقیم بین نفت و مواد دیسپرسنت است.

عکس 86: استفاده از هلی کوپتر برای پاشش مواد دیسپرسنت بر روی آب

عکس 87: **در طی حادثه ایکس تاک IXTOC، از مواد دیسپرسنت برای پراکنده کردن لکه‌های نفتی استفاده می‌شود.**

قطرات مواد دیسپرسنت که بزرگتر از 1000Φm هستند بر روی سطح لکه نفتی شکسته می‌شوند و باعث ایجاد نوارهای باریکی از لکه‌های نفتی خواهند شد که این مسئله باعث پراکندگی لکه‌های نفتی خواهد شد. این مسئله با از بین رفتن لکه نفتی در ناحیه ریزش مواد دیسپرسنت بدون تغییر رنگ معمول از رنگ سفید به رنگ قهوه‌ای در ستون آبی قابل مشاهده است که باعث ازبین رفتن مواد دیسپرسنت خواهد شد، مسئله پراکندگی در مورد لکه‌های با میزان قطر کمتر زمانی که قطرات کوچکتر مواد دیسپرسنت بر روی آن می‌ریزد، نیز وجود دارد. پخش مواد دیسپرسنت در زمان پاشش هوایی نیز به دلیل حرکت مواد دیسپرسنت به وسیله جریان باد نتایج مطلوبی در بر نخواهد داشت. پخش مواد دیسپرسنت به وسیله پاشش هوایی با نسبت 1 به 20، مواد دیسپرسنت به نفت کار بسیار دشواری است. سرعت پمپاژ مواد دیسپرسنت و اندازه قطرات حاصل مسئله بسیار مهمی است، اگر ضخامت لایه نفتی خیلی کم باشد، ماده دیسپرسنت به جای نفت با آب بر هم کنش انجام می‌دهند و پخش نفت رخ نمی‌دهد.

نتایج آزمایشات نشان می‌دهد، تکرار بکارگیری مواد دیسپرسنت در محل مورد نظر برای چندین بار باعث اطمینان پیدا کردن در زمینه پخش کامل مواد دیسپرسنت بر روی لکه‌های نفتی خواهد شد. در صورت استفاده از سیستم پخش مواد

آفت کش، قطرات کوچک از مواد دیسپرسنت به وجود می‌آید که بر روی لکه‌های نفتی به حرکت درخواهند آمد، در این حالت در صورت بکارگیری تجهیزات بهبوددهنده و شلنگ‌های متداول مورد استفاده در شناور نتایج مطلوبی در اندازه قطرات پخش شده از مواد دیسپرسنت در واحد سطح خواهیم داشت. علاوه بر این سرعت بالای پخش مخلوط مواد دیسپرسنت و آب باعث پخش نفت در آب خواهد شد، که در نتیجه باعث از بین رفتن اثرات مواد دیسپرسنت در ستون آبی و پخش نفت شناور خواهد شد.

سمیت مواد دیسپرسنت

سمیت مربوط به مواد دیسپرسنت و قطرات نفتی پخش شده در آب دریا یکی از موضوعات مهم و مورد بحث در اواخر دهه 60 و اوایل دهه 70 میلادی بود. کاربرد مواد سمی باعث از بین رفتن تعداد قابل ملاحظه‌ای از جانداران دریایی شد.

امروزه مواد دیسپرسنت مورد استفاده نسبت به نمونه‌های قبلی از میزان سمیت کمتری برخوردار هستند (معمولاً در حدود یک صدم) استاندارد میزان سمیت برای گونه‌های حساس مانند قزل آلای رنگین کمان [140] به کار گرفته شده می‌شود. میزان غلظت کشنده برای حدود 50 درصد از جمعیت مورد آزمایش تحت عنوان غلظت کشنده[141] LC_{50} تعریف می‌شود که بر حسب mg/l تعریف می‌شودواین مقدار برابر با قسمت در میلیون ppm است. ویژگی این آزمایش مربوط به مدت زمان است که برای جانداران بزرگتر مثل ماهی‌ها در حدود 96 ساعت است. میزان سمیت مواد دیسپرسنت در دهه‌های 1960 و 1970 میلادی توسط آزمایش LC_{50} برای ماهی قزل آلای رنگین کمان در مدت 96 ساعت در حدود 5 تا 50 mg/l بدست آمد. میزان سمیت مواد دیسپرسنت امروزی که مورد استفاده قرار می‌گیرند در حدود 200 تا 500 میلی گرم در لیتر است، این نوع مواد دیسپرسنت حاوی مخلوطی ازسورفکتانت‌ها و میزان کمی از محلولهای سمی می‌باشند. امروزه میزان سمیت نفت از مواد دیسپرسنت بیشتر است. میزانLC_{50} برای نفت دیزل و نفت خام در محدوده 20تا 50 میلی گرم در لیتر است، اگر چه نفت به صورت شیمیایی و طبیعی در محیط پراکنده می‌شود. پراکندگی آلودگی‌های نفتی توسط مواد دیسپرسنت بر میزان سمیت نفت اثر گذار نخواهد بود، اگر چه پراکندگی طبیعی و یا شیمیایی نفت در آب‌های کم عمق باعث افزایش غلظت نفت در آن منطقه در نتیجه مرگ موجودات آبزی خواهد شد، به عنوان مثال سوخت دیزل نشت شده خلیج آتلانتیک باعث مرگ هزاران خرچنگ دریایی شد، این حادثه بدون استفاده از مواد دیسپرسنت اتفاق افتاد. استفاده از مواد دیسپرسنت تا به امروز به عنوان یکی از مسائل جنجالی و مورد است که استفاد از این مواد را ممنوع کرده است.

به عنوان مثال در کشورهای کانادا وآمریکا استفاده از این مواد نیازمند گرفتن مجوز از سازمان حفاظت محیط زیست و دولت است . در این دو کشور محصولات مورد استفاده به عنوان ماده دیسپرسنت باید آزمایشات استاندارد مربوط به میزان سمیت و اثر بخشی را قبل از این که مورد استفاده قرار می‌گیرند، پشت سر بگذارند. در این کشورها از حدود 30

---

[140] Rain Bow
[141] Lethal Concentration

نوع ماده دیسپرسنت پیشنهادی در سال 2001 میلادی در حدود 5 نوع از آن‌ها مجوز استفاده داشته‌اند. به طور خلاصه در سراسر دنیا از انواع مختلفی مواد دیسپرسنت استفاده می‌شود. در طول 10سال گذشته مواد دیسپرسنت در کشورهای آمریکای شمالی مورد استفاده قرار نگرفته‌اند و همچنین در اروپا تنها در سه کشور به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

عکس 88: مخزن اسپری مواد دیسپرسنت هلی کوپتر، که بیش از 2000لیتر ظرفیت مواد دیسپرسنت دارد.

از آنجایی که مواد دیسپرسنت نمی‌توانند صد در صد موثر باشند، در صورت عدم تاثیر مواد دیسپرسنت ممکن است زندگی جانداران دریایی به مخاطره بیافتد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد، میزان چسبندگی نفت‌هایی که تحت تاثیر مواد دیسپرسنت قرار می‌گیرند کاهش پیدا می‌کند که این پدیده نتایج مطلوبی را در بر نخواهد داشت.

مواد شوینده سطوح[142]

با توجه به این که مواد شوینده سطوح گاهی اوقات تحت عنوان مواد دیسپرسنت نامیده می‌شوند، اما این دو ترکیب با یکدیگر تفاوت دارند. در بعضی موارد استفاده از مواد شوینده بسیار سودمند خواهد بود. اما استفاده از این مواد با توجه به وجود مواد دیسپرسنت زیاد مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. زمانی که در گذشته موضوع سمیت مواد دیسپرسنت مشکل ساز شده بود، آزمایشات نشان داد که استفاده از مواد شوینده سطوح، اثرات سمیت کمتری بر موجودات آبزی خواهند داشت، همچنین استفاده از این مواد باعث حفاظت محیط زیست ساحلی خواهد شد. هر دو این محصولات حاوی سورفکتانت هستند که هم در آب و هم در نفت قابل حل هستند.

[142] Surface washing agent

استاندارد مربوط به میزان سمیت و اثر بخشی را قبل از این که مورد استفاده قرار بگیرند، پشت سر بگذارند. در این کشورها از حدود 30 نوع ماده دیسپرسنت پیشنهادی در سال 2001 میلادی در حدود 5 نوع از آن‌ها مجوز استفاده داشته‌اند. به طور خلاصه در سراسر دنیا از انواع مواد دیسپرسنت استفاده می‌شود. در طول 10 سال گذشته مواد دیسپرسنت مورد استفاده در کشورهای آمریکای شمالی مورد استفاده قرار نگرفته‌اند و همچنین در اروپا تنها در 3 کشور به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ازآنجایی که مواد دیسپرسنت نمی‌توانند صد در صد موثر باشند، در صورت عدم تاثیر مواد دیسپرسنت ممکن است زندگی جانداران دریایی به مخاطره بیافتد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد، میزان چسبندگی نفت‌هایی که تحت تاثیر مواد دیسپرسنت قرار می‌گیرند، کاهش پیدا می‌کند که این پدیده نتایج نامطلوبی را در بر نخواهد داشت.

عکس 89: عوامل شوینده سطح که به منظور اسپری کردن بر روی سطح به کار گرفته می‌شود.

مواد شوینده سطوح[143]

با توجه به اینکه مواد شوینده سطوح گاهی اوقات تحت عنوان مواد دیسپرسنت نامیده می‌شوند، اما این دو ترکیب با یکدیگر تفاوت دارند. دربعضی موارد استفاده از مواد شوینده بسیار سودمند خواهد بود. اما استفاده از این مواد با توجه به وجود مواد دیسپرسنت زیاد مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. زمانی که در گذشته موضوع سمیت مواد دیسپرسنت مشکل ساز شده بود، آزمایشات نشان داد که استفاده از مواد شوینده سطوح، اثرات کمتری بر موجودات آبزی خواهند داشت،

[143] Surface washing agent

همچنین استفاده ازاین مـواد باعـث حفاظـت از محـیط زیسـت دریـایی خواهـد شـد. هـر دو ایـن محصـولات حـاوی سورفکتانت‌ها هستند که هم در آب و هم در نفت قابل حل هستند.

نظر به این که در مواد شوینده سطوح، سورفکتانت‌ها حلالیت بیشتری در آب نسبت به نفت دارند. مکانیسم عملکرد مواد شوینده سطوح نسبت به مواد دیسپرسنت کاملاً متفاوت است. مکانیسم استفاده از مواد شوینده بـر پایـه خاصـیت پـاک کنندگی آن‌ها است، مثل استفاده ازمواد شوینده در شستشوی لباس، در واقع خصوصیات مواد دیسپرسنت و مواد شوینده با یکدیگر تفاوت دارند.

آزمایشات نشان می‌دهد، محصولاتی که خاصیت شویندگی خوبی دارند، دارای خاصیت پراکندگی نیستند و بـالعکس. از مواد شوینده در خطوط ساحلی برای از بین بردن نفت از روی سطوح و سازه‌های ساحلی استفاده می‌شود. در هنگام جزر کامل مواد شوینده بر روی مواد نفتی اسپری می‌شوند و سپس به حال خود گذاشته می‌شوند و پس از گذشت مدت زمان و با محدود کردن ناحیه به وسیله بوم و اسکیمر با بخار آب و با فشار پایین شسته می‌شوند. نتـایج آزمایشـگاهی نشـان می‌دهد این مواد به طور چشمگیری مواد نفتی را به میزان 90 تا 95 درصد ازروی صخره‌ها کاهش می‌دهند.

جدول 10- کارایی و میزان سمیت بعضی از مواد شوینده سطوح

ویژگی محصول	کارایی مواد شوینده سطوح (درصد مواد نفتی جدا شده)		LC50 برای ماهی قزل آلای رنگین کمان (در مدت 96 ساعت)
	آب شور	آب شیرین	
محصولات مورد تائید تجاری	55	50	>10000
عصاره پوست مرکبات	52	50	35
پاک کننده بر پایه حلال	44	49	25
دیسپرسنت	27	25	850
لیمونن- d	21	23	15
ترکیبات صابون	16	14	15

سازمان حفاظت محیط زیست کانادا به همراه سازمان مدیریت مواد معدنی آمریکـا[144]، آزمایشـاتی بـرای تعیـین میـزان کارایی مواد شوینده سطوح انجام دادند. نتایج این آزمایشات نشان می‌دهد، این محصولات قادر به پاکسازی نفت بـانکر C ازروی سطوح فلزی در آب‌های شور و شیرین هستند. نتایج بعضی از این آزمایش‌ها در جـدول 10 نشـان داده شـده است. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود، موثرترین محصولات که از لحاظ صنعتی قابـل قبـول هسـتند، کمتـرین میزان سمیت را دارا هستند.

[144] U.S Minerals Management Service

ترکیبات طبیعی، dلیمونن به همراه ترکیبات شیمیایی و پاک کننده‌های خانگی از همه کم اثر و سمی‌تر هستند. استفاده از مواد شوینده سطوح نیز مانند مواد دیسپرسنت بر پایه قوانین و مقررات است. در کشورهای آمریکا و کانادا تنها دسته کمی از محصولات دارای مجوز استفاده هستند که بکارگیری آن‌ها نیازمند اخذ مجوز است.

در بسیاری از کشورها، قانونی مشابه کشورهای آمریکا و کانادا وجود دارد. مواد شوینده به نفوذ مواد نفتی به داخل آب‌های زیرزمینی کمک می‌کند که هزینه پاکسازی آب‌های زیرزمینی بسیار گرانتر از هزینه پاکسازی مناطق آلوده به روش فیزیکی خواهد بود.

عکس 90: این عکس، دو گروه مقابله با آلودگی را نشان می‌دهد که گروه اول، به وسیله عوامل شوینده سطح Surface Washing Agent، باعث جدا شدن آلودگی‌های نفتی از سطح خواهند شد و گروه دوم، مواد نفتی جدا شده از روی سطوح را در مکان‌های مشخص جمع‌آوری می‌کنند.

بازدارنده‌ها و شکننده‌های امولسیون[145]

بازدارندها و شکننده‌های امولسیون، موادی هستند که به منظور جلوگیری از تشکیل امولسیون‌های آب در نفت استفاده می‌شوند، یا سبب تبدیل چنین امولسیون‌هایی به نفت و آب می‌گردند. فرمولاسیون‌های مختلف می‌توانند هر دو عمل را انجام دهند.

امولسیون‌ها می‌توانند به طور جدی عملیات پاکسازی را با افزایش مقدار ماده بازیابی شونده، دور ریز و ذخیره شونده تا سه برابر پیچیده نمایند.

امولسیون‌های آب در نفت به دلیل ویسکوزیته بالا باعث ایجاد اشکال در کار اسکیمرها و پمپ خواهندشد. نمونه‌های مختلفی از مواد بازدارنده و شکننده‌های امولسیون وجود دارد که بعضی از آن‌ها درآبهای بسته مورد استفاده قرار می‌گیرندوبعضی دیگر در دریاهای آزاد مورد استفاده قرار می‌گیرند وبه عنوان مثال بعضی از این مواد شامل

۱۴۵

سورفکتانت‌ها هستند که حلالیت بالایی در آب دارند و برای استفاده در سیستم‌های بسته بسیار مناسب هستند و درصورت استفاده از آن‌ها در ستون آبی از بین نمی‌روند، بقیه حاوی پلیمرهایی هستند که حلالیت پایینی در آب دارند و برای استفاده در آب‌های آزاد مناسب هستند و سمیت این مواد با یکدیگر متفاوت است. میزان تاثیر پذیری مواد بازدارنده و شکننده‌های امولسیون بر اساس پایین‌ترین مقدار میزان مصرف برای شکستن امولسیون و یا جلوگیری از تشکیل مجدد آن تعریف می‌شود.

نتایج آزمایشگاهی مربوط به بازدارنده‌ها و شکننده‌های امولسیون در جدول 11 مشاهده می‌شود. قوانین مختلفی برای استفاده از این مواد در کشورهای مختلف وجود دارد، مخصوصاً در مورد استفاده از این مواد در آب‌های آزاد که نیازمند قوانین خاص است. شکننده‌های امولسیون در عملیات پاکسازی در آب‌های آزاد مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. مطالعات بر روی بازدارنده‌ها و شکننده‌های امولسیون هنوز به اندازه کافی گسترش پیدا نکرده است و این امولسیون‌ها شکل پایداری را تشکیل نمی‌دهند، استفاده از مواد شکننده امولسیون و بازدارنده‌ها در آب‌های آزاد زیاد متداول نیست.

جدول 11- میزان کارایی و سمیت بعضی از ترکیبات شکننده امولسیون و عوامل بازدارنده

ویژگی محصول	میزان کارایی عوامل بازدارنده کمترین میزان عوامل بازدارنده				میزان سمیت LC50 برای ماهی قزل آلای رنگین کمان در مدت زمان 96 ساعت ppm
	سیستم باز[146]	سیستم بسته	سیستم باز	سیستم بسته	
محصول تجاری تائید شده	1: 800	1: 700	1: 500	1: 600	>10000
سورفکتانت تجاری تائید شده	1: 300	1: 800	1: 400	1: 1000	400
محصول تجاری مورد تائید، عوامل بازدارنده	1: 100	1: 600	1: 100	1: 600	300
محصول تجاری مورد تائید، عوامل بازدارنده	1: 100	1: 600	1: 100	1: 600	75

مواد افزایش دهنده سرعت جمع‌آوری نفت[147]

دسته‌ای از مواد افزایش دهنده سرعت جمع‌آوری نفت مانند عوامل ویسکوالاستیک باعث افزایش میزان بازدهی جمع‌آوری نفت توسط اسکیمرها و دستگاه‌های خلأ به وسیله بالا بردن خاصیت چسبندگی نفت می‌شوند. این مواد باعث بالا بردن خاصیت بازدهی جذب سطوح جاذب در اسکیمرها می‌شوند به عنوان مثال این مواد خاصیت بازیابی نفت دیزل را تا حدود 10 برابر افزایش می‌دهند. این محصولات برای بعضی از نمونه‌های نفت خام سنگین و نفت بانکر C کارایی

[146] سیستم باز،سیستمی است که آب زیادی برای رقیق شدن وارد آن می شود و سیستم بسته،سیستمی است که آب کمی برای رقیق شدن وارد آن می شود.

[147] Recovery Enhancers

ندارند. یک محصول افزایش دهنده سرعت جمع‌آوری نفت ازیک پلیمر غیر سمی تشکیل شده است که شامل مارپیچ‌های ریزو یا مارپیچ‌های مولکولی شکل است که باعث افزایش خاصیت چسبندگی نفت خواهد شد.

مواد جامد کننده[148]

این مواد شیمیایی بر روی نفت اسپری شده و نفت را از حالت مایع به جامد تبدیل می‌کند که می‌توان آن را از روی سطح آب با تور و یا وسایل مکانیکی جمع‌آوری نمود. این مواد تحت عنوان مواد جمع کننده[149] و یا مواد ژل کننده[150] شناخته می‌شوند. عملکرد مواد جمع کننده به طور کلی با مواد دیسپرسنت متفاوت است.

جدول 12- میزان کارایی و سمیت بعضی از مواد جامد کننده نفت

ویژگی محصول	میزان کارایی عوامل بازدارنده (حداقل درصد عوامل بازدارنده که باعث جامد شدن مواد نفتی می‌شود)	میزان سمیت میزان غلظت کشنده برای ماهی قزل آلای رنگین کمان در مدت زمان 96 ساعت ppm
عوامل بازدارنده، دارای اتصال جانبی	10 تا 40	>5000
عوامل بازدارنده، دارای اتصال جانبی – اصلاح سطحی شده	20 تا 50	>3000
مواد شبه جاذب	40 تا 80	>1000
مواد مومی شکل	100 تا 250	>4000

این مواد در نقطه مقابل مواد دیسپرسنت قرار می‌گیرند. مواد جامد کننده حاوی مواد شیمیایی دارای اتصالات عرضی هستند، که توانایی اتصال به دو مولکول یا بیشتر را دارا هستند. دسته دیگری از این مواد کاتالیزورهای پلیمریزه کننده هستند، که باعث اتصال مولکول‌ها به یکدیگر می‌شوند، مواد جامد کننده به طور عمده از پودرها تشکیل شده‌اند، که به سرعت به نفت متصل می‌شوند و با آن واکنش می‌دهند.

با توجه به نوع ماده جامد کننده در حدود 10 تا 40 % وزنی از ماده جامد کننده برای جامد کردن ماده نفتی تحت شرایط ایده‌آل مورد نیاز است. جدول 12، نسبت ماده جامد کننده به نفت برای چند نمونه از مواد جامد کننده پیشنهادی را نشان می‌دهد.

در گذشته مواد جامد کننده به دلایلی مورد استفاده قرار نمی‌گرفتند، که از جمله مهمترین آن‌ها مربوط به زمانی است که نفت بر روی سطح دریا جامد می‌شود. جامد شدن نفت بر روی آب، بازیافت نفت توسط دستگاه‌های اسکیمر، پمپ‌ها، مخازن ودستگاه‌های جداکننده که عملکرد آن‌ها بر اساس مایعات و یا مایعات با چسبندگی بالا است را دچار مشکل می‌کند. دلیل دوم، میزان ماده لازم برای جامد کردن حجم زیاد آلودگی نفتی است، که گاهی اوقات برای مقابله آلودگی‌های نفتی و کاهش دادن آن‌ها غیر ممکن به نظر می‌رسد. سوم این که مواد جامد کننده در برخورد با اولین لکه

---

[148] Solidifiers
[149] Collecting Agent
[150] Gelling Agent

نفتی واکنش می‌دهند و نفت به سرعت با ماده جامد کننده واکنش می‌دهد و به حالت جامد در می‌آید، نفت جامد شده اولیه به صورت سد عمل می‌کند و از واکنش نفت باقی مانده با ماده جامد کننده جلوگیری می‌کند.

نتایج آزمایشات در دریا نشان می‌دهد که کاربرد مقادیر زیاد از مواد جامد کننده بر روی توده نفتی اثری بر جامد شدن توده نفتی نخواهد داشت.

استفاده از عوامل غرق کننده[151]

عوامل غرق کننده، معمولاً مواد معدنی هستند که بر روی سطح یک لایه نفتی پخش می‌شوند تا نفت را جذب نموده و باعث فرورفتن آن در آب شوند. استفاده از این مواد به دلیل خطرات زیست محیطی آن، در اکثر کشورها ممنوع شده است. انواع متداول این مواد، شن عمل آوری شده و انواع خاصی ازرس‌ها می‌باشند، در صورت استفاده از مواد اولئوفیلیک (نفت دوست) مانند شن پوشیده شده از استئارات بر روی نفت غوطه‌ور در آب لکه نفتی به بستر دریا انتقال می‌یابد. این روش به دلیل به خطر انداختن زندگی موجودات آبزی و روشن نبودن وضعیت نهایی و به دلیل اینکه مقدار زیادی از این نفت، بعدها دوباره به سطح آب باز می‌گردد، از کارایی خوبی برخوردار نیست.

عوامل تجزیه زیستی[152]

عوامل تجزیه کننده باعث افزایش سرعت تجزیه زیستی نفت در محیط زیست خواهند شد. کاربرد این مواد بیشتر در خطوط ساحلی است. این مواد به دلیل سرعت زیاد حرکت مواد نفتی در دریا و رقیق شدن این مواد کاربرد چندانی در آب نخواهند داشت و مطالعات بسیاری در خصوص تجزیه نفت و استفاده از این مواد انجام شده است. تا به حال در حدود 100 نمونه از باکتری‌ها و قارچ‌ها پیدا شده‌اند که قادر به تجزیه ترکیبات اشباع نفت هستند. ترکیبات اشباع معمولاً در حدود 12 تا 120 اتم کربن دارند. بعضی از انواع باکتری‌ها قادر به تجزیه ترکیباتی هستند که دارای وزن مولکولی کمی هستند. باکتری‌های تجزیه کننده ترکیبات نفتی اکثراً در چاه‌های نفت و همچنین در ذخایر نفتی نزدیک به سطح زمین وجود دارند.

نتایج آزمایشات نشان می‌دهد، باکتری‌هایی که به صورت طبیعی در شرایط خاک و آب و هوایی آن مناطق رشد می‌کنند برای تجزیه آلودگی‌های نفتی بسیار مناسب‌تر از باکتری‌های هستند که به شرایط آب و هوایی آن منطقه عادت ندارند.

همانطور که در فصل سوم اشاره شد، نمونه‌های مختلف مواد نفتی بر اساس ترکیبات اشباعشان دارای سرعت‌های تجزیه مختلفی هستند به عنوان مثال نفت دیزل که دارای 95 درصد ازترکیبات اشباع است در شرایط مناسب قابلیت تجزیه شدن را دارا خواهد بود. اگر چه بعضی از نمونه‌های نفتی مانند نفت بانکر C شامل تعداد کمی از اجزای اشباع است که تحت هیچ شرایطی قابلیت تجزیه شدن را ندارند. عدم تجزیه ترکیبات سنگین آروماتیکی نفت مثل آسفالتین و ترکیبات آسفالتی باعث استفاده از این ترکیبات در پوشش‌های جاده و سقف خواهد شد. موجودات زنده‌ای که در محیط‌های آلوده به مواد نفتی به سر می‌برند، قابلیت بیشتری در تجزیه هیدروکربن‌ها دارند که به این عمل سازش

---

[151] Sinking Agent
[152] Biodegradation Agent

می‌گویند. عوامل تجزیه کننده زیستی شامل عوامل تقویت کننده[153] که این مواد حاوی کودهای شیمیایی و دیگر مواد تقویت کننده فعالیت موجودات زنده، تجزیه کننده هیدروکربن‌ها می‌باشند. مواد افزودنی زیستی[154] شامل باکتری‌های تخریب کننده و مواد تقویت کننده هستند. مطالعات نشان می‌دهد، که افزودن مواد تقویت کننده به مناطقی که حاوی آلودگی‌های نفتی هستند باعث افزایش سرعت ازبین رفتن ترکیبات اشباع و بعضی ازترکیبات آروماتیکی نفت خواهد شد در نتیجه در حدود 40 درصد از نفت در فاصله زمانی یک ماه تا یک سال تجزیه خواهد شد. مواد افزودنی در صورتی که نسبت نیتروژن به فسفر در حدود 10 به 1 باشد، بیشترین اثر را خواهند داشت. کودهای شیمیایی که باعث خنثی نگه داشتن زمین می‌شوند، بهترین عامل برای تجزیه نفت هستند. کودهای شیمیایی که حالت اسیدی به زمین می‌دهند، باعث کند شدن تجزیه زیستی نفت خواهند شد. کودهای شیمیایی که حلالیت بیشتری در نفت دارند به نسبت، میزان حلالیت کمتری در آب دارند. کودهای شیمیایی به راحتی شسته نمی‌شوند. مواد افزودنی زیستی به طور گسترده در مناطق آلوده نفتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، علت عدم استفاه از این مواد به دلیل وجود موجودات زنده جدید است، که به اندازه باکتری‌های موجود در منطقه کارایی ندارد. استفاده از موجودات زنده جدید به دلیل غیر بومی بودن و احتمال بیماری زا بودن آن‌ها در منطقه مورد استفاده، نیازمند مقررات قانونی خواهد بود. استفاده از تمام تجزیه کننده‌های زیستی تابع قوانین دولتی و نیازمند تائید قبل از استفاده است. یادآوری این نکته لازم است درزمانی که تجزیه زیستی اتفاق می‌افتد، برای از بین بردن ترکیبات اشباع و آروماتیک حاصل از تجزیه زیستی در حدود هفته‌ها و یا سال‌ها زمان مورد نیاز خواهد بود.

علاوه بر این ترکیباتی که قابلیت تجزیه شدن را ندارند به صورت توده‌های نفتی سنگین در منطقه باقی می‌مانند که این توده به صورت کلافهای قیری شکل[155] در می‌آیند که تحت عنوان آسفالت جاده نامیده می‌شود.[156]

مناطق مناسب برای بکارگیری باکتری‌های تجزیه کننده زیستی معمولاً مراتع و زمین‌های بایر، که محصولات در آن‌ها رشد نمی‌کنند می‌باشد، به دلیل اینکه محصولات تجزیه نشده مثل آسفالتین، رزین و دیگر آروماتیکهای باقیمانده از عملیات تجزیه زیستی ایجاد مشکل نخواهند کرد.

---

۱۵۳ Bioenhancement agent
۱۵۴ Bioaugmentation agent
۱۵۵ Tar mat
۱۵۶ Asphalt Pavement

عکس 91: **بکارگیری عوامل بیولوژیکی بر روی آلودگی‌های نفتی به منظور افزایش تجزیه مواد نفتی**

فصل دهم- سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل

سوزاندن در محل آلودگی‌های نفتی یکی از روش‌های پاکسازی آلودگی‌های نفتی است که شامل سوزاندن کنترل شده نفت در نزدیک و یا محل وقوع آلودگی نفتی می‌باشد. سوزاندن در محل دارای مزایایی نسبت به سایر روش‌های پاکسازی آلودگی‌های نفتی می‌باشد.

ویژگی این روش در این است که مقادیرزیادی نفت در یک ناحیه وسیع و خیلی سریع و در زمانی کمتر از روش‌های دیگر حذف می‌شوند، که باعث جلوگیری از انتشار نفت به نواحی دیگر شود. از سال 1970 میلادی تا به حال تحقیقات گسترده‌ای بر روی روش سوزاندن در محل آلودگی نفتی انجام شده است. در بعضی شرایط زمانیکه نفت بر روی یخ ریخته و با آن مخلوط می‌شود، سوزاندن تنها روش قابل استفاده می‌باشد.

در بعضی از کشورها استفاده از روش سوزاندن در محل مورد تائید است و در بقیه کشورها هنوز به صورت اجرایی در نیامده است.

رئوس کلی مطالب در مورد محاسن و معایب سوزاندن در محل، در این فصل مورد بررسی قرار گرفته است که شامل شرایط ایده آل برای شعله ور شدن و سوختن نفت، راندمان و سرعت سوختن، روش‌های مهار کردن آلودگی‌های نفتی برای سوزاندن صحیح آلودگی‌های نفتی و در نهایت خروج گازهای سمی تولید شده از نفت سوخته شده است. از نتایج آزمایشات و مطالعات در رابطه با گازهای سمی منتشر شده به صورت خلاصه آورده شده است. سوزاندن نفت در سواحل و خشکی به طور خلاصه در فصول 11و12 مورد بررسی قرار می‌گیرد.

عکس 92: انجام آزمایش بزرگ سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل و در ساحل نیوفاندلند Newfoundlandدر سال 1993 میلادی

ویژگی‌های روش سوزاندن در محل

سوزاندن در محل دارای مزایایی نسبت به سایر روش‌های پاکسازی لکه‌های نفتی است. بزرگترین مزیت آن، این است که مقادیر زیادی نفت در یک ناحیه وسیع را خیلی سریع و در زمانی کمتر از روش‌های دیگر می‌توان حذف کرد که باعث جلوگیری از انتشار نفت به نواحی دیگر می‌شود. البته زمانی این روش می‌تواند موثر واقع شود که نفت هنوز تحت تاثیر فرآیند هوازدگی واقع نشده باشد و اجزاء قابل اشتعال خود را از دست نداده باشد. سوزاندن در محل یکی از روش‌های موثر و بسیار سریع در از بین بردن حجم وسیعی از آلودگی‌های نفتی به خصوص در آب است. این روش باعث جلوگیری از پخش نفت به مناطق دیگر خواهد شد و همچنین از آلودگی خطوط ساحلی و زیست بوم منطقه جلوگیری خواهد کرد. سوزاندن نفت یک راه حل نهایی و تک مرحله‌ای است. زمانی که نفت به صورت مکانیکی جمع‌آوری می‌شود بایستی حمل و نقل و ذخیره شود، که نیاز به تجهیزات، پرسنل، زمان و پول خواهد داشت. اغلب اوقات این منابع به میزان کافی به هنگام وقوع آلودگی نفتی در دسترس نیستند. روش سوزاندن مقدار کمی باقیمانده ایجاد می‌نماید، که می‌توان آن را جمع‌آوری نمود و یا با سوزاندن مکرر، مقدار آن را کاهش داد.

در شرایط ایده آل، سوزاندن در محل نیاز به تجهیزات کمتری نسبت به روش‌های دیگر دارد. در بعضی شرایط، زمانیکه نفت بر روی یخ ریخته و با آن مخلوط شده است، سوزاندن تنها روش قابل استفاده می‌باشد. میزان بازدهی روش سوزاندن نسبت به سایر روش‌های دیگر مانند استفاده از اسکیمرو مواد پراکنده کننده، بالاتر است. بر اساس آزمایشات بدست آمده در ساحل نیو فاند لند[157] در سال 1993 میلادی، میزان بازدهی در حدود 98 تا 99 درصد بدست آمد.

معایب روش سوزاندن در محل

آشکارترین عیب سوزاندن نفت، خروج گازهای سمی از دود سیاه عظیمی است که ایجاد می‌گردد. دومین عیب آن، این است که لایه نفت تنها در صورتیکه به اندازه کافی ضخیم باشد، آتش می‌گیرد و می‌سوزد. اکثر مواد نفتی به سرعت بر روی آب منتشر می‌شوند و لایه نفتی خیلی سریع آنقدر نازک می‌شودکه سوزاندن آن امکانپذیر نخواهد بود. به منظور افزایش ضخامت لکه‌های نفتی برای تسهیل در سوزاندن نفتی از بوم‌های ضد آتش[158] استفاده می‌شود. گاهی اوقات سوزاندن نفت به عنوان روشی جایگزین برای جمع‌آوری و استفاده مجدد از نفت روش مناسبی نخواهد بود.

امکانات برای جمع‌آوری و استفاده مجدد از مواد نفتی در بسیاری از نقاط دنیا هنوز قابل دسترس نیست. یکی دیگر ازدلایل عدم استفاده از مواد نفتی جمع‌آوری شده، آلودگی‌های بسیاری است که همواره با این ترکیبات وجود دارد و سوزاندن این ترکیبات ترجیح داده می‌شود.

---

۱۵۷ Coast of Newfound land

۱۵۸ Fire resistant Boom

عکس 93: جمع آوری مواد نفتی سوخته شده در دریای Beaufort

اشتعال و سوختن نفت

اولین حادثه عظیم منجر به آلودگی نفتی که درآن سوزاندن به عنوان یک روش پاکسازی استفاده شد، حادثه مربوط بـه کشتی توری کانیون[159] بود که نفت خود را در سال 1967 میلادی در آب‌های آزاد مجاور سواحل انگلستان از دست داد. در این حادثه نیروی ارتش انگلیس برای جلوگیری از آلودگی بیشتر تصمیم گرفت، کشتی مـذکور را بمبـاران کنـد و بـا آتش زدن بقیه محموله نفتکش از گسترش میزان آلودگی بکاهد، اما در این حادثه نفت شعله ور نشـد، و نتـایج حاصـل برای تکرار این روش مایوس کننده به نظر رسید. در حدود 2 سال بعد از این حادثه کشور آلمـان موفـق شـد، آزمـایش سوزاندن لکه‌های نفتی در دریا و در نزدیک سواحل را با موفقیت انجام دهد، در سال 1970 میلادی سـوئدی‌هـا موفـق شدند، لکه‌های نفتی بانکر C را که بر اثر حادثه تصادم کشتی برروی یخ‌ها ریخته شده بود، بسوزانند و اولین بار بود که محققان فهمیدند یکی از روش‌های موثر برای از بین بردن آلودگی‌های نفتی در مناطق سرد و یخ زده، استفاده از روش سوزاندن است. تحقیقات اولیه در مورد سوزاندن در محل براساس اشتعال یکی از نکات مهم در یک آتش‌سوزی موفقیت آمیز بر روی آب است.

[۱۵۹] Torry Canyon

در بعضی از شرایط خاص، شعله ور شدن لکه نفتی بر روی آب کار بسیار مشکلی است. مطالعات انجام شده، نشان می‌دهد ضخامت لکه نفتی یکی از مسائل مهم و مورد نیاز برای سوختن لکه نفتی بر روی آب است، در صورتی که ضخامت لکه نفتی مناسب باشد، هر نوع از نفت قابلیت سوختن را خواهد داشت.

لکه نفتی در شرایطی که سرعت باد بیشتر از 20m/s یا 40 گره دریایی باشد، شعله ور نخواهدشد. اگر ضخامت لکه نفتی در حدود 2 تا 3 میلی متر باشد، لکه نفتی شعله ور خواهد شد و به سوختن خود تا زمانی که که ضخامت آن به حدود 1 تا 2 میلی متر برسد، ادامه خواهد داد. ضخامت باید به حدی باشد که باعث جدا کردن لکه نفتی از آب شود. حرارت کافی برای تبخیر مواد و ادامه آتش‌سوزی لازم است.

در لکه‌هایی که میزان ضخامت کمتری دارند، بیشتر انرژی حرارتی از بین خواهد رفت و فرایند تبخیر/سوختن به شکل مداوم انجام نخواهد شد. نفت‌های سنگین‌تر و نفت‌هایی که دچار هوازدگی شده‌اند، نسبت به سایر نفت‌ها دیرتر مشتعل می‌شوند. همچنین این نمونه از نفت‌ها نیازبه انرژی حرارتی بیشتری برای شعله ور شدن دارند. زمانی که نفت و آب با یکدیگر مخلوط می‌شوند و به صورت امولسیون در می‌آیند، نفت قابلیت اشتعال خود را از دست می‌دهد. از آنجایی که میزان اشتعال امولسیون‌ها با مقادیر مختلف آب هنوز به طور کامل مشخص نشده است، اما بعضی از نمونه‌های نفتی به همراه آب نیز قابلیت اشتعال و سوختن را دارند. گاهی اوقات شرایط سوختن به نحوی است که تشکیل امولسیون و مقادیر زیاد آب در اشتعال نفت و راندمان سوختن ایجاد اشکال می‌کند.

عکس 94: مواد نفتی موجود در این رودخانه برای جلوگیری از آسیب رساندن به زمین‌های اطراف سوزانده می‌شوند.

گاهی اوقات برای شکستن امولسیون‌ها و شروع آتش‌سوزی از شکننده‌های امولسیون استفاده می‌شود. با استفاده از شکننده‌های امولسیون، دیگر محتویات آب موجود در لکه‌های نفتی با شروع آتش سوزی، ایجاد مشکل نخواهد کرد.

سوزاندن آلودگی‌های نفتی در خطوط ساحلی همراه با محدودیتهای است که به دلیل مرطوب بودن لایه زیرین زمین، میزان ضخامت لازم برای آتش گرفتن نفت، همانند لکه‌های نفتی بر روی آب در حدود 2 تا 3 میلی متر است. در بعضی از موارد، ضخامت لایه نفتی کمتر از این مقدار نیز خواهد شد یا نفت گاهی اوقات بر روی لایه‌های نازکتر هم رسوب می‌کند. سوزاندن نفت در سواحل باعث نفوذ آن در بین رسوبات خواهد شد، علاوه بر این سوزاندن آلودگی‌های نفتی در خطوط ساحلی در نزدیکی محل سکونت انسان روش مطلوبی نیست. تجهیزاتی که برای شعله ور شدن نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای انرژی کافی برای احتراق انواع نمونه‌های نفتی هستند، از ابزارهای مختلفی برای آتش زدن لکه نفتی روی آب استفاده می‌شودکه می‌تواند شامل بطریهای کوچک حاوی مواد آتش زا تا هواپیمای پیشرفته دارای سیستم پرتابی که حاوی کیسه‌های پر از ژل‌های سوختنی هستند، باشد. این کیسه‌ها حاوی ژل سوختی است، که شعله 800 EC را ایجاد می‌کند که در حدود 6 دقیقه ماندگاری خواهد داشت.

برای آتش زدن آلودگی‌های نفتی در شرایط واقعی و یا آزمایشی نیاز به تجهیزات خیلی پیشرفته نیست. برای از بین بردن آلودگی‌های نفتی در مناطق سرد و یخ زده می‌توان از صفحات استوانه‌ای آغشته به نفت دیزل استفاده کرد. دسته‌ای از آزمایشات مربوط به آتش زدن ترکیبات نفتی به وسیله جاذب‌های آغشته به مواد نفتی صورت می‌گیرد. برای آتش زدن مواد نفتی مربوط به حادثه آلودگی نفتی اکسون والدز[160] از کیسه‌های پلاستیکی پرشده از ژل‌های سوختی استفاده شد.

عکس 95: استفاده از هلی تورچ (Heli torch)، موثرترین راه برای شعله ور کردن لکه نفتی است

[160] Exxon Valdez

میزان بازدهی و سرعت آتش گیری

معیار اندازه‌گیری در مورد میزان بازدهی فرایند سوختن بر اساس در صد نفت از بین رفته بـه میـزان نفـت بـاقی مانـده تعریف می‌شود. میزان دوده حاصل از این روش به دلیل مقادیر کم آن و دشواری در اندازه‌گیری در نظر گرفته نمی‌شود. بازدهی سوختن به میزان زیادی وابسته به ضخامت لکه نفتی دارد.

عکس 96: استفاده از بوم‌های مقاوم در برابر آتش برای محدود کردن و سـوزاندن آلـودگی‌هـای نفتی در محل لازم است. این عکس نشان دهنده انجام عملیات و آزمایش بر روی این بـوم‌هـا در آمریکا در داخل تاسیساتی در آلاباما Alabama را نشان می‌دهد.

لایه‌های نفتی که میزان ضخامتی بیش از 2 تا 3 میلی متر دارند، قابلیت آتش گیری دارند. این لایه‌ها آنقدر می‌سـوزند، که ضخامت آن‌ها به حدود1 میلی متر برسد، بیشترین میزان بازدهی سوختن در حدود 50 درصد است. اگر لایه نفتی بـا ضخامت 20 میلی متر بر روی آب سوزانده شود تا ضخامت لایه نفتی به حدود 1 میلی متـر برسـد، میـزان بـازدهی در حدود 95 درصد خواهد بود. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که میزان بازدهی در سوختن لکه نفتی به میزان کم بستگی به نوع نفت و میزان آب موجود در لکه نفتی دارد. ترکیبات باقی مانده پس از سوختن لکه نفتی، ترکیباتی هستند که قابلیت سوخته شدن ندارند و این مواد حالت چسبندگی داشته و به وسیله دستی قابـل جمـع‌آوری خواهنـد بـود. گـاهی اوقـات باقیمانده‌های حاصل از سوخت مواد نفتی در آب غوطه‌ور خواهند شد که این پدیده به ندرت اتفاق می‌افتـد، چـون مـواد باقیمانده نفتی نسبت به آب دارای دانسیته بیشتری هستند. بیشتر لکه‌های نفتی با سرعت 3 تا 4 میلـی متـر در دقیقـه می‌سوزند که این مسئله نشان دهنده این موضوع است که در یک دقیقه حدود 3 تا 4 میلـی متـر از ارتفـاع لکـه نفتـی

کاسته خواهد شد. آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد نوع نفت، درجه هوازدگی و میزان محتویات آب در داخل آن بر سرعت سوختن لکه نفتی اثر چندانی نخواهد گذاشت.

استاندارد میزان سوختن نفت در حدود 5000 هزار لیتر بر متر مربع در طول یک روز است (100 گالن به ازای فوت مربع در روز) به این طریق اگر نفتی از یک تانکر نفتکش بزرگ نشت پیدا کند و منطقه‌ای به وسعت عرشه یک کشتی را پوشش دهد، برای سوزاندن این مقدار نفت در حدود 2 روز زمان مورد نیاز است.

اگر میزان نفت نشت شده بیشتر و در حدود دو تا سه تانکر نفت کش باشد، مدت زمان لازم برای سوزاندن این مقدار نفت در حدود 6 روز است. سوزاندن در محل تنها روشی است که می‌توان مقدار زیادی نفت را در مدت زمان کوتاهی از بین برد.

استفاده از بوم‌های محدود کننده[161]

همانطور که در قبل گفته شد، لکه‌های نفتی بر روی آب ضخامتی در حدود 2 تا 3 میلی متر بدون استفاده از بوم‌های محدود کننده قابلیت آتش گیری را دارند.

میزان ضخامت لازم برای آتش گیری لکه نفتی بر روی سطح آب تنها در حدود چند ساعت حفظ خواهد شد. نفت پخش شده بر روی سطح آب‌های آزاد با سرعت به حالت تعادل می‌رسد که برای نمونه نفت خام سبک در حدود 0. 1 تا 0. 01 میلی متر و برای نمونه‌های نفت خام سنگین و نفت‌های باقیمانده در حدود 0. 5 تا 0. 05 میلی متر است، که لایه‌های نفتی ضخامت لازم برای شعله ور شدن را ندارند که به منظور شعله ور کردن لکه‌های نفتی و افزایش میزان بازدهی سوختن نیاز به استفاده از بوم‌های محدود کننده است. این نوع بوم‌ها بری محدود کردن نفت ریخته شده بر سطح دریا نسبت به منبع اصلی ریزش مواد نفتی به کار می‌روند. زمانی که از روش سوزاندن در محل استفاده می‌شود، از اولویت‌های اصلی در این روش تعیین محل دقیق نشت نفتی و بررسی احتمال وقوع نشت‌های بعدی در منطقه است. همچنین باید امکان بازگشت آتش به محل اصلی نشت نفتی در نظر گرفته شود، مثل نفت نشت شده از کشتی‌ها که معمولا از روش شعله ور کردن در حادثه اکسون والدز در سال 1989 میلادی در حدود چهار پنجم از محموله‌های نفتی هنوز در داخل کشتی قرار داشت که در صورت گسترش آتش‌سوزی باعث بیشتر شدن نشت نفتی در منطقه می‌شد، در این حادثه برای جلوگیری از بروز چنین خطری با استفاده از دو کشتی ماهیگیری و حرکت دادن بوم‌های ضد آتش در طول منطقه با در بر گرفتن لکه نفتی، آن را به منطقه دیگری دور از محل اصلی نشت بزرگ نفتی انتقال دادند و پس از آن نفت جمع‌آوری شده را شعله ور کردند با دور بودن لکه از محل اصلی می‌توان مطمئن بود که آتش‌سوزی به محل اصلی نشت نفت شیوع پیدا نمی‌کند. بوم‌های ضد آتش دارای پایداری طولانی در برابر حرارت هستند. این بوم‌ها توانایی مهار کردن لکه‌های نفتی را دارا هستند در نگهداری بوم‌هایی که از جنس فولاد ضد زنگ[162] هستند، بدلیل اندازه و وزن آن‌ها باید توجه خاصی داشت. شکل 28، انواع مختلفی از بوم‌های ضد آتش را نشان می‌دهد.

---

۱۶۱ Containment Boom

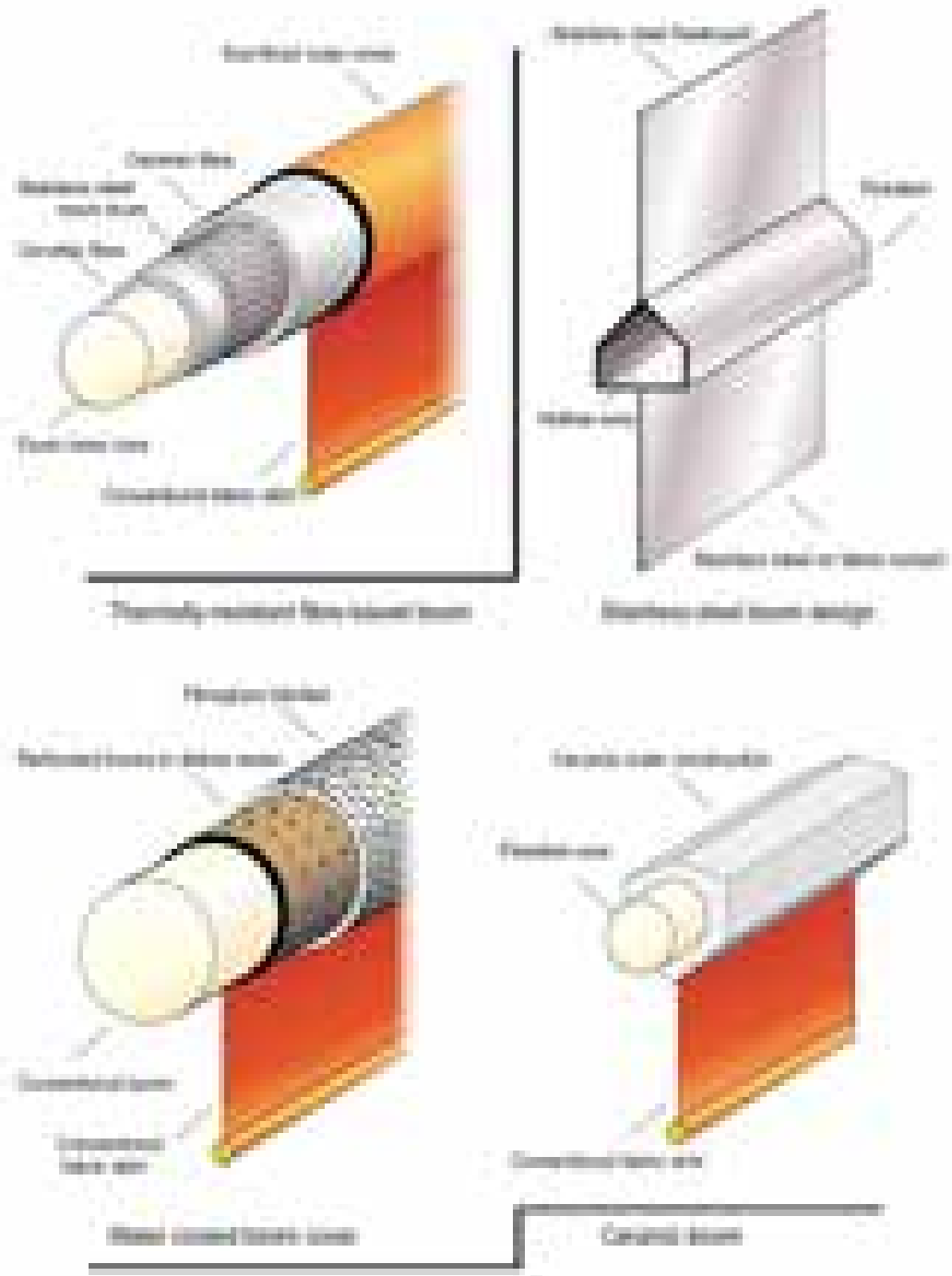
۱۶۲ Stainless Steel

یک بوم ضد آتش که در حدود 200 متر طول دارد، می‌تواند در حدود 50000لیتر (11000 گالن) نفت را محصور کند که مدت زمان سوختن این مقدار نفت در حدود 45 دقیقه خواهد بود.

در مجموع برای جمع‌آوری و دور کردن لکه نفتی از محل حادثه و سوزاندن آن در حدود 3 ساعت وقت لازم است. یک گروه مقابله با آلودگی‌های نفتی شامل دو کشتی یدک کش و بوم‌های ضد آتش در دو نوبت کاری در طول یک روز قادرند در حدود 300000هزار لیتر نفت را بسوزانند. گاهی اوقات نفت به وسیله سدهای طبیعی موجود در خطوط ساحلی و یا فراساحلی مانند دماغه‌های شنی و یخی محدود می‌شوند. تجربه‌های موفق اجرایی در زمینه سوزاندن نفت در یخ نشان می‌دهد که یخ می‌تواند به عنوان یک سد طبیعی عمل کند، برای سوزاندن نفت در سواحل دورافتاده سنگی و دامنه‌های شنی باید فاصله این سواحل تا مواد سوختنی، پوشش جنگلی و سازه‌های چوبی در نظر گرفته شود.

انتشار مواد حاصل از سوزاندن نفت

آشکارترین عیب سوزاندن نفت، خروج گازهای سمی در هوا و یا آب است که بزرگترین مانع در استفاده گسترده و قبول این روش به عنوان یکی از روش‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی است. آلودگی‌های جوی مربوط به ذرات معلق حاصل از دوده ناشی از سوختن نفت، گازهای حاصل از احتراق ومواد باقیمانده حاصل از احتراق ناقص است که در منطقه عملیاتی وجود دارند. ذرات کربن مهمترین جزء ذرات دوده را تشکیل می‌دهند.



شکل 28: طراحی بوم‌های ضد آتش

ذرات دوده به طور عمده شامل ذرات کربن و همچنین شامل دسته‌ای از ترکیبات جذب شده شیمیایی هستند، باقیمانده حاصل از سوخت مواد نفتی و مواد قابل حل آلی با غوطه‌ور یا شناور شدن در آب قابلیت نفوذ به آب را پیدا می‌کنند.

دومین موضوع اصلی در خصوص انتشار گازهای حاصل از سوختن مواد نفتی است که در حین سوختن تولید می‌شود، دسته وسیعی از ترکیبات است که در مطالعات به آن اشاره نشده است.

در مطالعات و بررسی‌های مختلف خاکستر و باقیمانده مواد به روش‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند. نتایج این مطالعات به طو کامل و قطعی نیست. از چندین مورد ترکیباتی که مورد بررسی قرار گرفته‌اند، هیچ گونه مشکلی برای سلامتی انسان و محیط زیست نداشته است. آزمایشات مربوط به خاکستر نشان می‌دهد، که بیشتر ترکیبات که مورد شناسایی قرار گرفته‌اند، ترکیبات کربن هستند که در حدود قسمت در میلیون و یا کمتر می‌باشند.

بیشتر ترکیباتی که در این زمینه شناسایی می‌شوند، شامل ترکیبات آلدهید، کتون، استر، استات و اسید است که این ترکیبات نتیجه اکسیژناسیون ناقص نفت است. نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که بیشتر ترکیبات در یک سطح غلظت هستند. مواد باقیمانده، شامل نفت سوخته نشده به همراه ترکیبات فرار است. آزمایشات ویژه برای تعیین ترکیبات سمی مثلا دیوکسین، دی بنزوفوران و دیگر ترکیبات انجام می‌شود. این ترکیبات در بسیاری از آزمایش‌های مربوط به ترکیبات سوختی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

عکس 97: این عکس، یک نوع بوم ضد آتش را نشان می‌دهد که پس از انجام عملیات سوزاندن در محل آلودگی‌های نفتی، مواد شناور بر روی آب را محدود کرده است.

عکس 98: هلی کوپتر کنترل از راه دور، برای نمونه برداری از نمونه دودهای منتشر شده در محل در حین انجام عملیات سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل را نشان می‌دهد.

مطالعات بسیاری بر روی گازهای خروجی حاصل از سوخت مواد نفتی انجام شده است، که بر اثر احتراق ترکیباتی مثل دی اکسید کربن، ترکیبات مونوکسید کربن، دی اکسید گوگرد و بعضی از ترکیبات به شکل اسیدی به وجود می‌آیند. اکسیدهای گوگرد به وجود آمده نسبت مستقیم با میزان ترکیبات گوگرد موجود در نفت خواهند داشت.

زمانی که نفت می‌سوزد، ترکیات آلی فرار تبخیر و پراکنده می‌شوند. مطالعات نشان می‌دهد که بنزن، تولوئن، زایلن ودیگر ترکیبات فرار در مسیر وزش باد در هنگام سوختن مواد نفتی بر روی آب پراکنده می‌شوند.

این ترکیبات در غلظت‌های بالا زمانی که لکه نفتی در حال تبخیر شدن است، قابل اندازه‌گیری هستند که در جدول 13 قابل مشاهده است.

ترکیبات اکسیژنه[163]؛زمانی که نفت می‌سوزد، تشکیل می‌شوند که ترکیبات اکسیژنه حاصل وجود ترکیبات کربونیل و یا ترکیبات اصلی مثل آلدهیدها و کتون‌ها است. مطالعات نشان می‌دهد که سوختن ترکیبات کربونیل در غلظت‌های بسیار پائین خطری را برای سلامتی انسان حتی در نزدیکی محل سوختن ایجاد نمی‌کند.

میزان دوده باقیمانده حاصل از عملیات سوختن به طور کامل قابل تشخیص نیست و این ترکیبات در حدود 0. 5 تا 3 درصد حجم اصلی نفت را شامل می‌شوند.

[163] Oxyganated Compound

جدول 13- ترکیبات قابل انتشار حاصل از سوختن ترکیبات نفتی

میزان درصد نگرانی در خصوص سلامتی افراد در فاصله 500 متری از آتش‌سوزی				
ترکیبات منتشر شده	دیزل در حال سوختن	دیزل در حال تبخیر شدن	نفت خام در حال سوختن	نفت خام در حال تبخیر شدن
ذرات قابل تنفس	10	0	3	0
ترکیبات آلی فرار	20	30	4	0
ترکیبات پلی آروماتیک هیدروکربنی PAHs	2	0	4	0
مونوکسید کربن	0	0	0	0
ترکیبات فلزی به شکل خاکستر	0	0	1	0
ترکیبات فراربه صورت اکسیژنه	2	0	0	0

هیچ روش دقیقی برای اندازه‌گیری میزان گازهای خروجی ناشی از عملیات سوختن وجود ندارد، زیرا گازهای منتشر شده منطقه وسیعی را پوشش می‌دهند

عکس 99: **نمونه برداری از هوای منطقه پس از انجام عملیات سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل**

عکس 100: **نمای نزدیک بوم‌های ضد آتش پس از دو مرحله سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل که نشان می‌دهد، مواد و زائدات باقیمانده بر روی آب را در داخل خود نگه داشته است.**

عکس 101: کارکنان گارد ساحلی کانادا که مشغول انجام عملیات پاکسازی مواد باقیمانده حاصل از عملیات سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل هستند.

محاسبه میزان خاکستر تولیدشده کار مشکلی است، به دلیل اینکه ذرات از توده دوده به سمت اطراف پراکنده می‌شوند و میزان آن‌ها کاهش پیدا می‌کند.

زمانی که عملیات سوزاندن بر روی یخ و برف انجام می‌گیرد و ته‌نشین شدن خاکستر در نزدیکی آلودگی نفتی رخ می‌دهد وبه سرعت در نزدیکی محل سوزاندن آلودگی نفتی نامحسوس می‌شوند و این میزان بستگی به میزان نفتی دارد، که سوزانده می‌شود.

فلزاتی که در داخل ترکیبات نفتی هستند، به همراه خاکستر ته‌نشین می‌شوند. بیشتر ترکیبات فلزی موجود در نفت خام، زمانی که در نزدیک آتش قرار می‌گیرند، ته‌نشین می‌شوند.

تفاوت بین گازهای منتشر شده از نفت در حال سوختن و تبخیر حاصل از لکه نفتی در جدول 13 قابل مشاهده است.

دمای آب در زمانی که آلودگی نفتی در حال سوختن است، افزایش می‌یابد. اندازه‌گیری نشان می‌دهد که در آزمایشات انجام شده، دمای آب به طور مشخصی افزایش پیدا نخواهد کرد.

انتقال گرمایی به آب با محدود کردن لایه نفتی محدود می‌شود. تفکرات رایج در خصوص سوزاندن مواد نفتی به این ترتیب است که سوزاندن این مواد مشکلات خاصی برای محیط زیست و سلامت انسان ایجاد نمی‌کند

نتیجه گیری

روش سوزاندن در محل یکی از روش‌های مقابله با آلودگی نفتی است، که شامل مواردی از جمله انتشار گازهای حاصل از عملیات، اثرات زیست محیطی در خصوص آلودگی نفتی، از بین رفتن حجم وسیعی از آلودگی نفتی در یک فاصله زمانی کوتاه، حفاظت و ایمنی کارکنان مقابله با آلودگی از منبع آلودگی است.

در روش سوزاندن در محل بر اساس ویژگی باید شرایط زمانی وقوع آلودگی نفتی در نظر گرفته شود. سوزاندن آلودگی نفتی پس از مدت زمان کوتاه پس از وقوع آلودگی نفتی کارایی خواهد داشت.

در صورتی که در تصمیم گیری تاخیر انجام گیرد، عملیات سوزاندن آلودگی‌های نفتی بسیار مشکل و غیر قابل ممکن خواهد بود. همچنین باید اثرات مربوط به آلودگی نفتی در آب و سواحل در نظر گرفته شود.

در بعضی از موقعیت‌ها، در آلودگی‌های بزرگ نفتی در مناطق دورافتاده، سوزاندن آلودگی‌های نفتی تنها راه برای از بین بردن حجم وسیعی از آلودگی‌های نفتی به روش سریع و ایمن است.

استفاده از روش سوزاندن می‌تواند به صورت ترکیبی به همراه روش‌های مکانیکی و شیمیایی مورد استفاده قرار گیرد.

هدف نهایی استفاده مناسب از تجهیزات، پرسنل و روش‌هایی به منظور اطمینان از اینکه آلودگی‌های نفتی کمترین اثرات زیست محیطی را داشته باشند، است. روش سوزاندن از جمله روش‌هایی است که به ما کمک می‌کند به این هدف برسیم.

نکات مهم در مورد روش سوزاندن در محل

- برای شعله ور شدن نفت بر روی آب باید میزان ضخامت لکه نفتی بر روی آب در حدود 2 تا 3 میلی متر باشد، در اکثر مواقع برای رسیدن به میزان ضخامت کافی نیاز به بوم‌های محدود کننده لکه نفتی است

- سوزاندن لکه نفتی کار به نسبت ساده‌ای است، در مورد نفت‌های سنگین‌تر و نفت‌هایی که دچار هوازدگی شده‌اند، مدت زمان بیشتری برای شعله ور شدن مورد نیاز است.

- بیشتر نمونه‌های نفتی قابلیت سوختن دارند، میزان آب وارد شده در داخل لکه‌های نفتی بر سرعت سوختن تاثیر می‌گذارد. قبل از به کارگیری روش سوختن، امولسیون‌های آب و نفت تشکیل شده در داخل آب باید شکسته شود.

- سرعت سوختن نفت، 3 تا 4 میلی متر در هر دقیقه و یا در حدود 5000لیتر بر متر مربع در هر روز است.

- گازهای حاصل از سوختن نفت شامل ذرات معلق قابل استنشاق هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک (PAH)) و دوده می‌باشد.

فصل یازدهم- پاکسازی و احیاء مجدد سواحل

پاکسازی لکه‌های نفتی بر روی آب، به ندرت به صورت کامل اتفاق می‌افتد و سرانجام لکه‌های نفتی باقیمانده حاصل از عملیات پاکسازی به سمت ساحل حرکت می‌کنند. عملیات پاکسازی لکه‌های نفتی از سواحل، نسبت به پاکسازی و جمع‌آوری لکه‌های نفتی ازروی آب کار بسیار مشکل وپرهزینه‌ای است. پاکسازی فیزیکی در بعضی از سواحل باعث تخریب اکولوژیکی و فیزیکی خواهد شد.

گاهی اوقات رها کردن آلودگی‌ها در سواحل به حال خود وازبین بردن آن‌ها به صورت طبیعی نسبت به روش‌های فیزیکی به دلیل تخریبی که به زیست بوم ساحل وارد می‌آورند، اولویت خواهد داشت.

تصمیم گیری در شروع عملیات پاکسازی و فعالیت‌های احیاء مجدد سواحل آلوده به مواد نفتی، بر پایه یک برنامه‌ریزی دقیق بر اساس مسایل اقتصادی- اجتماعی، زیبایی شناختی منطقه و پارامترهای بوم شناسی دارد. تصمیم گیری برای شروع عملیات بستگی به موقعیت نفت در مناطق ساحلی، نوع ساحل و حساسیت منطقه ساحلی و روش‌های پیشنهاد شده دارد. معیارهای مهم تصمیم گیری برای اتخاذ روش مناسب در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

آلودگی نفتی در سواحل

سرنوشت آلودگی‌های نفتی در خطوط ساحلی به عوامل زیادی از جمله نوع نفت، ویژگی مناطق ساحلی و شرایط آب و هوایی و امواج آب که بر رسوب کردن مواد نفتی در سواحل اثر می‌گذارند، دارد. نوع و مقدار نفت و درجه هوازدگی از جمله عواملی هستند، که قبل از رسیدن نفت به خطوط ساحلی اثر گذار هستندوزمانی که نفت به ساحل می‌رسد، درجه حرارت محیط، شرایط جزر و مدی، لایه‌های زیرین ساحلی به عبارت دیگر ترکیب مواد، نوع و حساسیت زیست بوم منطقه وشیب خطوط ساحلی از جمله عوامل موثر هستند.

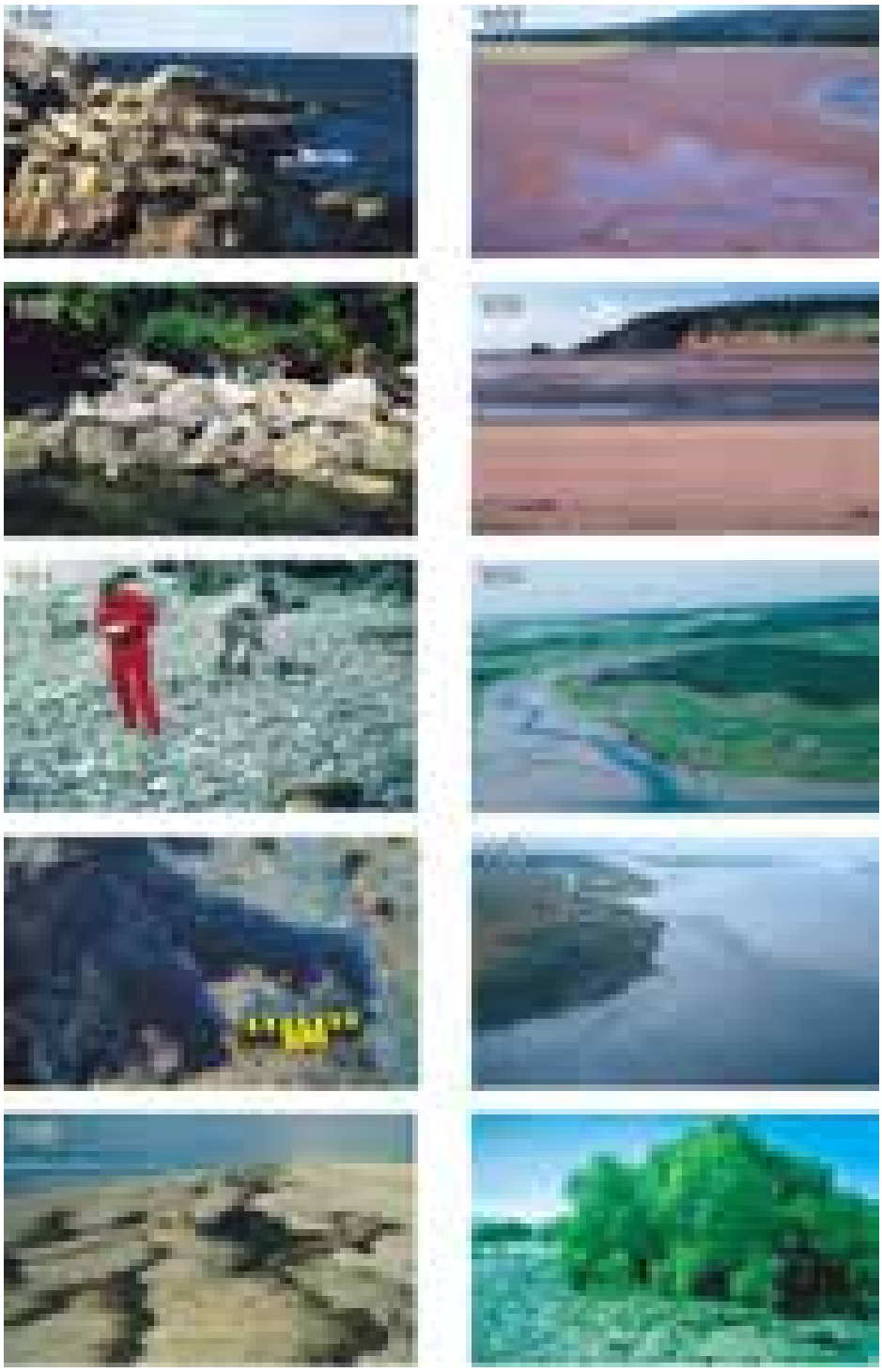
از دیگر عوامل مهم دیگر وجود مد بالا در ساحل، نفت رسوب کرده در بستر دریا بین نواحی جزر و مدی در بعضی از خطوط ساحلی که دور از امواج هستند، آلودگی‌های نفتی به طور طبیعی و خودبخودی ازبین می‌روند که نتیجه آن انتقال آلودگی به ساحل دیگر و یا بازگشت دوباره به همان نقطه ساحلی خواهد بود. میزان نفوذ نفت و پراکندگی آن، چسبندگی و میزان اختلاط نفت با دیگر مواد موجود در ساحل از جمله عوامل مهم در تعیین شرایط پاکسازی است. پاکسازی، زمانی که نفت به طور عمیق در سواحل نفوذ کرده، کار بسیار مشکلی خواهد بود. نفوذ نفت به عواملی از جمله نوع نفت و نوع مواد موجود در خطوط ساحلی بستگی دارد، به عنوان مثال نفت نمی‌تواند در سواحل ماسه‌ای و رسی به خوبی نفوذ کند. نفت در سواحل سخت و سنگی به طور گسترده‌ای پراکنده می‌شود. نفت‌های دیزل بر روی سواحل از جنس قلوه سنگ در حدود چندین متر نفوذ می‌کنند و پاکسازی و جداسازی آن‌ها بسیار مشکل خواهد بود.

نفت‌های ریخته شده بر روی سواحل شنی که دچار هوازدگی شده‌اند با استفاده ازوسایل مکانیکی قابل پاکسازی هستند. میزان چسبندگی مواد نفتی بسته به نوع نفت و میزان هوازدگی آن کاملاً متفاوت خواهد بود. نفت‌های تازه ریخته شده برسطوح، میزان چسبندگی کمتری نسبت به نفت‌هایی که دچار هوازدگی شده‌اند، خواهند داشت. نفت دیزل و بنزین به

نسبت میزان چسبندگی کمتری دارند. نفت‌های خام زمانی که دچار هوازدگی می‌شوند، چسبنده می‌شوند ونفت بانکر C زمانی که دچار هوازدگی می‌شود، به شدت چسبنده است. در صورتی که نفت چسبنده نباشد، در زمانی که به ساحل می‌رسد توسط امواج شسته می‌شودویا در نهایت توسط چرخه جزر و مد بعدی قسمتی از آلودگی‌های نفتی حذف خواهد شد. میزان رسوب مواد نفتی در ساحل بستگی به پدیده جزر و مد دارد. زمان وقوع مد، نفت بالای خط مد رسوب می‌کند و در ناحیه بالای جزر و مد رسوب می‌کند. کمترین مقدار رسوب نفتی در هنگام جزر رخ می‌دهد، که این پدیده به دلیل دور شدن امواج ازخطوط ساحلی کمتر اتفاق می‌افتد. طبیعت مناطق بین جزر و مدی به عبارت دیگر جنس زمین و شیب زاویه‌ای این مناطق در تعیین سرنوشت لکه نفتی تاثیر گذار است. اگر مقدار کمی نفت در ناحیه بین جزر و مدی باقی بماند، در نتیجه نفت کمترین اثر را بر این منطقه خواهد گذاشت. سرنوشت لکه نفتی در مناطق ساحلی به انرژی امواج نیز بستگی دارد. یک موج خیلی قوی می‌تواند آلودگی نفتی در طول چند روز را در منطقه از بین ببردوهمچنین در نواحی دورافتاده در سواحل که انرژی امواج در این مناطق بسیار پایین است، نفت ممکن است برای مدت زمان دهها سال در آن مناطق باقی بماند، به عنوان مثال ریزش مواد نفتی در منطقه آرو[164] در سال 1970 میلادی در منطقه خلیج دورافتاده نوااسکاتیا[165]وهمچنین مشابه به این حادثه مقادیر قابل توجهی از نفت در سال 1974در متولا[166]در شیلی برای مدت زمان طولانی در ساحل باقی ماندند.

---

١٦٤ Arrow
١٦٥ Novascotia
١٦٦ Metula



عکس 102- 111- انواع خطوط ساحلی –عکس 102- بستر سنگی عکس 103- ساحل تخته سنگی عکس104- ریگی – قلوه سنگی عکس 105- سواحل مختلط شن و سنگ عکس106- سواحل ماسه‌ای عکس 107- جلگه‌های جزر و مدی گلی عکس 108- جلگه‌های جزر و مدی ماسه‌ای عکس 109- باتلاق‌ها عکس 110- نواحی پست و کم ارتفاع تندرا عکس 111- سواحل مانگرو

در دو مورد حادثه ذکر شده، نفت ریخته شده در سواحل نفت بانکر C بود، در صورتی که نفت بانکر Cدچار هوازدگی شود، پوسته‌ای بر روی نفت تشکیل می‌شود، که در زیر این پوشش نفت به صورت هوازده برای مدت دهها سال باقی می‌ماند.

محیط زیست سواحل حالت پویایی دارد و در طول امواج فصلی در حال تغییر است و این پدیده باعث می‌شود، مواد نفتی در سواحل به صورت لایه‌های مختلف دفن شوند، که ممکن است گاهی به ارتفاع 1 متر هم برسند و یا اینکه نفت‌هایی که در لایه‌های پایین قرار دارند به سوی لایه‌های سطحی آورده شوند. مواد نفتی در خطوط ساحلی به خصوص در بالای خط مد رسوب خواهند کرد که براثر هوازدگی میزان ویسکوزیته آن‌ها افزایش پیدا می‌کند و حالت چسبنده خواهد داشت. در صورت وجود شرایط مناسب از نظر مواد مغذی وجود موجودات زنده بر اثر پدیده تجزیه زیستی در حدود 10 تا 30 درصد آلودگی نفتی در طول 1 تا 2 سال از بین خواهد رفت.

به دلیل اینکه نفت در بالای خط مد و در محدوده امواج طبیعی رسوب می‌کند، جابجایی آن تنها در صورت وقوع امواج طوفانی اتفاق خواهد افتاد.

از دیگر مواردی که بر سرنوشت مواد نفتی در سواحل تاثیر گذار خواهد بود، مخلوط شدن نفت با شنهای ساحلی است. نفت با شن و سنگ‌های موجود در ساحل مخلوط می‌شودوبعد از اینکه دچار هوازدگی شد، به صورت ماده کشسانی در می‌آید با نام آسفالت جاده، که ماده سختی است. این ماده در حدود10 تا 30 درصد وزنی از نفت تشکیل شده است، بیشتر اوقات ماده به وجود آمده به دلیل پیوند محکمی که بین نفت و مواد به وجود آمده مشکل زیست محیطی را در بر نخواهد داشت. همچنین تشکیل این ماده از دوباره شناور شدن مواد نفتی بر روی آب نیز جلوگیری خواهد کرد.

از دید زیبایی شناختی تنها مسئله قابل توجه در مورد این مواد قابل مشاهده بودن آن‌ها بر طبق موقعیت قرار گیری آن‌ها درسواحل است.

اثرات زیست محیطی آلودگی‌های نفتی در سواحل

از آنجایی که حفاظت و پاکسازی خطوط ساحلی، باعث کاهش آسیب‌های زیست محیطی خواهد شد. اثرات زیست محیطی نفت بر خطوط ساحلی در این بخش مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

عکس 112: **چوبهای شناور Drift wood)) ناشی از عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی معمـولاً بریده و سوزانده می‌شوند. جداسازی کامل تنه‌های درختان باعث فرسایش ساحل می‌شود.**

عکس 113: **مواد نفتی، گاهی اوقات در ساحل به شکل تاربال (Tarball) در می‌آیند.**

عکس 114: **آلودگی نفتی Arrow spill در ساحل Novascotia که در حدود** 25 **سال در ساحل باقی مانده است.**

عکس 115: **گودال حفر شده در ساحل، نشان دهنده لایه‌های نفتی مدفون در طول ساحل است.**

کلیه گیاهان و جانوران یک منطقه[167] بر اثر آلودگی‌های نفتی آسیب می‌بینند. آلودگی نفتی باعث از بین رفتن زیست بوم[168] منطقه و زنجیره غذایی منطقه خواهد شد. به دلیل وجود زندگی در نواحی ساحلی وجود مواد نفتی در مناطق ساحلی، قابل چشم پوشی نخواهد بود.

شکل زندگی در نواحی بین جزر و مدی به دلیل وجود گیاهان و جانورانی که دارای حرکت کند و یا بی حرکت هستند، بسیار حساس و آسیب پذیر است. برای تشکیل مجدد جمعیت جانوری و گیاهی در مناطق بین جزر ومدی در حدود ماه‌ها و یا حتی سال‌ها زمان احتیاج است. زندگی موجودات، در نواحی بین جزر ومدی بر اثر فعالیت‌های پاکسازی منطقه که شامل جابجایی انسانها و تجهیزات در منطقه است و همچنین پاکسازی محل با استفاده از آب بسیار داغ و با فشار بالا به خطر خواهد افتاد. عملیات پاکسازی باید با در نظر گرفتن اثرات زیست محیطی آن به کار برده شود، نباید به هر قیمتی آلودگی‌های نفتی از سواحل پاکسازی گردد. پاکسازی نفت باید طوری انجام بگیرد که ازشناور شدن مجدد نفت و نفوذ آن به دیگر سواحل جلوگیری شود. گاهی اوقات کلیه گیاهان و جانوران یک منطقه بر اثر آلودگی نفتی از بین می‌روند، که پاکسازی منطقه باعث تشکیل مجدد جمعیت جانوری و گیاهان در منطقه خواهد شد.

نفت به خصوص برای پرندگان و پستانداران دریایی از جمله سگ ماهی، شیر دریایی و فیل دریایی، مضر خواهد بود. بروز آلودگی نفتی در سواحلی که موجودات زنده در آنجا تخم گذاری می‌کنند و یا بچه‌های خود را به دنیا می‌آورند، باعث مرگ بسیاری از گونه‌های جوان پس از تماس با نفت خواهد شد.

انواع منطقه ساحلی و میزان حساسیت این مناطق به آلودگی‌های نفتی

نوع منطقه ساحلی در سرنوشت لکه نفتی و نحوه از بین بردن آن تاثیر گذارخواهد بود. در واقع ساختارمنطقه ساحلی و ترکیب و اندازه مواد موجود در ساحل مهمترین نکات در پاکسازی لکه‌های نفتی است. شکلهایی از ساختارهای مختلف سواحل در شکل 29 نشان داده شده است. انواع مختلفی از خطوط ساحلی وجود دارد، که بر اساس میزان حساسیت آن به نفت و سهولت پاکسازی لکه‌های نفتی دسته بندی می‌شوند. انواع مختلفی از سواحل از جمله انواع بستر سنگی[169]، سازه‌های ساخت دست انسان[170]، تخته سنگی[171]، ریگی- قلوه سنگی[172]، سواحل مختلط شن و سنگ[173]، سواحل ماسه ای[174]، جلگه‌های جزر و مدی ماسه ای[175]، جلگه‌های جزر و مدی گلی[176]، باتلاق‌ها[177]، تورب‌ها[178]، و نواحی پست و کم ارتفاع توندرا[179] و مانگرو[180] هستند، که در شکل‌های 112تا115 توضیح داده شده است.

---

[۱۶۷] Biota
[۱۶۸] Habitat
[۱۶۹] Bedrock
[۱۷۰] Man-Made Solide Structure
[۱۷۱] Boulder
[۱۷۲] Pebble-Cobble
[۱۷۳] Mixed Sand-gravel Beaches
[۱۷٤] Sand Beaches
[۱۷٥] Sand tidal Flats
[۱۷٦] Mud tidal Flats
[۱۷۷] Marshes
[۱۷۸] Peat
[۱۷۹] Low-lying tundra

شکل 29- نمایی از ساحل

[۱۸۰] Mangrov

خطوط ساحلی از نوع بستر سنگی ازصخره تشکیل شده‌اند، که نسبت به نفت نفوذ ناپذیر هستند، اگر چه نفت می‌تواند در بین شکاف‌ها و شکستگی صخره‌ها نفوذ کند و به دلیل نفوذ نفت در بین شکاف‌ها و صخره‌ها و به دلیل عدم وجود زندگی گیاهی و جانوری در این مناطق آلودگی‌های نفتی، آسیب جدی به این مناطق وارد نخواهند کرد.

مواد نفتی بیشتر در مناطق بالای جزر و مدی رسوب می‌کند و اگر ساحل در معرض جریان امواج باشد، بعد از جزر و مد، مقدار زیادی از نفت جابجا و از بین می‌رود.

خطوط ساحلی که در آن سازه‌های دست انسان، مانند دیواره‌های محافظ، اسکله، موج شکن، سطوح شیب دار و مکان پهلوگیری کشتی‌ها وجود دارد، که از جنس سنگ، بتون، فولاد و یا چوب هستند.

سواحل در برابر آلودگی‌های نفتی، نفوذ ناپذیر هستند. سازه‌های دست انسان، بسیار شبیه به سواحل از نوع بستر سنگی هستند و حساسیت کمی را نسبت به نفت از خود نشان می‌دهند و در این سواحل تشکیل مجدد جمعیت جانوری پس از حادثه نفتی بسیار سریع شکل می‌گیرد. سواحل تخته سنگی، در نواحی پایین جزر و مدی جای خود را به سواحل گلی یا جلگه‌های جزر و مدی ماسه‌ای می‌دهند، به دلیل فواصل زیاد بین سواحل تخته سنگی، نفت می‌تواند بر روی رسوبات حمل شود و بر روی آن‌ها برای سال‌ها باقی بماند. تا زمانی که جانوران و گیاهان در این محیط وجود داشته و زندگی می‌کنند، آلودگی‌های نفتی باعث اثرات جدی بر روی محیط زیست این منطقه خواهد شد. سواحل تخته سنگی نسبت به آلودگی‌های نفتی حساس هستند و به سرعت از آلودگی‌های نفتی پاک نخواهند شد. سواحل ریگی- قلوه سنگی از سنگ‌هایی با اندازه‌ای در حدود 2 تا 256 میلی متر تشکیل شده‌اند. بسیاری از ذرات ریز داخل شکاف‌ها بین ذرات ریگی وجود دارند. همچنین در این مناطق ممکن است تخته سنگ‌هایی وجود داشته باشد.

نفت در سواحل ریگی و ماسه‌ای به سرعت در بین منافذ باز صخره‌ها نفوذ می‌کند. باقی ماندن نفت در منافذ می‌تواند بسیار کوتاه باشد و به دلیل شسته شدن با آب، منافذ و همچنین به وسیله جزر ومد و یا حرکت امواج که باعث شسته شدن نفت از داخل منافذ خواهد شد، در نواحی بلند که امواج بلند به آن مناطق نمی‌رسد، آلودگی‌های نفتی رسوب خواهند کرد و بسیار غلیظ خواهند شد. انرژی امواج باعث تغییر شکل و قرار گیری رسوبات به صورت دائم خواهد شد. موجودات و گیاهان بسیار کمی در این منطقه به خصوص در ناحیه بین جزر و مدی حضور دارند. سواحل ریگی و قلوه سنگی از نظر حساسیت نسبت به انواع دیگر سواحل از حساسیت بالایی برخوردار نیستند. سواحل مخلوط شن و سنگ شامل انواع مختلفی از مواد با اندازه‌ای در حدود 0. 1 تا 64 میلی متر هستند.

این سواحل تحت نام سواحل قلوه سنگی شناخته می‌شوند، که دلیل آن وجود تعداد زیادی قلوه سنگ در این سواحل است. تنها نفت‌های سبک می‌توانند به سواحل شنی و ماسه‌ای نفوذ کنند که باعث تغییر صورتبندی شکل رسوبات و پوشش گیاهی و جانوری در منطقه خواهد شد. لکه‌های نفتی باقیمانده می‌توانند تشکیل پوشش‌های قیری شکل در نواحی بالای جزر و مدی را بدهند. مدت زمان ماندگاری مواد نفتی در این سواحل کوتاه‌تر از زمان باقی ماندن مواد نفتی در دیگر سواحل است. به دلیل کم بودن پوشش‌های ماسه‌ای در این مناطق شکل این سواحل به خصوص در نواحی دور افتاده و دور از امواج به صورت ثابت باقی می‌ماند و تغییر شکل چندانی پیدا نمی‌کند.

سواحل ماسه‌ای، تحت عنوان ساحل دریا در بین مردم رایج هستند. میزان قطر ذرات ماسه در بین 0/1 تا 2 میلی متر است، که از مواد و ذرات مختلف معدنی تشکیل شده است. ماسه‌های درشت تر، قطری در حدود 0/5 تا 2 میلی متر دارند و ماسه‌های ریزتر در حدود 0. 5 میلی متر قطر دارند. تنها نفت‌های سبک قابلیت نفوذ به سواحل ماسه‌ای را دارد و مدت زمان اقامت آن‌ها بسیار کوتاه است، به جز در مواقعی که نفت در داخل ماسه مدفون شود و یا به نواحی بالای ناحیه جزر و مدی برسد. نفت به راحتی در داخل سواحل ماسه‌ای نفوذ می‌کند و برای مدت زمان‌های طولانی باعث ایجاد لایه‌های مناسب از ماسه و نفت خواهد شد، که تحت عنوان لایه کیک شکلاتی [181] نامیده می‌شود.

از آنجایی که نواحی ساحلی معمولاً جمعیت زیادی از حیوانات و گیاهان را در بر نمی‌گیرند، از میزان حساسیت نسبتاً بالایی برخوردار نیستند در نواحی سواحل تفریحی پاکسازی نفت در اولویت قرار دارد. جلگه‌های جزر و مدی ماسه‌ای شکل مواد موجود در سواحل ماسه‌ای هستند، اما این سواحل در نواحی کم عمق قرار دارند و زهکشی در آن‌ها به خوبی صورت نمی‌گیرد. این مکان‌ها از سیلت و مواد بسیار ریز تشکیل شده‌اند. لایه‌های سطحی ماسه‌ای حدوداً چند سانتی متر هستند که بسیار غیر پایدار هستند، این لایه‌ها از آب اشباع هستند و در برابر نفت نفوذ ناپذیر هستند. بعضی از لکه‌های نفتی در سطح بالایی باقی می‌مانند و یا در بین منافذ زیرزمینی که توسط جانداران زیرزمینی به وجود آمدند، نفوذ می‌کنند. دستیابی به مناطق جلگه‌ای جزر و مدی ماسه‌ای کار آسانی نیست و پاکسازی این مناطق بسیار محدود است. جلگه‌های جزر و مدی زیستگاه مهمی برای پرندگان هستند و این مناطق نسبت به آلودگی‌های نفتی بسیار حساس است. جلگه‌های جزر و مدی گلی، شبیه جلگه‌های جزر و مدی ماسه‌ای هستند، این مناطق در نواحی کم عمق هستند و از لایه نازک ومتحرکی تشکیل شده‌اند که از آب اشباع شده هستند. نفت به راحتی در منافذی که توسط موجودات زیرزمینی به وجود آمده، نفوذ می‌کند. نفت در مناطق بالای جزر و مدی ذخیره می‌شود.

دسترسی به این مناطق به وسیله ماشین‌ها و یا گروه مقابله با آلودگی‌های نفتی قابل دسترسی نیست و قابل پاکسازی نمی‌باشند. اگر این مناطق به حال خود رها شوند، نفت دوباره به روی آب باز می‌گردد و شناور خواهد شد و در طی زمان، جزرهای پایین به سمت مناطق خشکی کشیده می‌شود، مثل مناطق جلگه‌ای پوشیده شده از ماسه، مناطق جلگه‌ای با پوشش گل که زیستگاه پرندگان دریایی هستند و از لحاظ آلودگی نفتی این مناطق حساس هستند.

[181] Chocolate Layer Cake

عکس 116: بعضی از نواحی باتلاقی ممکن است بر اثر عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی دچار آسیب دیدگی بیشتری نسبت به اثرات خود آلودگی‌های نفتی شوند.

مناطق باتلاقی از جمله زیستگاه‌های مهم هستند که گاهی اوقات به عنوان محل پرورش جانوران و پرندگان دریایی محسوب می‌شوند. باتلاق گاهی به صورت حاشیه‌ای[182]، مناطق باریکی از کنار دریا را تشکیل می‌دهند. باتلاق‌های نمکی در طول جزرهای بالا در بهار و یا درطی طوفان‌های هجوم آورنده طغیان می‌کنند.

پوشش گیاهی وسیع در مناطق باتلاقی باعث به دام افتادن نفت در میان آن‌ها می‌شود. نفت سبک می‌تواند در بین رسوبات باتلاق و یا حفره‌ها که توسط موجودات زیر زمینی حفر شده است، نفوذ کنند. نفت‌هایی سنگین‌تر تمایل دارند، برروی سطوح باقی بمانند که باعث خفگی پوشش گیاهی و جانوران موجود در آن منطقه خواهد شد. جمع‌آوری نفت از مناطق باتلاقی شاید سال‌ها به طول بیانجامد. ورود به مناطق باتلاقی کار بسیار مشکل و دشواری است و این مناطق بسیار به آلودگی نفت حساس هستند. تورب (زغال سنگ نارس) و نواحی پست و کم ارتفاع توندرا جز مناطق ساحلی هستند که در مناطق قطبی یافت می‌شود، اگر چه متفاوت با دیگر بخش‌ها هستند و از لحاظ میزان حساسیت و روش‌های پاکسازی مشابه هستند. تورب، ماده‌ای است که حالت اسفنجی شکل و فیبری دارد که از تجزیه ناقص گیاهان به وجود می‌آید.

تورب از فرسایش نواحی صخره‌ای توندرا به وجود می‌آید و در نواحی دور افتاده ساحلی تجمع پیدا می‌کند، در صورتی که تورب مرطوب باشد، قابلیت جذب نفت را ندارد، ولی اگر، تورب حالت خشک داشته باشد، قادر است مقادیر زیادی از

[182] Fringing Marshes

نفت را به خود جذب کند. نواحی پست و کم ارتفاع توندرا، نواحی خشکی هستند . اما در بعضی از زمان‌های مشخص در سال تحت تاثیر امواج قرار می‌گیرند. نواحی پست و کم ارتفاع توندرا شامل گیاهان قطبی و انواع مختلفی از رسوبات هستند، نفت در این مناطق توانایی نفوذ به زمین را ندارند، اما قابلیت چسبندگی به پوشش گیاهی منطقه را پیدا می‌کند. هر دو نوع از مناطق ساحلی پوشیده از تورب و نواحی پست و کم ارتفاع توندرا به نفت حساس هستند. سواحل مانگرو دارای ویژگی‌های درختان نواحی استوایی هستند، این گیاهان دارای ریشه‌های به هم بافته هستند، که بخش از ریشه‌های آن‌ها در هوا قرار دارد که نقش بخش تنفسی برای گیاهان را دارد.

واژه مانگرو، نشان دهنده اکوسیستم پیچیده‌ای است که درختان مانگرو اصلی‌ترین جزء تشکیل دهنده آن هستند. این اکوسیستم، شامل علفهای دریایی و بسیاری از جانداران مخصوص این منطقه است که به یکدیگر وابسته هستند.

پوشش نفت بر روی ریشه‌های تنفسی گیاهان مانگرو، باعث مرگ آن‌ها در مدت زمان چند روز خواهد شد. اکوسیستم‌های مانگرو بسیار حساس هستند و دستیابی به این مناطق کار بسیار مشکلی است.

ارزیابی سواحل آلوده به مواد نفتی

اولویت در پاکسازی سواحل، بر اساس ارزیابی دقیق و موشکافانه مناطق ساحلی استوار است. محاسبات قانونمند در مورد ساحل آلوده به مواد نفتی باعث کاهش خسارات وارده به مناطق ساحلی خواهد شد. زمانی که آلودگی نفتی اتفاق می‌افتد، مطالعه و ارزیابی منطقه همزمان با تهیه و تدارک تجهیزات لازم برای مقابله با آلودگی نفتی اتفاق می‌افتد. این مطالعات وابسته به نقشه و عکس‌های قبلی گرفته شده از منطقه است. به عنوان مثال ساختار ساحل باید از قبل تهیه شده باشد و به عنوان نقشه حساسیت منطقه به منظور بکارگیری در منطقه ثبت خواهد شد. نکات زیر اهداف مورد نظر در ارزیابی و مطالعه منطقه را نشان می‌دهد

1- مستند سازی مناطق آلوده به مواد نفتی و ویژگی‌های شرایط فیزیو- اکولوژیکی منطقه مورد نظر به وسیله استفاده از روش‌های استاندارد
2- مشخص کردن اثرات فعالیت‌های انسانی بر اکولوژی مناطق ساحلی و منابع کشاورزی
3- تشخیص عوامل غیر طبیعی در عملیات پاکسازی
4- تعیین اطلاعات موجود مناطق حساس زیست محیطی و مقایسه این نتایج با مشاهدات حاصل از گشت‌های هوایی

SCAT[183]، تیم ارزیابی پاکسازی خطوط ساحلی است، ایده شکل گیری چنین تیمی در زمان پاکسازی آلودگی‌های نفتی در رابطه با حادثه کشتی اکسون والدز در سال 1989 شکل گرفت. SCAT روشی نظام یافته و جامعی برای جمع‌آوری داده‌های اطلاعاتی به منظور محاسبه شرایط نفتی منطقه در هنگام بروز حادثه و همچنین بررسی‌های نیروهای کمکی در منطقه برای کمک به عملیات و طرح ریزی برنامه‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی است. این

[183] Shoreline Cleanup Assessment Team

عکس 117: **آلودگی‌های نفتی که تمام طول سواحل ماسه‌ای و موج شکن را پوشش داده‌اند.**

عکس 118: **صخره‌هایی که به طور کامل به وسیله آلودگی‌های نفتی پوشیده شده‌اند.**

گروه، متشکل از یک متخصص زمین شناس در رابطه با ریخت شناسی زمین، یک بوم شناس، باستان شناس و یک متخصص استفاده اززمین است. تیم SCAT، خطوط ساحلی را مورد ارزشیابی قرار می‌دهند و بر اساس درجه آلودگی نفتی، منابع زیست محیطی، شرایط جزر و مدی و باد در منطقه و همچنین سیستم‌های موجود حمل و نقل و پشتیبانی در منطقه تصمیم گیری می‌کنند. فعالیت‌های گروه براساس چهار مرحله صورت می‌گیرد.

خطوط ساحلی به بخش‌های مشخص تقسیم می‌شوند و برنامه مربوط به تمام بخش‌های به وجود آمده، مورد بازبینی و بررسی قرارمی گیرد. گشتهای روزانه قبل از بررسی و مطالعه منطقه در مورد تصمیم گیری و ارزیابی منطقه و تامین تجهیزات و امکانات مورد نظر اعضای تیم ارزیابی برای مطالعات ارزیابی منطقه مشخص خواهند شد.

ارزیابی محل حادثه به وسیله زمینی، گشت هوایی و عکسبرداری هوایی است که سه روش عنوان شده به صورت ترکیبی انجام می‌شوند. بعد از تکمیل مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها بر روی بخش مورد نظر توسط گروه، نقشه دستی از آن منطقه تهیه می‌شود و فرمهای مخصوص مربوط به فهرست بازبینی و مشاهدات محل تکمیل می‌گردد.

در طول مدت زمان کار میدانی، گروه ارزیابی پاکسازی خطوط ساحلی، خصوصیات نفت پخش شده در منطقه و میزان و موقعیت آن بر روی سطح زمین را تعیین می‌کنند. همچنین ویژگی خطوط ساحلی و ویژگی لایه‌های زیرین زمین را تشخیص خواهند داد. تشخیص منابع انسانی و اکولوژیکی در بخش مورد نظر باید مستند سازی شود، بعد از اتمام کار میدانی تمام طرح‌ها و نقشه‌ها و یادداشت‌های میدانی و عکس‌های ثبت شده کامل به همراه گزارشهای روزانه به مرکز فرماندهی[184] ارسال شود.

طرح‌ها و برنامه‌های نگهداری و حفاظت از سواحل

طرح‌ها، برنامه‌های نگهداری وحفاظت از سواحل؛ شامل فعالیت‌هایی است که در نزدیک و یا در خود ساحل انجام می‌شود، این فعالیت‌ها از آلودگی سواحل به مواد نفتی جلوگیری می‌کند و همچنین باعث حفاظت از منابع حساس زیست محیطی مانند گیاهان و همچنین جانداران دریایی خواهد شد. از جمله اهداف طرح‌ها و برنامه‌های نگهداری و حفاظت از سواحل شامل جلوگیری از برخورد و تجمع مواد نفتی در خطوط ساحلی، کاهش اثرات مربوط به تجمع آن‌ها، جلوگیری از آسیب‌های بیشتر و کاهش مواد زائد مربوط به آن و استفاده از یک روش پاکسازی موثر و مطمئن با استفاده ازمنابع موجود است.

در روش‌های متداول از بوم‌های محدود کننده برای انحراف مسیر حرکت آلودگی‌های نفتی به مناطق حساس استفاده می‌شود. در صورت امکان نفت به بندر و اسکله پهلوگیری و بارگیری کشتی‌ها منحرف می‌شود تا در آنجا جمع‌آوری آن آسانتر صورت گیرد.

همین طور نفت از سواحلی که دارای حساسیت بالایی هستند به سواحلی که میزان حساسیت پایین‌تری به منظور پاکسازی دارند، محرف می‌شوند.

---

[184] Command Center

به عنوان مثال، نفت از نواحی باتلاقی به سواحل ماسه‌ای منحرف می‌شود و در جایی که پاکسازی آن آسانترو اثرات مخرب زیست محیطی کمتری داشتند.

امواج از 0. 5 متر بر ثانیه (در حدود یک گره دریایی) تجاوز کند و بر اثر افزایش سرعت باد و مقاومت کمربند و شناورهای متصل به آن نفت اززیر کمربندبه دلیل عدم تحمل فشار باد وارده از جاذب کمربند شناور از قسمت زیر آن رها شده و محدود کردن لایه نفتی را مختل می‌کند.

بوم‌های به کار رفته در مناطق ساحلی و جزر و مدی نوع خاصی از بوم‌ها هستند که دارای محفظه‌ای هستند که این محافظ محتوی آب هستند که در بخش زیرین قرار می‌گیرد.

این محافظ باعث ایجاد سدی بین خطوط ساحلی و آب خواهند شد و در نتیجه از نفوذ نفت به خطوط ساحلی جلوگیری خواهند کرد. این بوم‌ها، گاهی اوقات به عنوان جایگزین بوم‌های معمولی استفاده می‌شوند، اما بهترین شکل استفاده ازاین بوم‌ها به حالت عمودی و به شکل مستقیم بر روی خطوط ساحلی است.

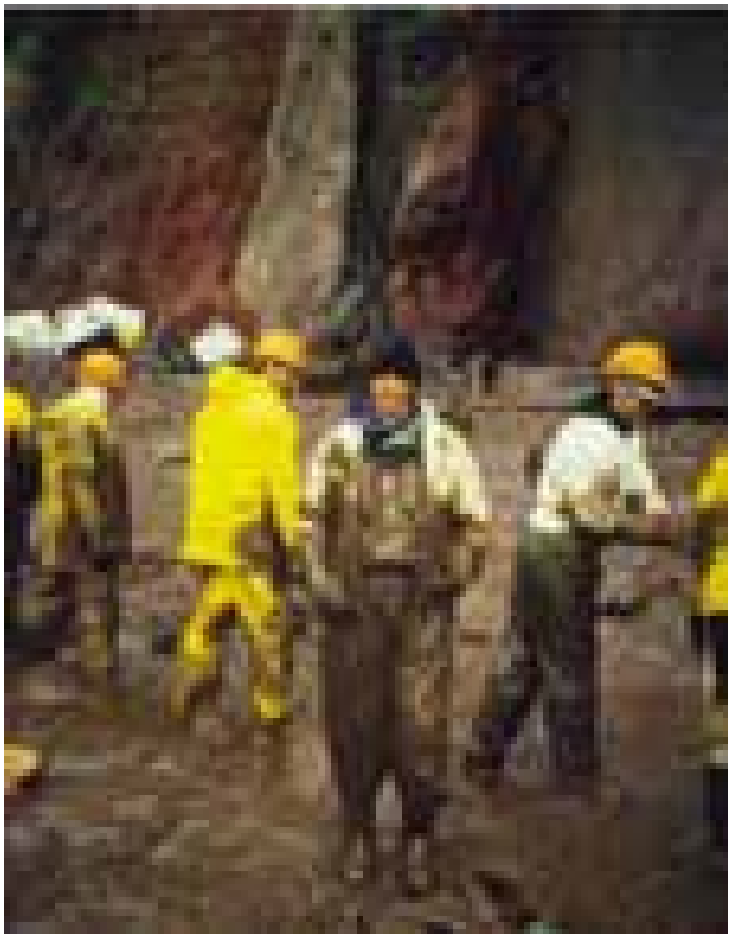
استفاده از بوم‌های معمولی در خطوط ساحلی معمولاً بی نتیجه خواهد بود و به دلیل اینکه نفت از زیر بوم‌ها و در فصل مشترک بین آب و خطوط ساحلی به سمت خارج حرکت خواهد کرد.

عکس 119: در این عکس، آلودگی‌های نفتی کل منطقه ساحلی را پوشش داده‌اند. دسترسی به چنین سواحلی برای پاکسازی و ارزیابی اثرات آلودگی‌های نفتی کار مشکلی خواهد بود.

پشته‌های دریایی[185]، گودال‌ها[186] و سدها[187]از دیگر روش‌های محافظت از خطوط ساحلی هستند. پشته‌هـای نسـبتاً کوچک به منظور حفاظت از خطوط ساحلی در سواحل به صورت موازی با خط آب ساخته می‌شوند.

این پشته‌ها، نفت‌هایی که به سمت خطوط ساحلی حمل می‌شوند، را در برمی گیرند و از انتقال مجدد مواد نفتی به نقاط دیگر جلوگیری می‌کنند.

گودال‌ها در ارتباط با پشته‌ها و یا به صورت مجزا حفر می‌شوند و کارایی آن‌ها مانند پشته‌ها است. سدها و پشته‌هـا همچنین می‌توانند در دو سوی کانال[188] آب سررس (بخشی از آب که به یک شانه یا سازه می‌رسد) ساخته شوند تا از رسیدن نفت به پس کناره‌های مرداب‌ها[189] و یا باتلاق‌ها[190] جلوگیری کنند، بهترین مکان استفاده از پشـته‌هـای دریایی، گودال‌ها در سواحل ماسه‌ای و در مکان‌هایی است که بافت منطقه نفوذ ناپذیر است.



عکس 120: پاکسازی سواحل از آلودگی‌های نفتی، کار مشکل، زمانبر و کثیفی است. انجام ارزیابی درست قبل از انجام عملیات پاکسازی این کار را آسانتر خواهد کرد.

---

[185] Berms
[186] Ditches
[187] Dams
[188] Over wash Chanal
[189] Lagoons
[190] Marshes

حفر گودال‌ها در مناطقی از ساحل که بافت درشت‌تری دارند و میزان نفوذ مواد در سطوح زیرزمین کمتر می‌باشد، نیز امکانپذیرخواهد بود، به دلیل نیاز به تجیهزات مکانیکی برای ایجاد و ساخت پشته‌ها و گودال‌ها در مناطق ساحلی این مناطق باید در مناطق قابل دسترسی باشند و زمین منطقه باید پوشش سخت برای انجام عملیات را داشته باشد. پشته‌های دریایی و گودال‌ها در مناطق حساس دریایی مانند باتلاق‌ها و جلگه‌های جزر و مدی ماسه‌ای و گلی به دلیل تحمل بار اضافی به منطقه و پتانسیل ایجاد صدمات محیط زیست به وسیله گروه مقابله کننده با آلودگی نفتی و وسایل سنگین به کار رفته، توصیه نمی‌شود.

گاهی اوقات برای حفاظت خطوط ساحلی از مواد جاذب استفاده می‌شود، که استفاده از این مواد نیازمند صرف زمان قبل از بکارگیری آن‌هاست و همچنین احتیاج به نیرو برای به کارگیری این مواد است.

در استفاده از مواد جاذب، قیمت این مواد باید در نظر گرفته شود. کاربرد مواد جاذب فقط در مورد سواحلی است، که به صورت سنگچین و نامنظم هستند و یا آلودگی‌های نزدیک به سازه‌های دست ساز انسان که پاکسازی آن‌ها مشکل خواهد بود.

انواع مختلفی از مواد پاک کننده وجود دارد که یکی از این مواد ترکیبات مومی شکل هستند که برای خطوط ساحلی پیشنهاد می‌شوند، اما تا به حال استفاده از این مواد در حفاظت از خطوط ساحلی چندان تاثیر گذار نبوده است.

روش‌های پاکسازی

روش‌های متعددی برای پاکسازی سواحل وجود دارد، که همه آن‌ها وقت گیر و گران هستند. انتخاب روش مناسب برای پاکسازی بر پایه ساختار زمین، عمق نفوذ مواد نفتی در رسوبات، میزان و نوع نفت و شرایطی است که نفت بر روی زمین خواهد داشت.

میزان توانایی محل ساحلی برای عبور و مرور وسایل و تجهیزات، مسائل زیست محیطی، میزان حساسیت زمین‌های کشاورزی در خطوط ساحلی و بادهای غالب همیشگی در منطقه و شرایط آب و هوایی می‌باشد.

روش‌های مناسب مورد استفاده برای پاکسازی نواحی مختلف ساحلی در جدول 14 خلاصه شده است. مهمترین اثر مربوط به پاکسازی سواحل، کاهش دادن اثرات مربوط به نفت رسوب کرده در ساحل و سرعت دادن عملیات پاکسازی آن به روش دستی در مناطق مورد نظر است.

روش‌های پاکسازی باید ایمن و موثر باشند تا باعث ایجاد خطرات جدی‌تر از آلودگی نفتی در منطقه نشوند، در حالت کلی عملیات پاکسازی در صورتی که باعث به مخاطره افتادن سلامتی و یا ایمنی انسان و یا باعث باقی گذاشتن اثرات سمی و مواد آلوده در منطقه شود، نباید در خطوط ساحلی مورد استفاده قرار گیرد.

علاوه بر این عملیات پاکسازی در سواحل نباید باعث تغییرساختارکلی، شکل و ترکیبات موجود در سواحل شود، که این عمل باعث ناپایداری سواحل خواهد شد.

در آب‌های شیرین نباید از آب‌های شور برای پاکسازی استفاده کرد و بالعکس، در نهایت هر روشی که باعث ایجاد زائدات بیش از حد شود، نباید مورد استفاده قرار بگیرد. در گذشته ازوسایل سنگین برای پاکسازی سواحل استفاده می‌شود که باعث ایجاد هزار تن مواد آلوده ساحلی بود که پس از انجام عملیات از بین بردن زائدات به وجود آمده، کار بسیار مشکلی بود.

مدت زمان لازم برای تکمیل فرایند پاکسازی از دیگر مسائل مهم در انتخاب روش پاکسازی است. در صورتی که نفت مدت زمان زیادی بر روی ساحل باقی بماند، پاکسازی آن مشکل‌تر خواهد شد. روشی که در آن می‌توان به سرعت آلودگی‌های نفتی را از بین برد، نسبت به روشی که برای بکارگیری آن‌ها، هفته‌ها وقت مورد نیاز است، برتری خواهد داشت.

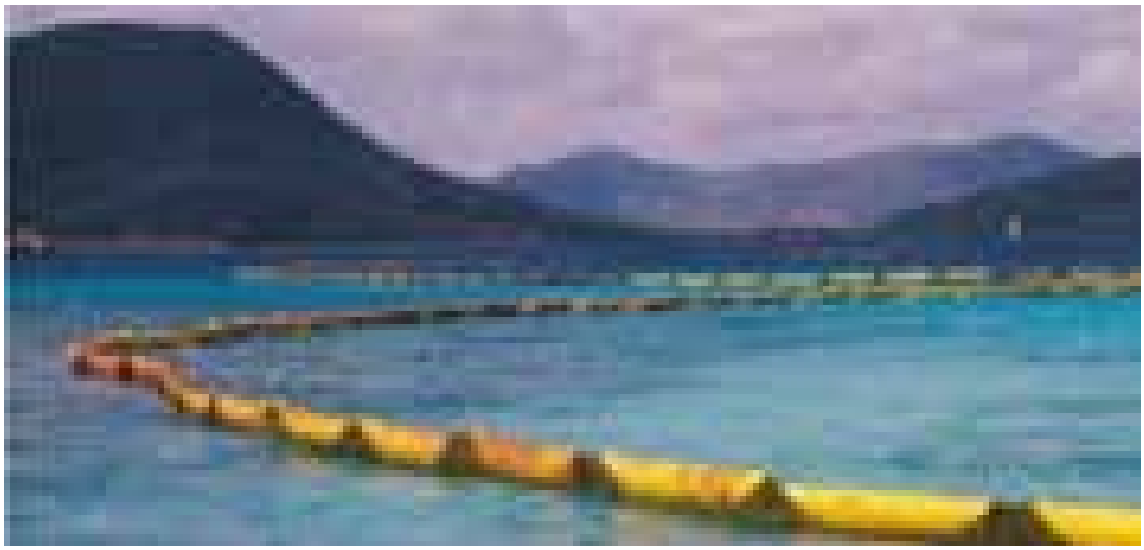
زمان نقش تعیین کننده در عملیات پاکسازی دارد، به عنوان مثال آلودگی نفتی در نقطه‌ای که بچه فوک‌های دریایی در آن منطقه به دنیا می‌آیند، باید به سرعت، و در طول چندین روز انجام شود و در اینجا زمان به روش مناسب برای پاکسازی آن منطقه ساحلی ترجیح دارد.

تصمیم گیری برای پاکسازی سواحل تفریحی کاملاً بستگی به فصل استفاده از نواحی ساحلی دارد.

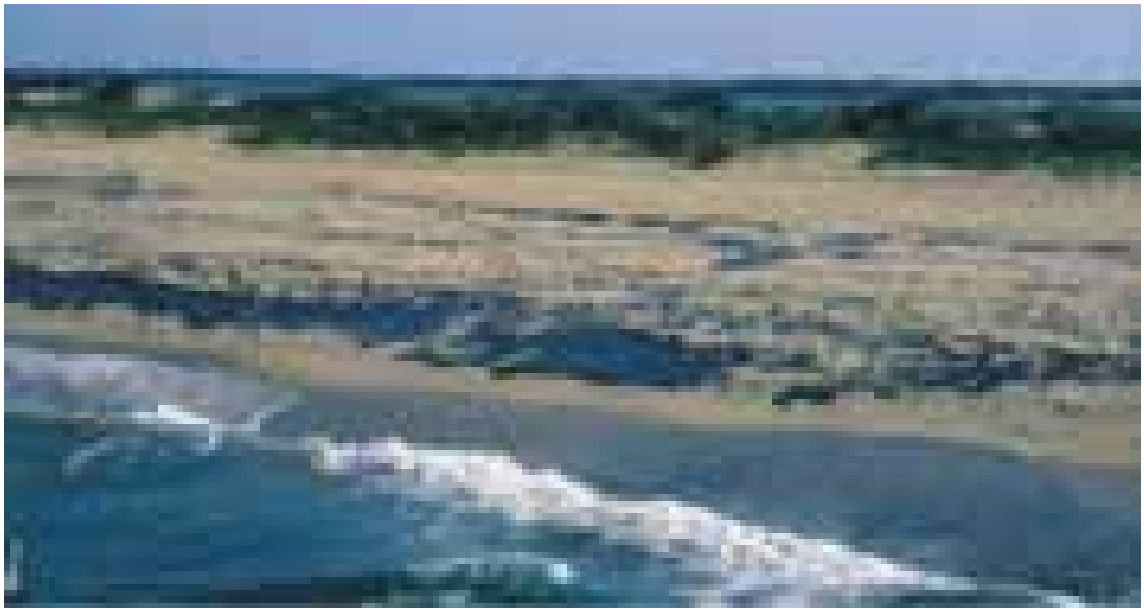
روش‌های پیشنهادی در پاکسازی سواحل

از جمله روش‌های پیشنهادی در پاکسازی سواحل، می‌توانیم به پاکسازی طبیعی (گذاشتن به حال خود)، جمع‌آوری دستی، شستشو با فشار زیاد، استفاده از روش‌های خلاء، جمع‌آوری مکانیکی، بیل زدن، هوادهی، جابجایی رسوبات، شستن سطوح به وسیله امواج، استفاده از مواد جاذب و یا مواد شیمیایی پاک کننده اشاره کنیم.

گاهی مواقع، هیچ اقدامی برای حذف آلودگی نفتی صورت نمی‌گیرد و نفت ریخته شده بطور طبیعی پراکنده می‌گردد.



عکس 121: بوم‌ها برای محافظت مناطق ساحلی به منظور جلوگیری از رسیدن آلودگی‌های نفتی به مناطق ساحلی استفاده می‌شود.



عکس 122: **گاهی اوقات آلودگی‌های نفتی می‌توانند طول زیادی از یک منطقه ساحلی را پوشش دهند.**

پاکسازی به روش طبیعی زمانی انتخاب می‌شود، که خطرات پاکسازی ساحل بیشتر ازباقی ماندن آلودگی‌های نفتی در خطوط ساحلی باشد.

روش پاکسازی طبیعی، البته روش مناسبی برای مواقعی که منابع مهم انسانی و اکولوژیکی به خطر افتاده باشند، نیست، چون حضور طولانی مدت نفت در مناطق باعث به خطر افتادن منابع انسانی و اکولوژیکی در محیط خواهد شد.

پاکسازی به روش دستی یکی از روش‌های متداول برای پاکسازی خطوط ساحلی است. گروه مقابله با آلودگی‌های نفتی، رسوبات نفتی و مواد زائد باقیمانده را به وسیله دستکش، شن کش، چنگک، بیلچه و بیلهای مکانیکی، مواد جاذب، سطلهای دستی، تیرهای چوبی بر می‌دارند که معمولاً شامل برداشتن و پاک کردن آلودگی‌های نفتی به وسیله مواد جاذب یا جدا سازی مواد نفتی و گلوله‌های قیری شکل[191] است.

گروه مقابله کننده با آلودگی‌های نفتی با پوشش مخصوص، چکمه، دستکش و در صورت فرار بودن ترکیبات نفتی از ماسک استفاده می‌کنند.

[۱۹۱] Tarball

عکس 123: **معمولاً برای پاکسازی سواحل قلوه سنگی از روش پاکسازی به روش دستی استفاده می‌شود.**

موادآلوده در کیسه‌های پلاستیکی و یا سطلهای مخصوص برای انتقال به نقاط مشخص جمع‌آوری می‌شوند. جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی به روش دستی تقریباً از تمام مناطق ساحلی امکانپذیر است.

روش دستی برای مقادیر کم آلودگی‌های نفتی در نقاط دور از دسترس کاربرد دارند. پاکسازی مواد نفتی به روش دستی کار وقت گیر و زما نبری است و میزان مواد زائد حاصل از این روش نسبت به سایر روش‌ها بسیار کمتر است، و به وسیله این روش تمرکز بر روی مناطق نفتی بیشتر است و از جمله معایب این روش می‌توان به خطراتی که متوجه گروه مقابله با آلودگی‌های نفتی در مناطق خطرناک و غیر قابل اطمینان ساحلی، که منجر به افتادن و پرت شدن آن‌ها می‌شود، اشاره کرد.

روش شستن با فشار بالا در نواحی ساحلی یکی از روش‌های متداول پاکسازی مناطق ساحلی است. شستشو با آب سرد یا نیمه گرم با فشار پایین اثرات اکولوژیکی کمی بر محیط زیست وارد می‌کند و نفت را به سرعت از منطقه پاک می‌کند. آب با میزان دمای بیشتر، میزان نفت بیشتری را پاکسازی می‌کند، اما میزان خطرات بیشتری را خواهد داشت. دما و قدرت فشار زیاد، آسیب‌های جدی اکولوژیکی بر منطقه وارد می‌کند، که بازگشت آن به حالت عادی چندین سال به طول خواهد انجامید. در این مواقع، باقی ماندن نفت در منطقه نسبت به از بین رفتن زیست بوم منطقه ارجحیت دارد. محدوده فشار مورد استفاده در آب‌های با فشار پایین در حدود 200 کیلو پاسکال، 50psi و دمای مرد استفاده کمتر از 30درجه است.

در این روش به وسیله شلنگ‌های مخصوص آب پراکنده می‌شود و به منظور جلوگیری از بین رفـتن پوشـش گیـاهی و جانوران مربوط به یک منطقه، فشار آب در یک نقطه نباید بیش از حد باشد. معمولاً پاشش آب بر سطوح بالایی انجـام می‌پذیرد.

با استفاده از نازل‌های مخصوص در سر شلنگ‌های پراکنده کننده آب می‌توان فشار آب را تحت کنترل در آورد.

جدول 14: روش‌های پاکسازی آلودگی‌های نفتی براساس انواع خطوط ساحلی

انواع خط ساحلی	شرایط مواد نفتی	جمع آوری طبیعی	روش سیلابی	شستشو با آب سرد با فشار پائین	شستشو با آب گرم با فشار پائین	جمع آوری دستی	خلاء	جمع آوری مکانیکی	جاذب	جابجا کردن لایه‌های زمین و هوادهی	جابجایی رسوبات	عوامل پاک کننده
بستر سنگی	مایع	a	a	a	b	b	b		b			c
	جامد	a	a	a	c	b						a
سازه‌های ساخت دست انسان	مایع	a	a	a	b	b			b			c
	جامد	a	a	a	c	b						a
تخته سنگی	مایع	a	a	a	b	b			b		b	c
	جامد	a	a	a	c	b						a
ریگی – قلوه سنگی	مایع	a	a	a		b			b	b	b	
	جامد	a	a	a		b		b				c
سواحل مختلط شن و سنگ	مایع	a	a	a		b			b	b	b	
	جامد	a	a	a		b		a				c
سواحل ماسه‌ای	مایع	a	a	a		b		a	b	b		
	جامد	a	a	a		b		a				
جلگه‌های جزر و مدی ماسه‌ای	مایع	a	a	a		b	b		b			
	جامد	a	a	a		b		b				
جلگه‌های جزر و مدی گلی	مایع	a	a	a			b		b			
	جامد	a	a	a				b				c
باتلاق	مایع	a	a	a		b			b			
	جامد	a	a	a		b						c

تورب‌ها و نواحی پست و کم ارتفاع توندرا	مایع	a	a	a		b		b		b		
	جامد	a	a	a		b						
مانگرو	مایع	a	a	a		b			b			c
	جامد	a	a	a		b						a

a : روش قابل قبول

b: روش قابل قبول برای مقادیر کم مواد نفتی

c: استفاده از این روش در بعضی از شرایط خاص قابل قبول است

گاهی اوقات از لوله‌های مخصوص برای بخش آب استفاده می‌شود. بوم‌ها برای در برگرفتن جریان آب ایجاد شده پس از پایان عملیات استفاده می‌شوند. بوم‌ها برای انتقال جریان به یک نقطه آرامتر برای جمع‌آوری مواد نفتی به صورت مکانیکی توسط اسکیمرها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

استفاده از این روش باید در زمین‌های نفوذ ناپذیر صورت گیرد و استفاده از این روش در زمین‌های نفوذناپذیر از جنس گل و ماسه‌های ریزکاربرد نخواهد داشت، همچنین این روش در مناطقی که در آن گیاهان حساس می‌روید، نباید به کار گرفته شود.

از دستگاه‌های مختلف خلاء برای جمع‌آوری نفت ریخته شده در سواحل و یا برای جمع‌آوری آن‌ها در داخل گودال‌ها استفاده می‌شود. دستگاه‌های کوچک خلاء به طور ویژه‌ای برای به کارگیری در نواحی ساحلی طراحی شده‌اند.

با استفاده از لوله‌های خلاء که به طور دستی به مناطق مورد نظر انتقال داده می‌شوند، نفت جمع‌آوری خواهد شد. دستگاه‌های خلاء برای جمع‌آوری نفت از یک مخزن که نفت در آن جمع‌آوری می‌شود، کاربرد دارند و به طور مستقیم برای جمع‌آوری نفت از ساحل کارایی چندانی نخواهد داشت.

با توجه به مسائل ایمنی، دستگاه‌های خلاء نباید با نمونه‌های نفت فرار مورد استفاده قرار گیرند. وسایل مکانیکی برای جمع‌آوری نفت‌های ریخته شده سطحی و توده‌های نفتی، شامل تراکتور، لودر، دستگاه‌های تراشنده و همچنین دستگاه‌ها و تجهیزات بزرگتر شامل ماشین‌های تسطیح کننده سطح زمین و ماشین‌های خاکبرداری هستند.

ماشین‌های خاکبرداری و تسطیح کننده سطح زمین گاهی اوقات برای پاک کردن سواحل تفریحی و مکان‌هایی که توده نفتی بر روی ماسه‌ها انباشته می‌شوند، کاربرد خواهند داشت.

لودر و ماشین‌های حفاری در سواحل مختلف کاربرد دارند و برای جابجا کردن مواد نفتی و آلودگی‌های نفتی که در سطوح زمین دفن شده‌اند، بکار می‌روند.

ماشین‌های خاکبرداری به منظور دستیابی به وسیله بارج‌ها مورد استفاده هستند. وسایل مکانیکی باعث از بین رفتن سریع آلودگی‌های نفتی از سطوح سواحل می‌شوند، این تجهیزات باعث برداشت مواد دیگر نیز خواهند شدو میزان زائدات تولید شده توسط این روش بسیار بیشتر از سایر روش‌های دیگر است.

عکس 124: شستشوی ساحل به وسیله آب سرد یکی از روش‌های موثر برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی است. در این روش مواد نفتی به وسیله اسکیمر جمع‌آوری شوند.

عکس 125: از روش پاکسازی آلودگی‌های نفتی به روش آب گرم در طی حادثه اکسون والدز Exxon Valdez استفاده شد.

سواحل ماسه و ماسه ای- شنی بهترین گزینه برای بکارگیری این روش هستند. این روش در مناطق حساس همراه با پوشش گیاهی ناپایدار و وجود زندگی جانوری در منطقه نباید به کارگرفته شود. در صورت برداشت مقادیر زیادی از مواد از سواحل، زمین منطقه ناپایدار خواهد شد.

استفاده از شن کش، تسمه نقاله‌های بالارونده و غلتک‌های مخصوص برای ازبین بردن آلودگی‌های نفتی در ساحل بهتر از وسایلی همچون ماشین‌های خاکبرداری است. اگر چه استفاده از این روش‌ها نسبت به روش پاکسازی دستی، مقادیر بیشتری از مواد نفتی را جمع‌آوری خواهد کرد، تجهیزات مذکور توانایی پاکسازی گلوله‌های قیری شکل در حدود چندین مایل از خط ساحلی در طول یک روز را خواهند داشت.

جابجا کردن لایه‌های زمین[192] و هوادهی[193] برای شکستن لایه‌های سطحی نفت و یا لایه‌های فرعی دیگر کاربرد دارند، در نتیجه این عمل، نفت به صورت طبیعی دچار هوازدگی خواهد شد و در اثر تجزیه شدن از بین خواهد رفت و به لایه‌های زیر زمین نفوذ نخواهد کرد.

لایه‌های نفت متوسط تا سنگین نیز شکسته خواهد شد و تشکیل لایه‌های قیری شکل بر روی زمین را خواهد داد. جابجا کردن لایه‌های زمین به وسیله وسایل کشاورزی همچون گاوآهن، دیسک، ماشین شخم زنی و دیگر وسایل مانند ماشین خاکبرداری یا تسطیح کننده‌های زمین به وسیله برشی صورت می‌گیرد. این روش برای زمین‌های ماسه‌ای، ماسه ای- شنی و ریگ- قلوه سنگی مناسب است.

از دیگر روش‌های مکانیکی می‌توانیم به جابجایی رسوبات[194]و یا شستشوی رسوبات اشاره کنیم، در این روش نفت از نواحی جزر و مدی که ممکن است سال‌ها در آن ناحیه قرار گرفته باشد و به وسیله امواج شسته می‌شود. این روش به وسیله ماشین‌های تسطیح کننده سطوح و لودرها انجام می‌شود. همچنین این روش در روی زمین‌های ماسه‌ای و سنگی در جایی که نفت بر اثر امواج طوفانی و یا بر اثر امواج جزر و مدی به بالای سطوح حرکت کرده است، انجام می‌گیرد.

روش شستشوی سریع رسوبات برای بازگشت به حالت اولیه در سواحل تفریحی استفاده می‌شود، رسوبات شسته شده حاصل از این مرحله ممکن است به نواحی ساحلی دیگر برسند و باعث آلودگی این نقاط شوند، این روش به دلیل به خطر افتادن زندگی گیاهان و جانوران چندان روش مناسبی نخواهدبود.

مواد جاذب به روش‌های مختلف برای پاکسازی مناطق ساحلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مواد جاذب برای جذب مواد نفتی و جلوگیری از گسترش نفت به مناطق دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. تله‌های جاذب نفت تحت عنوان (پوم-پوم) [195]برای جذب مواد نفتی ریخته شده در سواحل و یا آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. از معایب این روش می‌توانیم احتیاج به نیروی کار زیاد و مقادیر زیاد زائدات تولید شده اشاره کنیم. در مورد استفاده از جاذب‌ها، زغال سنگ نارس و خرده‌های چوب مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، این مواد ممکن است در آب غوطه‌ور شده و به اعماق آب و به نقاطی که آلودگی ندارند حرکت کرده و سپس جمع‌آوری این مواد از مناطق یاد شده با مشکل همراه خواهد بود.

---

[۱۹۲] Tilling
[۱۹۳] Areation
[۱۹۴] Sediment reworking
[۱۹۵] Pom-Pom

امروزه از مواد شیمیایی تحت عنوان پاک کننده ساحل[196] و عوامل شوینده سطوح[197] با میزان اثر سمیت پایین استفاده می‌شود و استفاده از این ترکیبات در حال گسترش است. این مواد شامل مواد فعال سطحی با قدرت سمیت پایین هستند. مواد فعال سطحی با کاهش قدرت چسبندگی تا حدی باعث حل شدن نفت می‌شوند. این مواد در جزر کامل[198] مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پس از جذب مواد نفتی، مناطق پاکسازی شده به وسیله جاذب به وسیله آب با فشار پایین شستشو داده می‌شود و سپس به وسیله اسکیمر جمع آوری می‌شود.

استفاده از آب با فشار بالا باعث پراکندگی مواد شیمیایی به نقاط دیگر خواهد شد و اثرات نامطلوبی را بر جا خواهد گذاشت. برای استفاده از این مواد نیاز به مجوز سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد. روش‌های پاکسازی که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند

این روش‌ها، تحت شرایط خاص مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از این روش‌ها استفاده از آب سرد یا گرم با فشار بالا[199] است، که این روش در گذشته در بعضی از سواحل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

عکس 126: با استفاده از تجهیزات و وسایل سنگین هموارکننده سطح زمین مثل گریدر، می‌توان برای پاکسازی حجم وسیعی از آلودگی‌های نفتی از روی ساحل استفاده کرد.

[196] Beach Cleaners
[197] Surface Washing agent
[198] Low tide
[199] High pressure cold or Hot water washing

عکس 127: **در این روش، گروهی از کارکنان را نشان می‌دهد که مشغول پاکسازی سواحل از تاربال (Tarball) هستند.**

. عکس 128: **سیستم پمپ خلاء، برای جداسازی آلودگی‌های نفتی از ساحل استفاده می‌شود.**

استفاده از این روش مخصوصاً استفاده از آب گرم با فشار بالا بسیار موثر است. این روش باعث از بین بـردن گیاهـان و جانوران در آن منطقه خواهد شدو همچنین باعث خشک و بی حاصل شدن آن منطقه ساحلی خواهد شد، ایـن روش در مناطق ساحلی حساس مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. در مواقعی که استفاده از ایـن روش تنهـا راه حـل مـی‌باشـد، بـاقی گذراندن نفت در محیط، نسبت به پاکسازی آن به وسیله چنین روش غیر معمولی، برتری دارد.

عکس 129: استفاده از مواد جاذب برای جمع‌آوری مواد نفتی که در کنار ساحل پهن شده است.

روش پاک کردن به وسیله بخار[200] یا سند بلاستینگ[201] از دیگر روش‌هایی است که به وسیله ایـن روش آلـودگی‌هـای نفتی از سواحل پاکسازی می‌شوند. استفاده از این روش باعث تخریب گیاهان و از بین رفتن جانوران در منطقـه خواهـد شد.

این روش برای از بین بردن مواد نفتی ازروی سازه‌های دریایی مانند شمع‌ها[202]، اسکله‌هایی که موازی با خطوط ساحلی نیستند[203]، اسکله‌های دیواری[204] و دیواره‌ها[205] کاربرد خواهد داشت. قطع کردن پوشش گیـاهی[206] از دیگـر روش‌هـایی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد، که این روش در مرداب‌ها و جایی که نفت سنگین باعث بـه خطـر افتـادن زنـدگی گیاهان و جانوران در مرداب شده است کاربرد دارد، این روش به حفظ گیاهان کمک خواهد کرد، اگر چه تجمع بـیش از حد پوشش‌های گیاهی در مناطق مرداب و مناطق حساس باعث ایجاد خطرات بسیاری خواهد شد.

---

۲۰۰ Steam Cleaning
۲۰۱ Sand Blasting
۲۰۲ Piles
۲۰۳ Piers
۲۰۴ Jetties
۲۰۵ Walls
۲۰۶ Vegetation Cutting

استفاده از این روش ازانتقال آلودگی‌های نفتی به مناطق دیگر جلوگیری می‌کند. سوزاندن در محل[207] یکی از روش‌های مورد استفاده است، این روش در صورتی که به کار گرفته می‌شود که سطح آب بالا باشد و باقیمانده‌های حاصل از سوختن مواد نفتی در رشد گیاهان در آینده اختلال ایجاد نکند. در مناطقی که می‌توان از روش سوزاندن استفاده کرد، که نفت در داخل کانال و یا چاهها قرار گرفته باشد و ضخامت آن به 2 تا 3 میلی متر برسد. استفاده از روش سوزاندن در مناطق باتلاقی در فصل بهار که سطح آب بالا است و حرارت حاصل از فرایند سوزاندن بر ریشه گیاهان اثر مستقیم ندارد، می‌تواند مناسب باشد.

استفاده از روش سوزاندن در فصل تابستان و اوایل پاییز باعث از بین رفتن گیاهان در منطقه خواهد شد، همچنین با استفاده از پمپ می‌توان نفت را به سطح آب آورده تا فرایند سوختن سریع‌تر انجام گیرد.

استفاده از فعال کننده‌های شیمیایی [208]، به دلیل اثرات جانبی ایجاد شده، به شکل معمول مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

استفاده از مواد دیسپرسنت باعث افزایش نفوذ نفت به لایه‌های زمین خواهد شد، که خاصیت به کارگیری مواد در مناطق ساحلی را غیر ممکن خواهد ساخت، همچنین مواد جامد کننده نیز چندان کارایی در این روش نخواهند داشت.

استفاده از روش‌های تجزیه زیستی[209]، سال‌هاست برای پاکسازی خطوط ساحلی از آلودگی‌های نفتی به کار می‌روند.

روش‌های تجزیه زیستی مناسب برای تجزیه نفت‌های سبک تا متوسط با اجزای اشباع سنگین است که بیشتر اجزای اشباع نفت تجزیه می‌شود، نفت باقی مانده شامل اجزاء اشباع سنگین تر، آروماتیک‌ها، رزین‌ها و مواد باقی مانده به صوت مواد قیری شکل است.

همانطور که در فصل نهم و دوازدهم مطرح شده است، کودهای شیمیایی باعث افزایش سرعت تجزیه زیستی خواهند شد.

عکس 130: استفاده از سیستم مکش برای جمع‌آوری مواد نفتی از کنار ساحل

۲۰۷ In-Situ Burning
۲۰۸ Chemical Agents
۲۰۹ Bioremediation

کودهای شیمیایی به سرعت در آب حل می‌شوند و باعث افزایش رشد جلبک در مناطق نزدیک ساحلی خواهند شد. با استفاده از عوامل کاهش دهنده سرعت حلالیت و یا کودهای شیمیایی قابل حل در نفت، می‌توان سرعت رشد جلبک‌ها را کاهش داد.

استفاده از عوامل تجزیه کننده زیستی اثرات قابل توجهی در طولانی مدت نخواهد داشت، اثرات این مواد در صورت یک فصل بعد از بکارگیری آن‌ها قابل مشاهده خواهد بود.

اساس پاکسازی خطوط ساحلی

سرنوشت و اثرات لکه‌های نفتی در خطوط ساحلی بستگی به نوع ساحل، شرایط باد و امواج دریا، نوع و میزان نفت ریخته شده در ساحل دارد

انواع مهم ازخطوط ساحلی شامل سواحل بستر سنگی، تخته سنگی، ریگی و قلوه سنگی، سواحل مخلوط شن و سنگ، سواحل شنی، جلگه‌های جزر و مدی گلی و یا ماسه‌ای، باتلاق‌ها، تورب و نواحی پست و کم ارتفاع تونـدرا و مانگروها هستند.

ارزیابی و تعیین میزان آلودگی نفتی در خطوط ساحلی توسط گروه ارزیابی پاکسازی خطوط ساحلی انجام می‌گیرد.

محافظت و پاکسازی خطوط ساحلی

حفاظت از خطوط ساحلی شامل استفاده از بوم‌های محدود کننده به منظور محدود کردن و منحرف سازی آلودگی‌های نفتی از سواحل و همچنین ایجاد پشته‌ها، گودال‌ها و سدهای بین نفت و نواحی ساحلی برای حفاظت از این مناطق از آلودگی‌های نفتی است.

روش‌های پیشنهای برای پاکسازی نواحی شامل پاکسازی طبیعی (گذاشتن به حال خود)، جمع‌آوری دستی، شستن سواحل با آب سرد و فشار زیاد، استفاده از روش‌های خلاء، جمع‌آوری مکانیکی، بیل زدن و هوادهی، جابجایی رسوبات و همچنین استفاده از مواد جاذب و عوامل شیمیایی پاک کننده سطوح هستند.

انتخاب روش پاکسازی بر پایه عوامل بسیاری تعیین می‌شود، اما اثرات منفی حاصل از فعالیت‌های پاکسازی بر روی سواحل عامل مهمی است، که باید در انتخاب روش مد نظر قرار گیرد.

فصل دوازدهم- آلودگی‌های نفتی بر روی خشکی

این فصل به بررسی رفتار لکه‌های نفتی ریخته شده بر روی خشکی و روش‌های محدود کردن و پاکسازی این لکه‌ها می‌پردازد. معمولاً دو نوع از آلودگی‌های نفتی بر روی زمین اتفاق می‌افتند. دسته‌ای از آلودگی‌های نفتی که بر روی سطح زمین و خشکی و دسته‌ای دیگر در زیر سطح زمین اتفاق می‌افتند. بیشتر آلودگی‌های نفتی که بر روی سطح زمین رخ می‌دهند، در نتیجه عملیات تولید؛ مانند خطوط لوله و نیروگاه‌ها است و بیشتر لکه‌های نفتی که در زیر سطح زمین اتفاق می‌افتد بر اثر نشت‌های زیرزمینی از خطوط لوله است. لکه‌های نفتی که برسطح و یا زیر زمین اتفاق می‌افتد، بر اساس آلودگی‌های نفتی ریخته شده، زیست بوم منطقه، موقعیت و شرایط آب و هوایی بسیار متفاوت هستند.

حفظ ایمنی و سلامت انسانها از جمله نکات مهم در پاکسازی آلودگی‌های نفتی بر روی خشکی و سطح زمین است و این مورد درزمینه لکه‌های بنزین ریخته شده بر روی سطح زمین هم صدق می‌کند.

کاهش اثرات طولانی مدت بر روی محیط زیست و حفظ زمین‌های کشاورزی از جمله مهمترین مسائل مطرح در مورد لکه‌های نفتی است، که بر روی خشکی اتفاق می‌افتد. حفاظت از زمین‌های کشاورزی به وسیله بازسازی مجدد آن‌ها صورت می‌گیرد.

پخش آلودگی‌های نفتی بر روی سطح و جابجایی آن‌ها در عمق زمین، تعیین میزان پیش رفتگی و تعیین موقعیت آن‌ها را مشکل خواهد کرد.

جابجایی نفت بر اساس نوع نفت، زیستگاه‌های مختلف و شرایط منطقه‌ای کاملاً متفاوت خواهد بود. میزان نفوذ نفت به لایه‌های خاک بر اساس لایه‌های مختلف زمین، شرایط رطوبتی، شیب زمین و شرایط جریان در آب‌های زیرزمینی متفاوت خواهد بود.

از دیگر عواملی که درزیستگاه‌های مختلف متفاوت خواهد بود، وجود پوشش گیاهی در منطقه و مرحله رشد گیاهان، درجه حرارت محیط، وجود برف و یخ در منطقه و شکل و ساختار مناطق از جمله مناطق صخره‌ای است، که بعضی از ویژگی‌های نمونه نفت‌های مختلف و اثرات آن بر محیط زیست در جدول 15 نشان داده شده است.

نمونه‌های مختلفی از خاک از جمله ماسه‌ای و شنی[210]، خاک برگ[211]، رس[212]وسیلت (لای) [213] می‌توانند در مجاورت آلودگی‌های نفتی قرار بگیرند.

خاکهای سطحی از یکپارچگی کافی برخوردار نیستند و مواد نفتی به راحتی در آن‌ها نفوذ می‌کند، در حالی که بسترهای صخره‌ای و سنگی از ساختار سخت و محکمی برخوردار هستند. بسترهای سخت و محکم معمولاً در زیر سطح خاک قرار دارند.

---

[210] Sand and Gravel
[211] Loam
[212] Clay
[213] Silt

ذرات خاک معمولاً از اجزای کوچکتری تشکیل شده‌اند که در صورتی که به هم بپیوندند، ایجاد خلل و فرج و شکاف‌هایی در سطح خاک خواهند کرد. در صورتی که این ذرات به اندازه کافی بزرگ و به یکدیگر مرتبط و به هم پیوسته باشند، که به عنوان خاک نفوذ ناپذیر [214] شناخته می‌شود.

خاکهای ماسه‌ای از جمله نفوذ پذیرترین انواع خاک هستند، موادی همچون خاک رس، سیلت (لای) و شیل تحت عنوان خاک‌های نفوذ ناپذیر شناخته می‌شود، در این خاکها منافذ بسیار کوچک و نفوذ ناپذیر و اتصالات بین منافذ بسیار کم است و اجازه نفوذ مایعات و سیالات در این خاکها بسیار محدود است . توانایی انواع مختلف خاک در نگهداری مواد بسیار مختلف است. خاک برگ به دلیل وجود مقادیر زیاد از ترکیبات آلی تمایل به نگهداری مقادیر زیادی از آب و مواد نفتی را در خود دارا است.

از آنجائیکه ترکیبات مختلفی در خاک وجود دارد و خاک یکدست و یکپارچه نیست؛سرعت نفوذ و پخش نفت در لایه‌های مختلف زمین با توجه به بخش‌های مختلف متفاوت خواهد بود.

لایه‌های خاک، شامل لایه نفوذ پذیر دارای خاک برگ و در لایه‌های زیرین آن شامل خاک رس و بسترهای صخره‌ای و نفوذ ناپذیر هستند. در صورتی که بر روی صخره شکاف‌هایی وجود داشته باشد، نفت به راحتی در لایه‌های آن نفوذ خواهد کرد. از جمله ویژگی‌های مشخص در نفوذ مواد نفتی به لایه‌های زمین خاصیت چسبندگی آن است.

نفت‌های با میزان چسبندگی بالا مثل نفت بانکر و گلوله‌های قیری شکل، زمانی که بر روی سطح زمین ریخته می‌شوند به آهستگی بر روی زمین حرکت می‌کنند. مخصوصاً زمانی که دمای محیط زیر نقطه میعان این مواد باشد.

مواد نفتی که دارای ویسکوزیته کمتری هستند؛ مثل بنزین، در تمام فصول بر روی سطح زمین جاری می‌شوند. اقدامات احتیاطی برای ترکیبات سبک، بلافاصله پس از ریزش این مواد بر روی زمین باید انجام گیرد.

نفت خام، خواص چسبندگی حد واسطی را دارا می‌باشد. در زمین‌های کشاورزی که از خاک برگ پوشیده شده است، نفت خام در صورت ریزش تا بالای ارتفاع 10 تا 20 سانتیمتری از خاک را اشباع می‌کندوبه ندرت تا عمق 60 سانتیمتری نفوذ می‌کند. معمولاً نفت تنها زمانی تا این عمق نفوذ می‌کند که در گودال‌های خشکی جمع‌آوری شده باشد. اگر این گودال‌ها حاوی آب باشند، نفت به راحتی قابلیت نفوذ نخواهد داشت.

حرکت نفت بر روی سطح خشکی

نوع ماده نفتی و ساختار مواد تشکیل دهنده خاک بر سرعت حرکت، نفوذ و چسبندگی نفت بر روی سطح زمین تاثیر گذار خواهد بود.

---

[214] Permeable

جدول 15- ویژگی‌های انواع مختلف مواد نفتی و تاثیرات آن بر محیط زیست

نوع نفت	سمیت برای گیاهان	سمیت برای موجودات آبزی	ویسکوزیته	میزان چسبندگی	نفوذ	میزان تجزیه پذیری
بنزین	5	5	1	1	5	4
سوخت دیزل	2	3	2	2	4	1
سوخت سبک	4	4	3	3	3	2
سوخت سنگین	3	2	4	4	2	3
سوخت بانکر	1	1	5	5	1	5

اعداد کمتر، نشان دهنده شرایط مطلوبتر برای محیط زیست و سرعت بازگشت سریع‌تر در محیط است.

نفت‌های با میزان ویسکوزیته پایین به سرعت در داخل مناطقی که دارای خلل و فرج هستند، مثل ماسه‌های درشت نفوذ می‌کنند و در نتیجه پراکندگی مواد نفتی بر روی این سطح کاهش پیدا خواهد کرد.

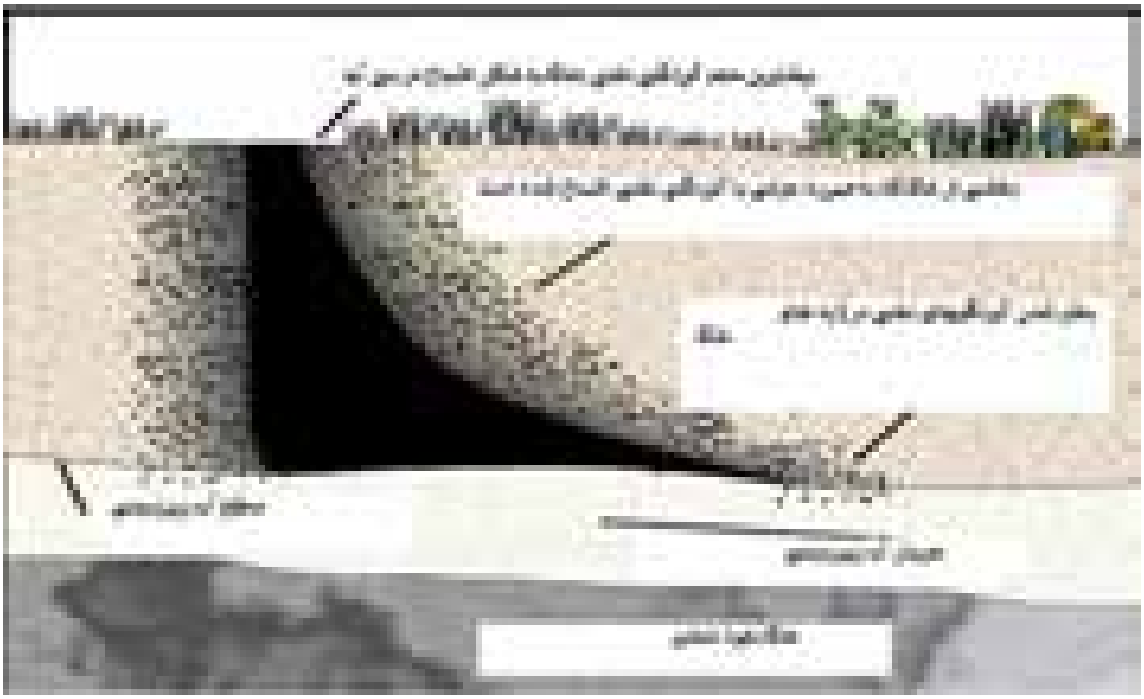
زمانی که نفت بر روی سطوح مختلف می‌ریزد، در جهتهای مختلف مانند آب پخش می‌شود. نفت به حرکت افقی خود برروی زمین ادامه می‌دهد، تا به سدی برسد که مانع از حرکت نفت شود و یا توسط خاک جذب شود. نفت قابلیت جمع شدن در گودال‌ها، حفره‌ها و نفوذ به لایه‌های زمین را دارد.

شکل 31، مراحلی که در طی آن نفت به لایه‌های زمین نفوذ می‌کند، نشان می‌دهد. توده نفتی به حرکت خود در بین توده‌های نفوذپذیر و تحت تاثیر نیروی جاذبه ادامه می‌دهد تا زمانی که توسط یک جریان آب زیرزمینی و یا یک لایه غیرقابل نفوذ حرکت آن متوقف شود، پس از این مرحله مواد نفتی باز به حرکت خود به سمت پائین تا برخورد به یک لایه غیر قابل نفوذ دیگر ادامه می‌دهند ویا اینکه تمام مواد نفتی توسط خاک جذب می‌شود.

عکس 131: یک نمونه از جمع‌آوری مواد نفتی بر روی خشکی به وسیله شناورهای مخصوص را نشان می‌دهد.

نفت به همراه آب در لایه‌های زیرزمینی نفوذ می‌کند. نفت و سیالات دیگر می‌توانند در بالای آب‌های زیرزمینی حرکت کنندو در فصل بهار و یا در رودخانه‌ها دوباره ظاهر شوند. سرازیر شدن نفت در لایه‌های زمین بستگی بـه میـزان لختـه شدن[215] آن دارد. در طی حرکت لخته‌های نفتی در خاک باعث گذاشتن این مواد در بین لایه‌های خاک مـی‌شـوند کـه بستگی به میزان چسبندگی نفت و خصوصیات خاک منطقه‌ای که نفت در آن نفوذ می‌کند، دارد.

بیشتر نفت‌های با میزان چسبندگی زیاد با ریزش باران از سطوح خاک به سطح پایین حرکت می‌کننـد. نـزولات جـوی، ترکیبات حل شده را به سمت سفره‌های زیرزمینی منتقل می‌کند. میزان جابجایی نفت در صورت وجـود یـک زهکشـی مناسب، بسیار بالا خواهد بود.



شکل 30: نفوذ مواد نفتی در خاک

جابجایی نفت در لایه‌های زیرزمینی

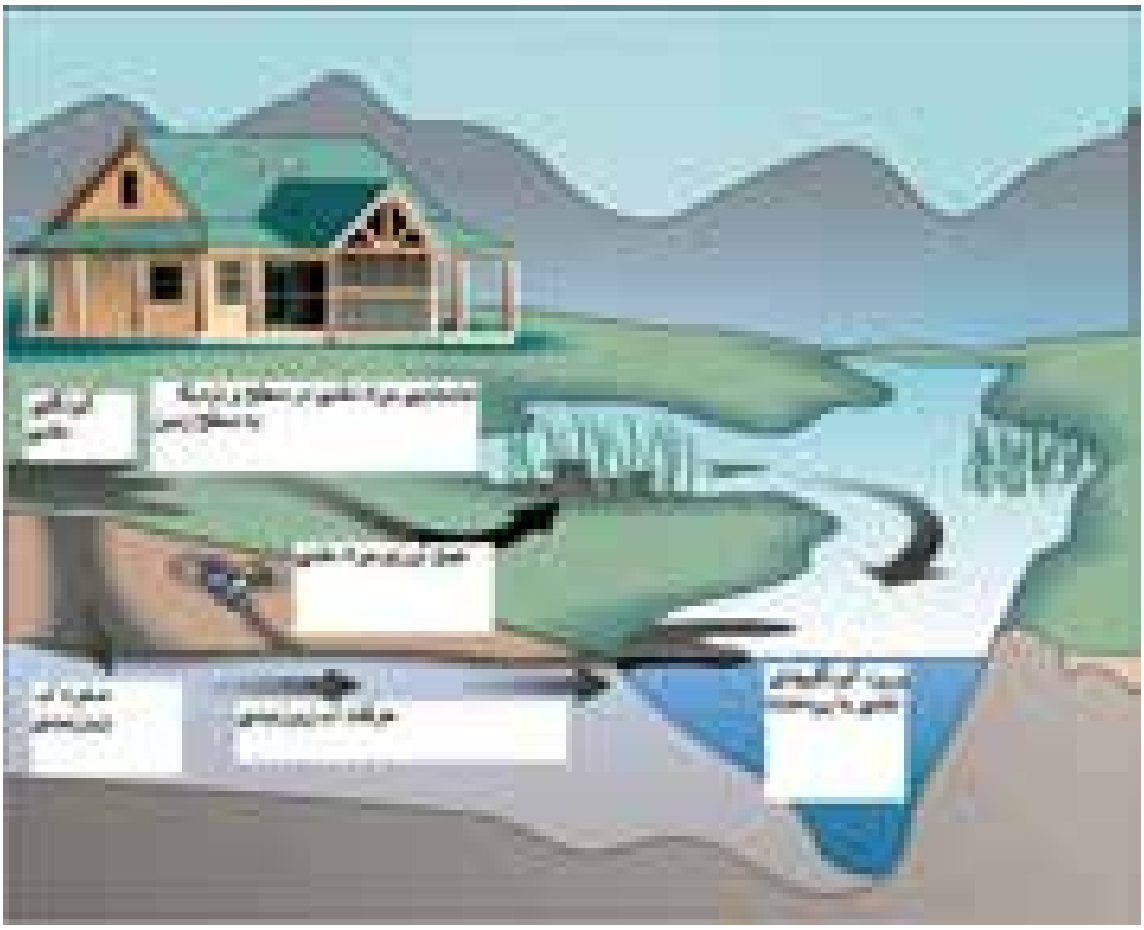
همانطور که در شکل 32 نشان داده شده است، بدون توجه به منبع ریزش، نفت پس از آزاد شدن برروی سـطح زمـین تحت تاثیر نیروی جاذبه به سمت پایین حرکت می‌کند. گاهی اوقات، نشت آلودگی‌های نفتی برروی زمین بر اثر حفاری، خطوط لوله نفتی، مناطق عملیاتی اطراف تاسیسات و سطوح جاده اتفاق می‌افتد. این مناطق عمدتاً از موادی کـه میـزان نفوذ پذیری بالایی دارند، پوشیده شده‌اند.

نفت به حرکت در سمت لایه‌های زیرین تا رسیدن به لایه‌های غیر قابل نفوذ ادامه می‌دهد، گاهی اوقات بـا توجـه بـه خاصیت موئینگی، نفت به سمت لایه‌های بالایی زمین حرکت می‌کند و می‌تواند کیلومترها دورتر از محل وقوع آلودگی

---

[215] Slug

نفتی دوباره بر روی سطح زمین پدیدار شود، این اتفاق در زمان نشت نفت از لوله‌های نفتی که در بستر دریا قرار دارنـد، به وجود می‌آید.



شکل 31: جابجایی آب‌های زیرزمینی

زیستگاه[216]

با توجه به اینکه نفت و رفتار لکه نفتی با توجه به مناطق مختلف کـاملاً تفـاوت دارد. روش‌هـای بکـارگیری و بررسـی اولویت‌های اضطراری مقابله با آلودگی‌های نفتی با توجه به منطقه‌ای که در آن آلـودگی نفتـی اتفـاق مـی‌افتـد، کـاملاً متفاوت خواهد بود. پس از پاکسازی لکه نفتی، برگرداندن منطقه به حالت اولیه قبل از وقوع آلودگی نفتـی از مهمتـرین اولویت‌ها است، با توجه به پوشش‌های گیاهی نواحی مختلف و نوع خاک، نفوذ نفت به لایه‌های مختلف زمین متفـاوت خواهد بود. مدت زمان لازم برای بازگشت پوشش گیاهی به منطقه در جدول 16 نشان داده شده است.

نفت باقیمانده در بعضی از مناطق ممکن است برای چندین سال یا در حدود یک دهه باقی بماند. زمـان وقـوع آلـودگی نفتی در مناطق شهری، حفظ سلامتی و ایمنی انسان و بازگرداندن وضعیت موجود به حالت اولیه در اولویت قرار دارد. محیط زیست شهری، اکوسیستم‌های مختلفی را شامل می‌شود که شامل پوشش طبیعی جنگلی تا پارکینگ‌ها و توقفگاه ماشین‌ها است. در صورت بروز آلودگی‌های نفتی در هریک از این مکان‌ها به نحو خاصی باید با آن‌ها مقابله کرد.

[216] Habitat

حاشیه‌های جاده از جمله مناطق شهری هستند، که بررسی و بازگرداندن این مناطق به حالت اولیه قبل از وقوع آلودگی نفتی در اولویت قرار دارد.

جدول 16- سرعت زمان بازگشت محیط به حالت اولیه در زیستگاه‌های مختلف

زیستگاه	مدت زمان بازگشت به حالت اولیه بدون انجام عملیات پاکسازی (سال)	مدت زمان بازگشت به حالت اولیه با کمترین مقدار پاکسازی (سال)	مدت زمان بازگشت به حالت اولیه با بیشترین مقدار پاکسازی (سال)
شهری	۱ تا ۵	1	<1
جاده	۱ تا ۵	1	<1
زمین کشاورزی	2 تا 10	۱ تا 3	2 تا 10
علفزار خشک	۱ تا ۵	۱ تا 2	1
جنگل	2 تا 20	2 تا ۵	۱ تا 3
زمین مرطوب	۵ تا 30	3 تا 20	2 تا 10
تایگا	3 تا 20	2 تا 10	2 تا 8
توندرا	3 تا 10	2 تا 8	۱ تا ۵

لکه‌های نفتی در زیستگاه‌های مختلف

- روش‌های پیشگیری و اولویت‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی با توجه به زیستگاه‌های مختلف کاملاً متفاوت خواهد بود.
- تالاب‌ها از جمله زیستگاه‌هایی هستند که در برابر آلودگی‌های نفتی و بی نظمی‌های فیزیکی بسیار حساس هستند.
- پس از پاکسازی لکه نفتی، بازگرداندن مناطق شهری، حاشیه جاده‌ها، زمین‌های کشاورزی و مراتع به حالت اولیه از مهمترین اولویت‌ها است.
- در زیستگاه‌های حساس مانند مناطق جنگلی، تایگا و توندرا از بین بردن نفت اضافی در اولین فرصت ممکن و در سریعترین زمان بدون آسیب رساندن به منطقه از مهمترین اولویت‌ها است.

روش‌های پاکسازی لکه‌های نفتی بر روی سطح زمین

زمانی که آلودگی‌های نفتی بر روی سطح زمین اتفاق می‌افتد، عملیات پاکسازی باید در اولین فرصت ممکن صورت بگیرد. محدود کردن آلودگی نفتی در جهت جلوگیری از گسترش آن و از بین بردن منبع آلودگی در جهت جلوگیری از آلودگی‌های بیشتر بسیار اهمیت دارد. جلوگیری از نفوذ آلودگی‌های نفتی به منابع زیرزمینی که باعث

آلوده کردن آب‌های زیرزمینی خواهند شدبسیار اهمیت دارد. سدهای زمینی[217] می‌توانند از پراکندگی آلودگی‌های نفتی بر روی زمین جلوگیری کنند.

در خصوص جمع‌آوری و محدود کردن آلودگی‌های نفتی بر روی زمین باید از تجمع و نفوذ آلودگی‌های نفتی برروی زمین اطمینان حاصل شود. برای جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی از روی زمین، همچنین می‌توان از مواد جاذب استفاده کرد. منطقه آلوده شده، گاهی اوقات به وسیله جریان آب مورد شستشو قرار می‌گیرد، جریان آب باعث کاهش نفوذ و شناور شدن نفت بر روی سطح خواهد شد، اگر چه باید به این مسئله توجه کرد که استفاده از جریان آب باعث پراکندگی بیشتر و انحلال اجزای قابل حل نفت در خاک نشود. حفر کانالهای کم عمق یکی دیگر از روش‌های محدود کردن آلودگی‌های نفتی است، با استفاده از این روش نفت به صورت مستقیم در درون کانالها جمع‌آوری و یا سوزانده می‌شود، بعد از این مرحله می‌توان داخل کانالها را پر کرد.

روش‌های متفاوتی برای پاکسازی لکه‌های نفتی برروی زمین وجود دارد، روش پاکسازی، بستگی به زیست بومی که آلودگی نفتی در آن اتفاق می‌افتد، متفاوت خواهد بود. روش‌های متفاوتی که با توجه به زیستگاه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد در جدول 17 نشان داده شده است.

جدول 17- روش‌های پاکسازی آلودگی‌های نفتی بر روی سطح زمین

	جمع آوری زائدات نفتی	بازگشت به حالت اولیه	جمع آوری مواد نفتی به شکل دستی	جمع آوری مواد نفتی به شکل مکانیکی	تجزیه زیستی	سوزاندن در محل	روش‌های هیدرولیکی
شهر	√	+	√	+	+	◊	√
جاده	√	+	√	+	+	+	+
زمین کشاورزی	√	+	√	+	+	+	√
علفزار	√	+	√	+	+	+	+
جنگل	√	√	√	+	+	◊	√
زمین مرطوب	√	√	√	*	+	√	+
تایگا	√	√	√	*	+	+	+
توندرا	√	√	√	*	+	+	+

√- قابل قبول یا توصیه شده

+- تحت شرایط خاص توصیه می‌شود

*- نباید مورد استفاده قرار بگیرد

◊ به شکل موردی در بعضی از مناطق مورد قبول است.

[217] Berms or Dike

بازیابی طبیعی

گاهی اوقات، آلودگی‌های نفتی بر روی زمین باقی می‌مانند، تا خود به صورت طبیعی مورد بازیابی طبیعی قرار گیرند. این روش برای مناطق و زیستگاه‌های بسیار حساس مانند مرداب‌ها، تایگا و توندرا انجام می‌گیرد و زمانی که آلودگی‌های نفتی اضافی از روی زمین برداشته می‌شوند، این کار انجام می‌گیرد.

عکس 132: حجم زیادی ازآلودگی‌های نفتی را در این رودخانه نشان می‌دهد.

عکس 133: آلودگی‌های نفتی در پوشش‌های گیاهی در نواحی پست و کم ارتفاع در حدود 30 سال باقی خواهد ماند.

عکس 134: این منطقه در حدود 25 سال پیش، آلوده به مواد نفتی شده است و تا زمان گرفته شدن عکس، پوشش گیاهی در این منطقه جایگزین نشده است.

عکس 135: مواد نفتی به وسیله سیستم پمپاژ و خلاء جمع‌آوری می‌شوند.

در چنین شرایطی، مواد نفتی اضافی با استفاده از روش‌هایی که به منطقه آسیب وارد نشودویا از لحاظ فیزیکی به منطقه آسیب وارد نکند از روی زمین برداشته می‌شوند. عبور و مرورتوسط وسایل نقلیه در این مناطق بسیار دشوار و مشکل است.

در زیستگاه‌هایی مانند مرداب‌ها و مناطق تایگا، بدلیل اینکه تکثیر از طریق ریشه گیاهان صورت می‌گیرد، در صورتی که پاکسازی منطقه به روش مکانیکی صورت گیرد، امکان خسارت زیاد به منطقه نسبت به زمانی که پاکسازی به روش خودبخودی صورت می‌گیرد، وجود دارد.

روش‌های جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی

در صورت تجمع آلودگی‌های نفتی بر روی زمین، امکان نفوذ آن در زمین و خاک وجود خواهد داشت و این مسئله باعث آلوده شدن آب‌های زیرزمینی و از بین رفتن پوشش گیاهی منطقه خواهد شد. استفاده از مکش، پمپاژ و خلاء واسکیمرهای مخصوص و جاذب‌ها به صورت طبیعی و مصنوعی می‌تواند آلودگی‌های نفتی باقیمانده و اضافی بر روی زمین را پاکسازی نماید. استفاده از جاذب‌ها در داخل رودخانه‌ها و مناطق کم عمق قابلیت خوبی خواهد داشت. استفاده از مواد جاذب به دلیل جمع‌آوری مواد جاذب آلوده و از بین بردن این مواد کار بسیار مشکلی خواهد بود.

استفاده از جاذب‌ها، بهترین روش برای از بین بردن مقادیر پایانی نفت به جامانده در منطقه آلوده است، این عملیات باعث رویش مجدد گیاهان و حاصلخیزی منطقه خواهد شد.

پاکسازی دستی

در پاکسازی دستی، آلودگی‌های نفتی معمولاً از بیل مکانیکی و دیگر ابزار و ماشین آلات کشاورزی استفاده می‌شود. این نوع از پاکسازی آلودگی‌های نفتی نیاز به نیروی انسانی زیاد خواهد داشت و باعث صدمات جدی بر سطوح و به خصوص محیط حساس می‌شود.

تجهیزات جمع‌آوری مکانیکی

تجهیزات جمع‌آوری مکانیکی مثل ماشین خاک برداری، اسکراپرها[218] و لودرها می‌توانند، اثرات طولانی مدت جدی بر محیط زیست حساس بگذارند. این تجهیزات برای استفاده در فضاهای شهری، جاده‌ها و در صورت امکان در مکان‌های کشاورزی مورد استفاده هستند. جابجایی مقدار زیادی از خاک به طور انتخاب نشده باعث به وجود آمدن مقادیر زیادی از خاک‌های آلوده خواهد شد. خاک‌های آلوده باید دوباره مورد پاکسازی و شستشو قرار بگیرند، قبل از اینکه در مکان‌های مناسب دفن شود. این مسئله باعث صرف هزینه زیادی خواهد شد.

روش‌های دیگر پاکسازی آلودگی‌های نفتی

از دیگر روش‌های پاکسازی آلودگی‌های نفتی بر روی زمین استفاده از تجزیه زیستی است. با استفاده از این روش بخشی از آلودگی‌های نفتی تجزیه می‌شود و سرعت تجزیه شدن آلودگی‌های نفتی گاهی اوقات با بکارگیری کودهای شیمیایی تا ده برابر افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال در یک مطالعه آلودگی نفتی در منطقه تونـدرا با

---

[۲۱۸] Scraper

بکارگیری کودهای فسفاته درآن منطقه سرعت تجزیه خوبی از خود نشان داد. افزودن مواد به خاک بر اساس محاسبه به نسبت کربن به نیتروژن به فسفرP: N: C در حدود 100: 1: 1 می‌باشد، عصر کربن نشان دهنده میزان کربن موجود در نفت و نیتروژن و فسفر است و میزان تجزیه نفت بر اساس ترکیب نفت متفاوت خواهد بود.

پاکسازی آلودگی‌های نفتی در زیرزمین

پاکسازی آلودگی‌های نفتی در بخش‌های زیرین زمین نسبت به آلودگی‌های نفتی بر روی سطح، پیچیده‌تر و گرانتر خواهد بود.

در آلودگی‌های نفتی در زیر زمین، امکان آلوده شدن آب‌های زیرزمینی امکان بیشتری دارد. تعیین موقعیت آلودگی‌های نفتی در زیر زمین بدون شناخت منطقه از لحاظ زمین شناسی کار بسیار مشکلی خواهد بود.

در مرحله اول، ابتدا باید حرکت آلودگی‌های نفتی در زیر زمین محدود و یا متوقف شود. اجرایی کردن روش‌های محدود کردن آلودگی‌های نفتی کار بسیار مشکلی است و باعث ایجاد صدمه به زمین آن منطقه خواهد شد.

حفر گودال‌های نگه دارنده[219]، در پخش آلودگی‌های نفتی به صورت افقی بسیار موثر خواهد بود. چنین گودال‌هایی پس از انجام عملیات پاکسازی به منظور ذخیره سازی مواد زهکشی، پر می‌شوند.

روش دیگر استفاده از دیواره‌هایی[220] برای جلوگیری از پخش شدن آلودگی‌های نفتی است. چنین دیواره‌هایی به اسم دیواره‌های دوغابی هستند، که متشکل از خاک رس و یا مخلوط سیمان هستند و نفت را در خود نگه داشته و یا آن را به شکل جامد در می‌آورند.

ورقه‌های فولاد و یا بتون نیز برای نگه داشتن آلودگی‌های نفتی به کار می‌روند. زمانی که آلودگی‌های نفتی درزیر زمین محدود شد، از روش‌های دیگر پاکسازی آلودگی‌های نفتی می‌توان استفاده کرد.

روش‌هایی که برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، بستگی به نوع آلودگی نفتی و نوع زمین منطقه‌ای است که آلودگی نفتی در آن نشت کرده است که در جدول 18 مشخص شده است.

استفاده از روش‌های هیدرولیکی[221]برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی در زیرزمین شامل روش‌های سیلابی[222]، سرازیر شدن[223]، چاه[224]وزهکشی به صورت سنگچین[225]است. روش‌های ذکر شده در مورد خاک‌های غیر قابل نفوذ و نفت‌هایی با میزان چسبندگی کم کارایی خواهند داشت و زائدات باقیمانده بر روی سطح خاک با توجه به نوع زمین باقی می‌مانند.

در روش سیلابی از جریان آب به منظور معلق کردن آلودگی نفتی در زمانی که جذب خاک نشده است ویا زمانی که نفت به صورت تصادفی به نقاط دیگر حرکت کرده باشد، استفاده می‌شود.

---

۲۱۹ Interceptor trench
۲۲۰ Wall
۲۲۱ Hydraulic Measures
۲۲۲ Flooding
۲۲۳ Flushing
۲۲٤ Sump
۲۲٥ French drain

در روش سرازیر شدن از آب برای جاری کردن مواد نفتی به چاه، چاه بازیابی و گودال‌های نگه دارنده استفاده می‌شود.

قرار گرفتن گودال و یا حفره‌های عمیق تنها در مورد سوخت‌های سبک در خاک‌های نفوذ پذیر در بالای سطح خاک‌های غیر قابل نفوذ مورد استفاده است.

زهکشی به صورت سنگچین تشکیل شده، از گودالی که با سنگ پر شده و با خاک پوشیده می‌شودو در زیر آلودگی قرار می‌گیرد که ازآن نقطه آلودگی‌های نفتی و آب پمپاژمی شود. این روش در خاک‌های نفوذ پذیر قابل استفاده است و نصب و استفاده از این روش گران است.

گودال‌های نگه دارنده، به صورت شیب دار نسبت به آلودگی‌های نفتی حفر می‌شوند، این گودال‌ها در بخش زیرین آب‌های زیرزمینی قرار می‌گیرند و باعث حرکت مواد نفتی به بخش بالای آب‌های زیر زمینی و حرکت آن به سمت گودال‌های نگه دارنده خواهندشد. برای اطمینان از ادامه پیدا کردن جریان، آب و مواد نفتی از داخل گودال جمع‌آوری می‌شوند. استفاده از روش گودال‌های نگه دارنده، زمانی کارایی لازم را خواهند داشت که آب‌های زیرزمینی به سطح زمین نزدیک بوده و خاک بالای سطح آب‌های زیرزمینی قابل نفوذ باشد. روش ایجاد منافذ در خاک[226] به منظور جداسازی بخارات از خاک‌های نفوذ پذیر در بالای سطح آلودگی‌های نفتی است. این روش برای بنزین در آب و هوای گرم و برای بخشی از ترکیبات سبک نفت خام کارایی خواهد داشت. این روش برای مواد نفتی که برای تبخیر شدن به اندازه کافی سبک نیستند در زمانی که مواد خودشان دارای فشار بخار باشند، عملیات تهویه را دچار اختلال خواهد کرد و درزمانی که جریان هوا در بین منافذ خاک نفوذ نماید و از پمپ خلاء استفاده شود، عملیات تهویه فعال خواهدشد.

همچنین بخارات مربوط به مواد سوختی از منطقه عملیات به منظور جلوگیری ازآلودگی هوای منطقه پاکسازی خواهد شد.

جدول 18- روش‌های جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی در زیر سطح زمین

نوع ماده نفتی در نوع خاک	روش هیدرولیکی	گودال‌های نگه دارنده	ایجاد منافذ در خاک	گودبرداری در خاک	چاه جمع‌آوری
بنزین در شن و یا خاک‌های کشاورزی	√	+	√	+	+
بنزین در مخلوط خاک رس و شن و یا خاک رس	+	+	◊	+	√
سوخت دیزل در شن و یا مخلوط خاک کشاورزی	√	+	◊	+	+
سوخت دیزل در مخلوط خاک رس وشن و یا خاک رس	√	+	◊	+	√

[226] Soil Venting

نفت خام سبک در خاک کشاورزی	√	+	+	+	+
نفت خام در مخلوط خاک رس و شن و یا خاک رس	+	+	◊	+	+
نفت خام سنگین در ماسه و یا مخلوط خاک کشاورزی	+	+	◊	+	◊
نفت خام سنگین در مخلوط خاک رس و شن و یا خاک رس	+	+	◊	+	◊

√- قابل قبول یا توصیه شده

+- تحت شرایط خاص توصیه می‌شود

◊ به شکل موردی در بعضی از مناطق مورد قبول است.

عکس 136: **چاه جمع‌آوری (Intercepto Trench) برای جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی در آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود.**

ایجاد منافذ در خاک، همچنین باعث افزایش میزان تجزیه زیستی خواهد شد. حفاری یکی از روش‌های متداول برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی در زیرزمین، به ویژه در مناطق شهری که ایمنی انسان از موضوعات مطرح است، می‌باشد.

بخارات ناشی از بنزین می‌تواند در لایه‌های زمین حرکت کرده و باعث انفجارو آتش‌سوزی گردد. به منظور جلوگیری از نفوذ این بخارات، خاک‌های آلوده منطقه باید به سرعت حفاری گردد و خاک‌های آلوده مورد بسته بندی قرار گرفته و برای دفن در مناطق ویژه اینگونه زائدات آماده گردند.

استفاده از روش حفاری همیشه امکانپذیر نیست و استفاده از این روش بستگی به روش‌های رایج در منطقه خواهد داشت.

چاه‌های جمع آوری[227]، معمولاً در پاکسازی آلودگی‌های نفتی در زیرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرند. چاه جمع آوری، هم سطح عمق آب، حفر می‌شود و بنابراین جریان مواد نفتی به سمت چاه جمع‌آوری هدایت می‌شود.

گاهی اوقات میزان سطح آب پایین‌تر است، که به وسیله پمپاژ، میزان جمع‌آوری نفت و منطقه تحت پوشش افزایش پیدا می‌کند. مواد نفتی از روی سطح آب به وسیله پمپاژ و یا اسکیمرهای ویژه جمع‌آوری می‌شوند.

یکی از روش‌های دیگر که همیشه پیشنهاد می‌شود و یا برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی در زیرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از روش تجزیه زیستی در محل است و کارایی این روش بستگی به میزان اکسیژن موجود در خاک و میزان تجزیه پذیری ماده نفتی دارد.

استفاده ازروش ایجاد منافذ در خاک به مشکل کاهش اکسیژن کمک خواهد کرد، اگر چه استفاده از روش تجزیه زیستی، روش سریعی برای پاکسازی نخواهد بود.

استفاده از مواد شیمیایی نیز برای پاکسازی لکه‌های نفتی در زیر زمین مود توجه هستند، اگر چه استفاده از این مواد ایجاد مشکل خواهد کرد، به عنوان مثال مواد فعال سطحی[228] می‌توانند باعث جداسازی نفت از خاک شوند، اما انتقال این مواد جداشدنی از سطح خاک باعث ورود آن‌ها به آب‌های زیرزمینی خواهد شد. استفاده از مواد فعال شیمیایی نیاز به تائیدیه‌های لازم از سازمان‌های ذیربط دارد.

در صورتی که آب‌های زیرزمینی آلوده شوند، این آب‌ها به سطح زمین پمپاژ می‌شوندو مواد حل شده در آن تصفیه می‌شود.

از جمله روش‌های متداول برای تصفیه این آب‌ها، استفاده از روش اسمز معکوس و فیلتراسیون کربنی است.

تصفیه آب‌های زیرزمینی کار بسیار گرانی است و به طور معمول برای آب‌های که میزان حد استاندارد پایینی نسبت به حد قابل قبول استاندارد آب دارند، کار زمانبری خواهد بود.

---

۲۲۷ Recovery Well

۲۲۸ Surfactant

فصل سیزدهم: اثرات آلودگی‌های نفتی بر محیط زیست

آلودگی‌های نفتی، دارای اثرات نامطلوب بسیار زیادی بر روی محیط زیست هستند. پرندگان آلوده به مواد نفتی یکی از متداول و شناخته شده‌ترین نتایج پس از وقوع آلودگی‌های نفتی هستند.

همچنین مواد نفتی دارای اثرات بسیار زیادی بر روی فیتو پلانکتون‌ها[229] و دیگر موجودات ذره بینی هستند. اثرات آلودگی‌های نفتی بر روی موجودات زنده بسیار متفاوت و تحت تاثیر عوامل مختلف خواهد بود. این فصل به بررسی اثرات نامطلوب آلودگی‌های نفتی در محیط زیست می‌پردازد.

اثرات بیولوژیکی

قبل از پرداختن به اثرات واقعی آلودگی‌های نفتی بر موجودات مختلف ازجمله پرندگان و ماهی‌ها به نوع اثرات آلودگی‌های نفتی بر این موجودات پرداخته خواهد شد. اثرات سمی به دو صورت حاد[230] و مزمن[231] با توجه به میزان نفوذ مواد سمی در بدن موجودات زنده خود را نشان می‌دهند. اثرات حاد بدین معنی است، که اثرات سمی در مدت زمان کوتاه در طول زندگی[232] موجود زنده خود را نشان می‌دهد. به عنوان مثال اثرات حاد در طول دوره چهار روزه خود را نشان می‌دهد. اثرات مزمن در طول مدت زمان طولانی‌تر خود را نشان می‌دهد، که معمولاً حدود 10 درصد یا مدت زمان بیشتری ازدوره عمر موجود زنده، خود را نشان می‌دهد. گاهی اوقات مدت زمان زیادی برای بروز اثرات سمی مربوط به مواد طول خواهد کشید. اثرات مزمن از جمله اثرات مداوم و طولانی قرارگیری در برابر مواد سمی و خطرناک است، که شامل تغییرات در سوخت و ساز[233]، رشد، تولید مثل و توانایی بقا و زنده ماندن در شرایط سخت است. اثرات مواد سمی بر موجودات زنده می‌تواند دارای اثرات کشندگی و یا از اثرات پایین‌تری برخوردار باشند.

متوسط زمان کشندگی، زمانی است که طی آن 50 درصد نمونه‌های در معرض تماس با ماده سمی می‌میرند و به صورت $lc50$[234] نمایش داده می‌شوند.

به عنوان مثال اثرات آلودگی نفتی بر روی دافنی ماگنا[235] نوعی کک آبی[236]، نشان می‌دهد که مقدار 5 تا 40 میلی گرم در لیتر[237] ازآلودگی نفتی در مدت زمان 24 ساعت، باعث از بین رفتن موجود می‌شود و حالت کشنده دارد. واحد میلی گرم در لیتر تقریباً برابر با قسمت در هزار، ppm[238] است.

---

[۲۲۹] Phytoplankton
[۲۳۰] Acute
[۲۳۱] Chronic
[۲۳۲] Life Span
[۲۳۳] Metabolism
[۲۳٤] Lethal Concentration
[۲۳٥] Daphnia Magna
[۲۳٦] Water Flea
[۲۳۷] The unit of milligrams litre(mg/l)
[۲۳۸] part-per-million

عکس 137: **پرندگانی که مانند شکل فوق آلوده به مواد نفتی هستند، شانس کمی برای زنده ماندن دارند.**

در آزمایش‌های سم شناسی، می‌توان پاسخ موجود زنده را به غلظت‌های بسیار کمتر از غلظت کشنده شناسایی و ارزیابی کرد. پاسخ‌های تحت دوز کشنده [239] بسیار متنوعند، اما ممکن است شامل انواع فشارهای فیزیولوژیک، تومورها یا اختلالات پیش رونده که منجر به مرگ زود هنگام می‌گردد، باشند. به عنوان مثال غلظت 2ppm مواد نفتی باعث گیجی و بیهوشی در دافنی ماگنا در طول مدت زمان 48 ساعت خواهد شد. آلودگی‌های نفتی بر زندگی موجودات زنده

[۲۳۹] Sublethal

به روش‌های مختلف تاثیر گذار خواهند بود به عنوان مثال آلودگی‌های نفتی باعث تغییر در تولید مثل، تغذیه، تغییرات در رفتار موجودات و تخریب زیستگاه‌های حیوانات و جانداران خواهد شد. آلودگی‌های نفتی در جانوران و پرندگان باعث تغییراتی در رفتار این موجودات خواهد شدکه این مواد شامل کوتاهی در نگهداری آشیانه، کاهش تولید تخم و کاهش زاد و ولد در پرندگان خواهدشد.

شد. همچنین رفتارهای غذایی نیز تغییر پیدا خواهد کرد، فک‌ها[240]، گاهی اوقات به آلودگی‌های نفتی با نخوردن غذا واکنش می‌دهند. ازبین رفتن زیستگاه‌ها، به دلیل وجود آلودگی‌های نفتی باعث ازبین رفتن و نابود شدن و گرسنگی فک‌ها خواهد شد.

در نهایت آلودگی باعث به وجود آمدن خطراتی برای ماهیان و صدف‌ها خواهد شد. آلودگی‌های نفتی زمانی که موجودات زنده در غلظت کافی از هیدروکربن قرار دارند، باعث تغییر طعم و مزه گوشت آبزیان خواهد شد و این طعم استفاده مواد برای انسان را غیر ممکن خواهد ساخت.

که این مسئله حتی تا یکسال بعد از وقوع آلودگی نفتی هم ممکن است اتفاق بیافتد. بعد از وقوع آلودگی نفتی در یک منطقه، گونه‌های غذایی در آن منطقه مورد آزمایشات شیمیایی و طعم قرار می‌گیرند و آن مناطق مدتها برای جلوگیری از انتشار آلودگی برای ماهیگیری تجاری، بسته و محدود خواهند شد. آلودگی‌ها از راههای مختلفی می‌توانند وارد بدن موجودات زنده شوند که شامل تماس فیزیکی، هضم[241]وجذب از طریق زنجیره غذایی می‌باشد.

حیوانات ویا پرندگان می‌توانند در تماس با آلودگی‌های نفتی در سطح آب، خطوط ساحلی و یا خشکی قرار بگیرند و گاهی اوقات مواد نفتی به طور مستقیم توسط جاندار بلعیده می‌شود.

عمل بلعیدن آلودگی‌های نفتی به طور مستقیم زمانی اتفاق می‌افتد که پرنده به شکل تصادفی مواد نفتی را به عنوان مواد غذایی مورد مصرف قرار می‌دهد و یا مواد نفتی را از روی پر و بال خود تمیز می‌کند. جذب مواد فرار در ماده نفتی از دیگر موارد متداول قرار گیری در برابر مواد نفتی است که در مورد موجودات ساکن و یا گیاهان اتفاق می‌افتد، همچنین آلوده شدن به وسیله مواد فرار به وسیله پرندگان اتفاق می‌افتد.

نفت خام تازه، حاوی مواد فرار، تولوئن و بنزن است که از طریق پوست و غشاء گیاهان جذب می‌شوند. این مواد برای موجودات، بسیار سمی و خطرناک هستند. بعد از وقوع آلودگی نفتی موجودات زنده می‌توانند در معرض آلودگی نفتی قرار بگیرندکه از طریق چرخه غذایی منتقل می‌شود.

تجمع زیستی[242]، تجمع مواد سمی دربافت بدن موجودات زنده است که معمولاً با سوخت و ساز آن در بدن موجود زنده به وجود می‌آید.

---

[240] Seal
[241] Ingestion
[242] Bioaccumulaton

اثرات آلودگی‌های نفتی بر گیاهان و جانوران منطقه[243]، به عوامل بسیاری همچون میـزان حساسـیت موجـود زنـده بـه آلودگی نفتی، پتانسیل جمع‌آوری آلودگی نفتی در منطقه، تمایل برای دوری از آلودگی نفتی، توانایی احیاء وتر میم مجدد و مرحله‌ای از زندگی که موجود زنده در آن مرحله از زندگی قرار دارد، بستگی خواهد داشت.

حساسیت، میزان آمادگی و توانایی موجود زنده در مقابله با مواد نفتی و اثرات آن را نشان می‌دهد، که این عوامل بستگی به گونه، فصل و شرایط آب و هوایی دارد. نقشه حساسیت منطقه که در اختیار کارکنان بخش مقابله بـا آلـودگی اسـت، میزان حساسیت گونه‌های موجود در منطقه نسبت به آلودگی‌های نفتی را نشـان مـی‌دهـد. پتانسـیل احیـاء مجـدد [244]، بستگی به میزان توانایی موجودات زنده برای بازگشت به حالت اولیه، یعنی زمان قبل از وقوع آلودگی نفتی دارد.

بازگشت به حالت اولیه از چند روز تا یک سال زمان خواهد برد، به عنوان مثال اکوسیستم‌های نواحی صخره‌ای می‌توانند در مدت چندین ماه از آلودگی‌های نفتی پاکسازی شوند. دوری از آلودگی‌های نفتی یکی دیگر از واکنش‌های موجـودات زنده به آلودگی‌های نفتی است. بعضی از گونه‌های از جمله ماهی، فک و دلفین‌ها ازلکه‌های نفتی که بر روی سطح آب هستند دوری می‌کنند و به نقاطی که آلودگی‌های نفتی وجود ندارد، حرکت می‌کنند.

بعضی از پرندگان به دلیل خطای دید به سمت لکه‌های نفتی جذب می‌شوند کـه تحقیقـات در ایـن زمینـه ادامـه دارد. ازدیگر مسائلی که درگیر با وقوع آلودگی نفتی است، توان بازگشت منطقه به حالت اولیه، موجودات، پرندگان، سمور آبی، فک و دیگر موجودات به حالت اولیه است.

بازگشت به حالت طبیعی برای بسیاری از گیاهان و موجودات بسیار سخت و غیر ممکن است و در نهایـت اثـرات مـواد نفتی به سن موجودات زنده بستگی دارد. به عنوان مثال گونه‌های جوان تر، میزان حساسیت بیشتری نسبت به گونه‌های مسن‌تر از خود نشان می‌دهند و فک‌ها زمانی که موهای آن‌ها ریخته است، نسبت به آلودگی‌های نفتی بسـیار حسـاس هستند.

محل زندگی موجودات آبزی

دریا شامل دسته وسیعی از اکوسیستم، گونه و زیستگاه‌های مختلف است. زمانی که اثرات آلودگی‌های نفتـی در دریـا را بررسی می‌کنیم، باید اثرات مربوط به آن در رابطه با ماهی‌ها، پلانکتون، موجودات کف زی، بی مهرگـان، جـانوران بـی تحرک[245]، پستانداران دریایی، جانداران ساحلی و بین جزر ومدی، گیاهان دریایی و اکوسیستم‌های خاص پرداخته شود.

کلیه گیاهان و جانورانی که در آب شیرین [246] زندگی می‌کنند، واکنش یکسانی نسبت بـه آلـودگی‌هـای نفتـی در برابـر گیاهان و جانورانی که در آب شور زندگی می‌کنند، از خود نشان می‌دهند. اگر چـه مطالعـات کمتـری در ایـن زمینـه در آب‌های شیرین صورت گرفته است ولی میزان حلالیت نفت در آب‌های شیرین کمتراست و این مسئله با توجه به عمق کم آب‌های شیرین نسبت به آب‌های آزاد جبران خواهد شد.

---

[۲۴۳] Flora And Fauna
[۲۴۴] Recovery
[۲۴۵] Epontic Organism
[۲۴۶] Fresh Water

آلودگی‌های نفتی در باتلاق‌ها و آبگیرها به دلیل عمق کم ستون آب، خاصیت سمی و کشندگی بیشتری دارند. سرعت جریان بالای آب در بسیاری از رودخانه‌ها باعث رقیق شدن سریع و کاهش غلظت هیدروکربن‌های نفتی در این آب‌ها خواهد شد.

عکس 138: آلودگی‌های نفتی می‌تواند بر موجودات زنده به عنوان مثال (Periwinkle) اثرگذار باشد.

ماهی‌ها

اثرات آلودگی‌های نفتی بر ماهی‌ها از دو جنبه محیط زیستی و اقتصادی به دلیل اینکه ماهی‌ها یکی از منابع مهم غذایی هستند، مورد توجه قرار می‌گیرد.

هر دو دسته از ماهی‌های پلاژیک[247] و ماهی‌های کف زی[248] در خطر قرارگیری در برابر هیدروکربن‌های آروماتیک نفتی در ستون آب هستند. میزان سمیت هیدروکربن‌های آروماتیک نمونه‌های نفتی با توجه به گونه‌های مختلف نفتی در داخل ستون آب متفاوت است، گرچه در دریاهای آزاد به دلیل سرعت جریان بالا میزان غلظت کاهش پیدا می‌کند و آلودگی‌های نفتی در خلیجها، خورها و مناطق نزدیک به ریزش آلودگی‌های نفتی از غلظت بالایی برخوردار هستند. با توجه به اینکه غلظت بالای مواد نفتی در بسیاری از موارد منجر به مرگ و میر تعداد زیادی از آبزیان خواهد شد، ماهیان در برابر آلودگی‌های نفتی تحت تاثیر غلظت‌های تحت کشنده بسیار حساس هستند.

---

[247] Pelagic(mid-water)
[248] Bottom Dwelling

غلظت بعضی از مواد هیدرو کربنی که خاصیت سمی و کشنده برای بعضی از گونه‌های دریایی در آب شور و شیرین دارند در جدول شماره 19 فهرست شده است.

عکس 139: **(عکس بالا) و (عکس پایین) نشان دهنده این مطلب است که گاهی اوقات حیات وحش درگیر عملیات مقابله با آلودگی نفتی می‌شوند.**

عکس 139 **و عکس** 140، **نهنگ belug)) را نشان می‌دهد که با بوم در حین عملیات مقابله با آلودگی نفتی بازی می‌کند.**

سن ماهی‌ها در میزان حساسیت آن‌ها به هیدروکربن‌های نفتی بسیار مهم است. ماهی‌هایی که دارای سن بیشتری هستند، دارای حساسیت کمتری نسبت به گونه‌های جوانتر هستند. به عنوان مثال آزمایشات نشان می‌دهد، گونه‌های ماهی‌های آب‌های آزاد با میزان سن پائین در حدود صد برابر نسبت به هیدروکربن‌های نفتی نسبت به گونه‌های دارای سن بیشتر، دارای حساسیت بالاتری هستند. همچنین تخم ماهیهای آزاد نسبت به هیدروکربن‌های نفتی در مقابل گونه‌های جوان در حدود 70 برابر حساسترهستند.

از دیگر عوامل موثر بر میزان سمیت هیدروکربن‌های نفتی میزان شوری، دمای آب، فراوانی مواد غذایی و سلامت عمومی گونه‌های موجود در آب است.

قرارگیری در برابر آلودگی‌های نفتی ممکن است موجب بروز بعضی از خطرات پاتولوژیکی و فیزیولوژیکی در ماهی‌ها شود. بعضی از این خطرات موقتی و زودگذر هستند و خطری برای بقای موجودات زنده به دنبال ندارند و بعضی از آن‌ها در میزان جذب مواد غذایی و رشد موجودات زنده اثر گذار خواهند بود، که در طولانی مدت باعث بروز خطراتی در سلامت موجودات زنده خواهد شد.

از جمله مشکلات در برابر قرارگیری آلودگی‌های نفتی می‌توان به اختلالات بینایی، تغییرات ساختاری در باله و کاهش وزن ماهی‌ها اشاره کرد.

در بعضی از شرایط کنترل شده آزمایشگاهی بعضی از گونه‌های ماهی از آلودگی‌های نفتی بر سطح و هیدروکربن‌های نفتی حل شده در آب دوری می‌کنند، ولی این رفتار در آب‌های آزاد مشاهده نمی‌شود. در نتیجه تنها دسته‌ای از ماهیان در صورت قرارگیری در برابر آلودگی‌های نفتی می‌توانند از آن فرار کنند. آلودگی‌های نفتی می‌تواند در رفتار تخم گذاری گونه‌ای از ماهی‌هایی که برای تخم ریزی از آب شور اقیانوس‌ها به آب‌های شیرین مهاجرت می‌کنند[249] که مثل ماهی آزاد، دوره زندگی بزرگسالی خود را در آب‌های شور می‌گذرانند و سپس برای تخم گذاری به آب‌های شیرین بر می‌گردد، اثر گذار باشد.

ماهی‌ها و دیگر موجودات آبزی تمایل دارند که هیدروکربن‌های نفتی را از دست بدهند و این مدت زمان از مدت قرار گیری ماهی در برابر غلظت زیاد و تحت کشنده هیدروکربن‌ها تا رسیدن به غلظت پائین در حدود یک سال به طول خواهد انجامید.

جدول 19- میزان سمیت ترکیبات قابل حل در آب، ترکیبات نفتی معمول

نوع ماده نفتی	ویژگی	گونه	نام متداول	Lc50 Mg/l	زمان ساعت
بنزین		Daphnia Magna Artemia	کک آبی	20تا 50	48
سوخت دیزل		Daphnia Magna Artemia	کک آبی	1 تا 7	48
نفت خام سبک	Alberta sweat	Daphnia Magna	کک آبی	6 تا 12	96

[249] Anadromous

			Artemia	Mixed Blend	
96	10	حلزون دو کفه‌ای	Daphnia Magna Fundulus	Arabian light	نفت خام متوسط
48	5 تا 8	کک آبی	Daphnia Magna Artemia	Arabian Heavy -IFO 180	نفت خام سنگین
96	2	کک آبی	Water Flea		بانکر C

LC50= اندازه‌گیری استاندارد سمیت که باعث کشتن نیمی از نمونه ی جمعیت حیوانات آزمایش شده از طریق قرار گرفتن در معرض استنشاق می‌شود. LC50بر حسب میکروگرم یا میلی گرم در لیتر یا قسمت در میلیون ppm)) اندازه‌گیری می‌شود.

ماهی‌های که نزدیک به سطح آب، کف دریاو یا نزدیک به خطوط ساحلی زندگی می‌کنند و یا گونه‌هایی که دارای لارو و یا تخم هستند، آسیب پذیری بیشتری نسبت به آلودگی‌های نفتی خواهند داشت.

عکس 141: یک ماهی مرده در نزدیک محل وقوع آلودگی نفتی را نشان می‌دهد

پلانکتون

پلانکتون‌ها، شامل گیاهان کوچک و موجوداتی هستند که در آب زندگی می‌کنند. پلانکتون‌ها شامل فیتو پلانکتون[250] و زئو پلانکتون‌ها[251] هستند. فیتو پلانکتون‌ها، گیاهان میکرو سکوپی هستند که شامل جلبک و دیاتومه‌ها هستند که در لایه‌های بالایی آب زندگی می‌کنند و زندگی آن‌ها بستگی به نور برای فتوسنتز دارد. زئو پلانکتون‌ها، موجودات میکروسکوپی هستند که از فیتو پلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند و پلانکتون‌ها از این لحاظ که بخش آخر چرخه غذایی را تشکیل می‌دهند، مهم هستند، به این طریق نفتی که توسط پلانکتون هضم و یا جذب شده وارد چرخه غذایی موجودات دیگر می‌شود و تا زمانی که مواد نفتی توسط ماهی و پستانداران دریایی دیگر هضم شود، این چرخه ادامه پیدا خواهد کرد.

پلانکتون‌ها و زئو پلانکتون‌ها به میزان هیدروکربن‌های نفتی موجود در آب حساسیت‌های مختلفی را نشان می‌دهند. پلانکتون‌ها نسبت به هیدروکربن‌های نفتی حساس هستند و با میزان غلظت کمی از مواد نفتی از بین خواهند رفت. پلانکتون‌ها می‌توانند مقادیر کم از هیدروکربن‌های نفتی را در خود نگه دارند. اثرات تحت دوز کشنده آلودگی‌های نفتی بر زئوپلانکتون‌ها باعث ایجاد بی حسی، کاهش تغذیه و ایجاد اختلال در پاسخ دهی طبیعی به نور در این موجودات خواهد شد.

بی مهرگان کف زی[252]

جانوران کف زی[253]، دسته‌ای از موجودات هستند که در کف دریا زندگی می‌کنند که شامل پلانکتون، ماهی و دیگر گونه‌ها است. بی‌مهرگان کف‌زی شامل جانوران دو کفه‌ای مانند صدفها[254]، کرمها[255]، سخت پوستان مثل خرچنگ[256]، میگو[257]، لابستر [258] و آمفیپادها[259] هستند.

بی مهرگان کف‌زی به دو دسته تقسیم می‌شوند، دسته اول که در زیر رسوبات زندگی می‌کنند[260] و دسته دوم که دربالای رسوبات زندگی می‌کنند[261]. گونه‌های متحرک شامل ستاره دریایی[262]، گاسترو پودها[263]، توتیای دریایی[264] و

---

[۲۵۰] Phytoplankton
[۲۵۱] Zooplankton
[۲۵۲] Benthic Invetebrates
[۲۵۳] Benthos
[۲۵۴] Calms
[۲۵۵] Polychate Worms
[۲۵۶] Crab
[۲۵۷] Shrimp
[۲۵۸] lobster
[۲۵۹] Amphipod
[۲۶۰] Benthic Infauna
[۲۶۱] Benthic Epifauna
[۲۶۲] Slowmoving Starfish
[۲۶۳] Gastropod
[۲۶۴] Sea Urchin

گونه‌های متحرک سریع که شامل آمفیپادها، ایزو پود[265] و بی‌مهرگان کوچک هستند که منبع غذایی مهمی برای ماهیان هستند.

انباشته شدن آلودگی‌های نفتی بر روی رسوبات باعث کشته شدن موجودات کف‌زی خواهد شد، که این عمل در اثر رسوب گذاری اتفاق خواهد افتاد. حرکت آهسته رسوبات به همراه نفت چسبیده به ذرات رسوب اتفاق می‌افتد. گاهی اوقات نفت برای رسوب کردن به اندازه کافی وزن دارد و به راحتی همراه رسوبات به سمت پایین حرکت می‌کند. غلظت بالای هیدروکربن‌های نفتی در ستون آب باعث کشته شدن اپی فونا[266] به خصوص در مناطق کم عمق و نزدیک ساحلی خواهد شد.

آلودگی‌های نفتی به شکل‌های مختلف، باعث تاثیرات بر زندگی بی‌مهرگان کف‌زی خواهد شد. موجودات در مرحله لاروی نسبت به موجودات بالغ نسبت به آلودگی‌های نفتی حساسیت بیشتری دارند. پرندگانی که پرهای آن‌ها در حال ریختن است و یا موجوداتی که از تحرک کمتری برخوردار هستند، نسبت به آلودگی‌های نفتی حساس‌تر هستند.

هیدروکربنهای تحت دوز کشنده باعث خفگی و یا باعث حالت شبه مرگ[267] در موجودات زنده خواهد شد که این مسئله بیشتر در بی‌مهرگان کف‌زی اتفاق می‌افتد. در سال 1996 میلادی، نشت سوخت دیزل در سواحل شرقی آمریکا که به صورت طبیعی در نزدیک سواحل آمریکا پراکنده شده، باعث مرگ میلیون‌ها لابستر که به سمت ساحل کشیده شده بودند، گردید. در این حادثه گونه‌های دیگر و موجودات کف‌زی نیز از بین رفتند.

ازدیگر موارد آلودگی‌های نفتی بر روی بی‌مهرگان کف‌زی می‌توان به تاثیرات بر روی رشد و ایجاد نقص در بخش‌هایی از بدن و ناهنجاری در رشد اندام‌ها و اختلالات تولید مثلی مانند بچه‌های کوچکتر و تخم‌های نابالغ، کاهش تغذیه و مشکلات دیگر اشاره کرد. بی‌مهرگان کف‌زی می‌توانند آلودگی‌های نفتی را از طریق استفاده از هیدروکربن‌های نفتی، تنفس در آب‌های آلوده و یا از طریق رسوبات جذب نمایند. اکثر بی‌مهرگان کف‌زی پس از قرار گرفتن در آب‌های تمیز می‌توانند آلودگی‌های نفتی را در داخل بدن خود پالایش نمایند. در محیط‌های که میزان آلودگی زیاد است سرعت پالایش، ممکن است، ماه‌ها به طول بیانجامد. موجوداتی که دارای تحرک کمتری هستند، خیلی سریع‌تر از سایر جانداران در خطر مواجهه با آلودگی‌های نفتی هستند و خیلی سریع از بین می‌روند. معمولاً تمام موجودات کف‌زی در برابر آلودگی‌های نفتی کوتاه مدت مواد نفتی قرار دارند.

موجودات زنده بی تحرک

موجودات زنده بی تحرک، گیاهان و موجوات میکروسکوپی هستند که در زیر یخ زندگی می‌کنند و بسیاری ازاین موجودات شبیه پلانکتون‌ها هستند و واکنش مشابهی مانند پلانکتون‌ها به آلودگی‌های نفتی نشان می‌دهند. این موجودات نسبت به پلانکتون‌ها حساستر هستند و باقی ماندن نفت به طور مستقیم در محل زندگی این موجودات باعث مرگ و از بین رفتن این موجودات خواهد شد.

---

[265] Isopod
[266] Epifauna
[267] Death like

و به دلیل اینکه نفت در زیر یخ ماه‌ها و یا سال‌ها باقی می‌ماند، تشکیل مجدد این گروه از موجودات در زیر آب بسیار کند و آهسته خواهد بود و این شرایط بستگی به خصوصیات جغرافیایی منطقه خواهد داشت. محدودیت اصلی در رشد این موجودات کمبود امکان زندگی در زیر یخ و نبود نور کافی و سطح دمای پائین است به همین دلیل موجودات زنده از بین رفته و به آسانی جایگزین نخواهند شد.

پستانداران دریایی

میزان تاثیر آلودگی‌های نفتی برروی پستانداران دریایی به گونه‌های مختلف بستگی خواهد داشت، فک[268]، شیر دریایی[269]، فیل دریایی[270]، وال‌ها[271]، دلفین‌ها[272]وخوک ماهی [273] در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند و همچنین اثر این مواد بر روی خرسهای قطبی و سمور آبی، اگر چه این دو گونه جز پستانداران دریایی نیستند ولی این موجودات بیشتر اوقات خود را در کنار آب سپری می‌نمایند. جانورانی همچون فک‌ها، شیرهای دریایی، فیل دریایی از جمله حیواناتی هستند که در هنگام وقوع آلودگی‌های نفتی در اذهان مردم هستند.

به دلیل اینکه این حیوانات در خطوط ساحلی جزایر کوچک، صخره‌ها و سواحل پرت و دور افتاده زندگی می‌کنند در برابر آلودگی‌های نفتی بسیار حساس هستند. آلودگی‌های نفتی در سطح بالا باعث مرگ و از بین رفتن فوک‌های جوان خواهد شد. نفت گاهی اوقات به وسیله فوک‌های ماده بلعیده می‌شود و این حیوانات نمی‌توانند به بچه‌های خود غذا بدهند. در سواحل جنوبی آمریکا، زمانی که آلودگی نفتی به وقوع پیوست باعث مرگ در حدود 10000 بچه فوک شد و گونه‌های بالغ از این آلودگی جان سالم به در بردند.

---

[۲۶۸] Seal
[۲۶۹] Sea Lion
[۲۷۰] Walruses
[۲۷۱] Whales
[۲۷۲] Dolphins
[۲۷۳] Propoises

عکس 142: این عکس، یک سمور آبی را نشان می‌دهد که در بین آلودگی‌های نفتی قـرار گرفتـه است.

عکس 143: آلودگی‌های نفتی که بر روی صخره‌ها ته‌نشین شده است و بسیاری از فوک‌های‌هـای دریایی که به این نواحی از ساحل می‌آیند، تحت تاثیر آلودگی‌های نفتی قرار می‌گیرند و بسیاری از فوک‌های جوان، جان خود را بر اثر آلودگی‌های نفتی از دست می‌دهند.

مقادیر زیاد از آلودگی‌های نفتی باعث مرگ فوک‌های بالغ، شیرهای دریایی و فیل دریایی خواهد شد. قرار گرفتن در برابر آلودگی‌های نفتی در گونه‌های جوان و بالغ باعث ازدست دادن مو، همچنین باعث ایجاد اختلال در خاصیت ضد آب بودن بدن این موجودات و قدرت شناوری خواهد شد.

تحقیقات مبنی بر اینکه این موجودات از آلودگی‌های نفتی فرارمی کنند، انجام گرفته است. قرارگیری فوک‌ها، شیر دریایی و فیل دریایی در برابر مواد نفتی باعث خارش چشمی و در صورت طولانی مدت قرارگیری در برابر این مواد باعث آسیب رساندن به چشم این موجودات خواهد شد.

مطالعات انجام شده بر روی هیدروکربن‌های هضم شده نشان می‌دهد، در صورت قرار گیری مداوم موجودات زنده در برابر آلودگی‌های نفتی باعث تجمع مواد نفتی در کبد و دیگر اندام موجودات زنده خواهد شد و این مقادیر در طی چند هفته کاهش پیدا خواهد کرد که اثرات طولانی مدت آن هنوز مشاهده نشده است و اندازه‌گیری آن بر روی فوک‌ها، شیر دریایی و فیل ماهی بسیار مشکل خواهد بود.

وال، دلفین و خوک ماهی ممکن است زمانی که برای تنفس برروی آب می‌آیند در برابر آلودگی‌های نفتی در ستون آبی و یا در سطح آب قرار بگیرند، علیرغم این مسائل، مرگ این گونه‌ها، هنوز بر اثر آلودگی‌های نفتی به طور واضح گزارش نشده است، که این مسئله می‌تواند به این دلیل باشد که نفت به پوست این پستانداران نمی‌چسبد و به دلیل اینکه این موجودات دارای سرعت بالایی هستند، نفت بر روی سطح بدن آن‌ها باقی نمی‌ماند. همچنین وال‌ها و دلفین‌ها از آلودگی‌های نفتی و از آب‌های آلوده دوری می‌کنند.

اطلاعات کمی در رابطه با اثرات هضم و بلعیدن آلودگی‌های نفتی توسط والها وجود دارد. خرسهای قطبی، بیشتر اوقات خود را در نزدیک و یا در کنار دریا می‌گذرانند. خرس قطبی در بین یخهای شناور شنا می‌کند ودر صورت وقوع آلودگی نفتی، هر بار برای تمیز کردن خود مقداری از نفت را می‌بلعد، که بلعیدن آلودگی‌های نفتی باعث مرگ این موجودات خواهد شد. خرسهای قطبی به سمیت مواد نفتی به خصوص نفت‌های روان جلب می‌شوند و این نفت‌ها را می‌بلعند که این عوامل باعث بیماری و بروز مرگ در خرسهای قطبی خواهد شد.

با توجه به مشکل بودن انجام تحقیق، مطالعات اندکی بر میزان کشنده بودن آلودگی‌های نفتی بر روی خرسهای قطبی انجام شده است.

سمورهای آبی[274] در نزدیک سواحل زندگی می‌کنند و بیشتر زمان خود را در آب و یا تغذیه سخت پوستان برروی بستر آب سپری می‌کنند. سمورها معمولاً پس از قرار گرفتن در مجاورت 30 درصد از آلودگی‌های نفتی در محل زیستگاهشان از بین می‌روند. چسبیدن مواد نفتی به بدن سمورها باعث از دست رفتن حرارت بدن آن‌ها و در نتیجه مرگ آن‌ها خواهد شد. سمورها پس از وقوع آلودگی نفتی سعی می‌کنند، خود را تمیز کنند که این مسئله باعث بلعیده شدن نفت توسط آن‌ها خواهد شد. در مورد خرس قطبی، اطلاعات کمی در خصوص نفت بلعیده شده وجود دارد.

---

[274] Otters

در بعضی از موارد تورم شکمی مشاهده می‌شود، در صورتی که نفت بلعیده شده مقدار کمی باشد، حیوان به حالت طبیعی باز خواهد گشت.

بعضی از سمورهای آبی توسط متخصصین گرفته می‌شوند و به مراکز پاکسازی و احیاء انتقال می‌یابند. در صورتی که عملیات انتقال، سریع انجام گیرد تعدادی از سمورها نجات پیدا خواهند کرد. عملیات پاکسازی و احیاء مشکل و گران است و حیوانات باید در حدود چند ماه قبل از آزاد سازی، نگهداری شوند. به علاوه گاهی اوقات امکان مرگ حیوانات بعد از آزاد سازی آن‌ها وجود دارد که ممکن است به دلیل شرایط حمل و نقل حیوانات توسط انسان باشد.

زیست بوم مناطق جزر و مدی[275]

مناطق جزر و مدی، مناطقی هستند که در آن حیوانات در مناطق ساحلی بین جزر و مدی بالا و پایین زندگی می‌کنند. این موجودات به دلیل قرار گیری مداوم در برابر آلودگی‌های نفتی بسیار آسیب پذیر هستند. این زیست بوم ویژه شامل خرچنگ‌ها، حلزون، میگو، بارناکل‌های بی پایه[276]، صدفها، نرم تنان شکم پا[277]، صدف‌ها و کرمهای لوله‌ای هستند. آلودگی‌های نفتی سنگین در بسیاری از موارد باعث از بین رفتن بیشتر گونه‌ها خواهد شد. تشکیل (احیاء مجدد) منطقه پس از وقوع آلودگی با بازگشت مجدد جانداران متحرک پس از وقوع آلودگی ممکن است ماه‌ها و یا سال‌ها به طول بیانجامد.

رویش گیاهان و گونه‌های بی حرکت مهمترین عامل احیاء مجدد مناطق آلوده به مواد نفتی است. آلودگی‌های نفتی بیشترین اثرشان را بر موجودات ساکن می‌گذارند. آلودگی‌های نفتی بر میزان رشد، تولید مثل تجمع هیدروکربن‌های نفتی اثر گذار است. خرچنگ‌ها و صدف‌ها در هنگام قرار گیری در آب‌های تمیز، آلودگی‌های نفتی را از خود دور می‌کنند. خرچنگ‌ها اغلب در زمان قرارگیری در برابر آلودگی‌های نفتی به حالت بلوغ زود رس می‌رسند و در پوست اندازی آن‌ها تاخیر ایجاد می‌شود.

دیگر موجوداتی که در مناطق بین جزر و مدی زندگی می‌کنند، رفتار مشابه‌ای در رابطه با آلودگی‌های سبک نفتی از خود نشان می‌دهند.

پاکسازی به وسیله آب گرم و با فشار بالا ازجمله روش‌های مخرب است که باعث از بین رفتن منابع غذایی خواهد شد و در احیاء مجدد مناطق جزر و مدی تاخیر ایجاد خواهد کرد.

جمع آوری آلودگی‌های نفتی در مناطقی که آلودگی‌های نفتی به وسیله روش‌های غیر مخرب شامل آب سرد و آب با فشار پائین انجام می‌پذیرد، بسیار سریع‌تر خواهد بود.

---

۲۷۵ Intertidal Fauna
۲۷۶ Sessile Barnacles
۲۷۷ Limpet

گیاهان دریایی[278]

گیاهان دریایی، دسته بزرگی از گیاهان و جلبک‌ها را تشکیل می‌دهند. جلبک‌های بین جزر و مدی، ماکروجلبکها[279] و علفهای دریایی در هنگام بروز آلودگی‌های نفتی بسیار زیاد در معرض آلودگی‌های نفتی هستند.

جلبک‌های بین منطقه جزر و مدی[280]

جلبک‌های بین منطقه جزر و مدی، مهمترین منبع غذایی برای موجودات منطقه جزر و مدی هستند. جانوران این منطقه تحت تاثیر آلودگی‌های نفتی هستند و این موجودات در برابر آلودگی‌های نفتی، حتی مقادیر کم حساس هستند. جلبکهای بین منطقه جزر و مدی جزء اولین موجوداتی هستند که پس از وقوع آلودگی نفتی احیاء خواهند شد.

این جلبک‌ها بر روی مناطق صخره‌ای و رسوبات رشد می‌کنند و در صورت بروز آلودگی‌های نفتی حتی به میزان کم بر روی سطوح صخره‌ها، دوباره تشکیل کلونی نمی‌دهند.

جلبک‌ها بر روی سطوح صخره‌ای پوشیده شده از نفت در صورت هوازدگی نفت و عدم خروج ترکیبات فرار دوباره بر روی صخره مستقر خواهند شد. مثل جانوران بین منطقه جزر و مدی، جلبک‌ها نیز به روش پاکسازی به روش آب گرم و با فشار بالا حساس هستند. در واقع، با استفاده از روش نامناسب پاکسازی مقادیر زیادی از جلبک‌ها از بین خواهند رفت و اثرات کشنده مربوط به آلودگی‌های نفتی باعث کاهش تولید مثل، میزان تنفس[281] و تغییر رنگ این موجودات خواهد شد.

ماکرو جلبک‌ها شامل دو گروه متداول از گیاهان در آمریکای شمالی هستند، اشنه ی دریایی[282] و کلپ[283] که هر دو آن‌ها شامل دو گونه و زیر گونه هستند.

اشنه ی دریایی، که در مناطق جزرو مدی ساکن هستند از خطرات مربوط به آلودگی‌های نفتی به دلیل وجود مخاط موجود در آن‌ها که از چسبیدن مواد نفتی به آن‌ها جلوگیری خواهد کرد به دور هستند. آلودگی‌های نفتی سنگین به گیاهان می‌چسبد و باعث مرگ و از بین رفتن گیاهان خواهد شد.

کلپ، معمولاً در آب‌های عمیق زندگی می‌کنند و به ندرت توسط آلودگی‌های نفتی پوشیده می‌شود. اشنه ی دریایی و کلپ توانایی جذب هیدروکربن‌های نفتی را دارا می‌باشند و این موجودات با توجه به مدت زمانی که در برابر آلودگی‌های نفتی درستون آب قرارمی گیرند، خطر مرگ و ممنوعیت را برای آن‌ها به دنبال خواهد داشت.

در صورتی که این موجودات مدت زمان کمی در حدود چند ساعت در برابر آلودگی‌های نفتی قرار بگیرند، خطر مسمومیت تحت دوز کشنده برای آن‌ها وجود خواهد داشت.

---

۲۷۸ Marine Plant
۲۷۹ Macro-Algae
۲۸۰ Intertidal A
۲۸۱ Rate Respiration
۲۸۲ Fucus
۲۸۳ Kelp

اثرات آلودگی‌های نفتی بر گیاهان شامل از دست دادن برگها، تغییر رنگ، کاهش تولید مثل، کاهش رشد و تجمع هیدروکربن‌های نفتی می‌باشد. گیاهان در هنگام قرارگیری در آب‌های تمیز خود را پالایش می‌نمایند. این گیاهان زیستگاه گونه‌های مختلفی از جانوران و گونه‌های مختلف جلبک را تشکیل می‌دهند و کل زیست بوم در صورت بروز مشکلات دچار آسیب خواهد شد. احیاء مجدد گیاهان منطقه ممکن است در حدود چندین سال به طول بیانجامد.

علفهای دریایی در نواحی جزر و مدی موجود هستند و در تمام نواحی و موقعیتهای اطراف گسترده هستند. گیاه آب پیچ[284]، گیاهی نواری است که در زیر آب می‌روید و برگهای درازو مار مانندی دارد. این گیاه از جمله گیاهان آوندی متداول دریایی است. علفهای دریایی به هیدروکربن‌های نفتی حساس هستند. این گیاهان در هنگام قرار گیری در مجاورت آلودگی‌های نفتی با غلظت پایین در مدت چند روز ودر آلودگی‌های متوسط در مدت چند ساعت از بین خواهند رفت. گیاهانی که توسط آلودگی‌های نفتی کشته می‌شوند، چندین سال طول خواهد کشید که مورد احیاء مجدد قرار گیرند.

زیست بوم‌های ویژه

مرداب‌های نمکی و لب شور[285] از جمله زیست بوم‌های مهم هستند. این مناطق به دلیل وجود پناهگاه برای پرندگان و ماهی‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند.

این مناطق مکان‌های مناسبی برای پرورش بسیاری از پرندگان دریایی و حیوانات هستند. مرداب‌های شور به آلودگی‌های نفتی حساس هستند، به دلیل اینکه در مسیر جزر و مد قرار دارند و سطح وسیعی از آن‌ها توسط آلودگی‌های نفتی پوشیده می‌شوند.

مرداب‌های نمکی توسط علفزار پوشیده شده‌اند. نوع دیگر ازمرداب‌ها که به آب و هوای ملایم وابسته هستند، اسپارتینا[286] است که در نواحی قطب شمال قرار دارد و علف گندمی [287] که ویژگی‌های مشابه دارند.

بخش حاشیه‌ای مرداب‌ها توسط درختچه‌ها جگن[288] پوشیده شده است. مرداب‌ها حجم وسیعی از گیاهان و سنگریزه‌ها را به دریا باز می‌گرداند که در پیوستن به زنجیره دریا نقش مهمی خواهد داشت. اثرات آلودگی‌های نفتی در مرداب‌ها به میزان آلودگی‌های نفتی بستگی خواهد داشت.

مقدار کم تا متوسط از آلودگی‌های نفتی که به طور مشخص نفوذ نمی‌کند، باعث از بین رفتن مرداب نخواهد شد. مرداب‌ها می‌توانند در طی مدت زمان یک تا دو سال مورد احیاء مجدد قرار بگیرند. آلودگی‌های نفتی سنگین باعث نفوذ نفت در بین رسوبات و باعث مرگ سریع جانوران خواهد شد. احیای مجدد مرداب به طور کامل در حدود 10 سال طول خواهد کشید.

---

[۲۸٤] Eel Grass
[۲۸٥] Brackish
[۲۸٦] Spartina
[۲۸۷] Puccinellia
[۲۸۸] Sedge

با توجه به میزان فعالیت و پویایی مرداب، میزان نفت پوشیده شده در منطقه می‌تواند در حدود قرنها در منطقه دست نخورده باقی بماند.

آلودگی‌های نفتی سنگین باعث از دست رفتن پوشش گیاهان منطقه خواهد شد، که بر زندگی پرندگان و جانوران منطقه اثر خواهد گذاشت.

هر گونه فعالیت پاکسازی باعث از بین رفتن گیاه اسپارتینا، که از طریق ریشه تکثیر می‌شود، خواهد شد.

مرداب‌ها به فعالیت‌های پاکسازی به صورت فیزیکی بسیار حساس هستند و اثرات مخرب این روش بسیار بیشتر از آلودگی‌های نفتی اثر گذار خواهد بود.

مناطق قطبی [289]

مناطق قطبی به عنوان مناطق ویژه، در هنگام بروز آلودگی‌های نفتی هستند. مطالعات انجام شده بر روی سمیت و اثرات آلودگی‌های نفتی نشان می‌دهد، گونه‌هایی که در قطب شمال هستند. به نسبت گونه‌هایی که درقطب جنوب هستند به آلودگی‌های نفتی حساس‌تر هستند. به دلیل تنوع کم گونه‌ها در این مناطق، رشد و پرورش مجدد این گونه گیاهان، مدت زمان زیادی به طول خواهد انجامید. به دلیل اینکه مدت زمان تجزیه مواد نفتی در قطب، بسیار طولانی است. ترکیبات فرار و سمی مدت زمان طولانی‌تری در محیط باقی خواهند ماند. با توجه به دلایل ذکر شده، جمع‌آوری آلودگی‌های نفتی در مناطق قطبی نسبت به مناطق معتدل و استوایی کار دشوارتری است.

آب سنگ‌های مرجانی، سطح وسیعی از دریا، در مناطق اقیانوس آرام و کارائیب را اشغال کرده‌اند. آب سنگ‌های مرجانی جزء گونه‌های متنوع و پیچیده اجتماعات جانوران دریایی هستند که این گونه‌ها به پناهگاهی برای ماهی‌ها، جلبک‌ها و جانداران بی مهره هستند.

مطالعات انجام شده بر روی آلودگی‌های نفتی نشان می‌دهد، غلظت هیدروکربن‌های حل شده و پراکنده شده در آب دریا می‌تواند حجم وسیعی از آب سنگ‌های مرجانی و ساکنین آن را از بین ببرد.

میزان آسیب دیدگی به میزان عمق آب بستگی دارد، آب سنگ‌هایی که نزدیک به سطح آب در حدود 6 متری هستند به آلودگی‌های نفتی حساس‌تر هستند. جانوران در صورت وجود تپه‌های مرجانی دوباره جمعیتشان را به حالت اولیه بر می‌گردانند. نفت همچنین دارای اثرات کشنده بر روی جمعیت مرجان‌ها مثل کاهش رشد، تنفس و همچنین تغییر رنگ طبیعی مرجان‌ها است.

مانگرو [290]

مانگروها، از جمله درختانی هستند که در حاشیه نوار ساحلی در مناطق حاره‌ای هستند. این گیاهان زیستگاه وسیعی برای موجودات زنده هستند. مانگروها به وسیله ریشه‌های هوایی در هم تنیده در هوا تشکیل می‌شوند.

---

[۲۸۹] Arctic Environment

[۲۹۰] Mangrov

ریشه این گیاهان اکسیژن کمی از خاک می‌گیرد و توسط ریشه‌های هوایی تنفس می‌کند. وقوع آلودگی‌های نفتی و مسدود شدن منافذ ریشه‌های هوایی باعث مرگ مانگروها خواهد شد. در صورت وقوع آلودگی‌های نفتی گیاهان و جانورانی که در این منطقه زندگی می‌کنند، در خطر آلودگی هستند. رشد مجدد گیاهان مانگرو در مناطق آلوده به مواد نفتی در حدود دهها سال به طول می‌انجامد. اثرات آلودگی‌های نفتی باعث رشد کم و از دست دادن برگ و تغییر رنگ گیاهان خواهد شد.

آلودگی‌های نفتی در خشکی

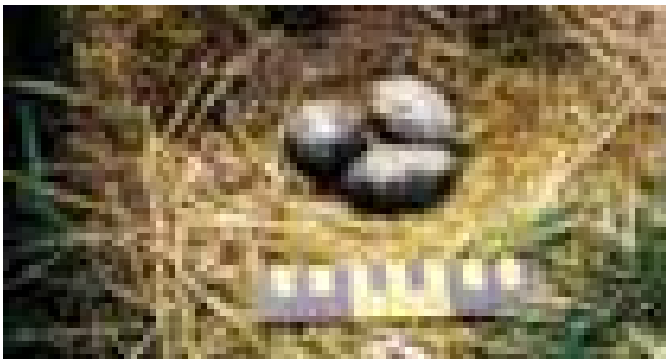
آلودگی‌های نفتی بر روی خشکی به راحتی پاکسازی نمی‌شود و به صورت محلی و منطقه‌ای باقی خواهد ماند. بیشتر انواع مواد نفتی در خاک نفوذ کرده و باعث آلودگی و از بین رفتن موجودات آن منطقه خواهد شد. پوشش نفت خام در منطقه باعث از بین رفتن و مرگ گیاهان و درختان در منطقه خواهد شد. به دلیل پتانسیل کم منطقه در برابر آسیب پذیری در برابر آلودگی نفتی، تاثیرات آلودگی‌های نفتی در منطقه بسیار کمتر از محیط‌های دریایی خواهد بود. آلودگی‌های نفتی در خشکی در فصل دوازدهم مورد بررسی قرار گرفته است.

پرندگان

پرندگان، قابل رویت‌ترین موجوداتی هستند که در محیط‌های آبی تحت تاثیر آلودگی‌های نفتی قرار می‌گیرند. پرهای پرندگان در هنگام برخورد آن‌ها با لکه‌های نفتی در سواحل و دریا آلوده به مواد نفتی خواهد شد. زمانی که پر پرندگان آلوده به مواد نفتی می‌شود با از دست دادن خاصیت عایق بودن و شناوری، حرارت بدن خود را سریع از دست می‌دهند و این مسئله باعث مرگ آن‌ها خواهد شد.

پرندگان برای تمیز کردن بال و پر خود مقداری نفت را می‌بلعند و بلعیدن آن باعث مرگ پرندگان خواهد شد. بلعیدن مواد نفتی باعث مشکلات معده‌ای، روده‌ای، کبدی، سینه پهلو و اختلالات رفتاری پرندگان خواهد شد.

پرندگان آلوده، آلودگی‌های نفتی را به تخمها و جوجه‌های جوان انتقال خواهند داد. بلعیدن آلودگی‌های نفتی توسط پرندگان باعث اختلالات در تخم گذاری و کاهش تعداد تخم‌ها در پرندگان خواهد شد.



عکس 145: پرندگانی که آلوده به مواد نفتی هستند، مواد نفتی را به تخم‌های خود نیز انتقال می‌دهند و این موضوع گاهی اوقت باعث از بین رفتن جوجه‌هایی که هنوز از تخم بیرون نیامده‌اند، خواهد شد.

پرندگانی که در سواحل زندگی می‌کنند، شامل اردک‌ها، پلیکان، مرغ ماهیخوار و دیگر پرندگان مستعد قرار گرفتن در برابر خطر آلودگی مواد نفتی هستند.

پرندگان با شیرجه زدن در آب‌های آلوده، همواره در خطر آلودگی هستند. در بسیاری از موارد در حین بروز آلودگی‌های نفتی نیاز به احیاء مجدد پرندگان در مکان‌هایی که مشخص می‌شود، وجود دارد. روش‌های به کار گرفته شده در سال‌های اخیر در حال پیشرفت هستند و این پیشرفت‌ها هنوزبه طور کامل نهایی و انجام نشده است. در این روش تنها نیمی از پرندگانی که از خطر مرگ نجات پیدا می‌کنند و پرندگانی که خیلی بیمار هستند، باید نگهداری شوند و نیاز به اقدامات مراقبتی خواهند داشت.

علیرغم این مسائل، پاکسازی پرندگان آلوده به مواد نفتی نسبت به پستانداران کار ساده‌تری است و باعث اثرات جانبی مربوط به آلودگی‌های نفتی خواهد شد.

عکس 146: پرندگانی که به شدت دچار آلودگی‌های نفتی شده‌اند، نجات نخواهند یافت

ارزیابی آسیب‌های وارد شده

ارزیابی آسیب‌های وارد شده به منطقه از جمله فعالیت‌های است که در سال‌های اخیر پس از وقوع آلودگی‌های نفتی اتفاق می‌افتد، که شامل بررسی مناطق آلوده به مواد نفتی برای محاسبه میزان خسارت وارد شده به گونه‌هایی است که در معرض آلودگی‌های نفتی قرار دارند. از جمله اهداف این روش‌ها محاسبه به میزان آسیب وارد شده به محیط زیست و

بررسی اثرات کلی آلودگی‌های نفتی می باشد. داده‌های اطلاعاتی برای گسترش مطالعات به منظور ترمیم و احیای مجدد سواحل و برنامه‌های پاکسازی سواحل الزامی می‌باشد.

عکس 147: پرندگان، معمولاً متوجه خطرات مربوط به آلودگی‌های نفتی نیستند. این مرغ ماهی خوار در بین آلودگی‌های نفتی حرکت می‌کند.

عکس 148: آلودگی‌های نفتی باعث ایجاد آتش سوزی، خسارات زیاد به چاه‌های نفتی و زمین‌های باتلاقی در منطقه را تحت تاثیر قرار خواهند داد.

این مطالعات به منظور تعیین هزینه برای مقابله با خسارات وارد شده و جمع‌آوری داده‌های اطلاعاتی به منظور مقابله با آلودگی نفتی است.

ارزیابی آسیب‌های وارد شده به منطقه براساس بررسی میزان گیاهان و جانوران موجود در منطقه و بررسی وضعیت موجود درمقایسه با زمان وقوع قبل از آلودگی است.

در صورتی که اطلاعات در خصوص جانوران و گیاهان موجود در منطقه وجود نداشته باشد، وضعیت منطقه موجود با منطقه‌ای درنزدیکی آن منطقه بررسی خواهد شد. در ایالت متحده آمریکا بررسی و ارزیابی خسارت وارده آلودگی‌های نفتی به محیط زیست اجباری است و ارزیابی این موارد شامل بررسی هزینه‌های موجود و میزان آسیب وارده به منطقه خواهد بود.

نرم افزارهایی برای بررسی میزان آسیب وارد شده به منطقه طرح ریزی شده است. بررسی آسیب‌ها و میزان برآوردهای بسیار مشکل خواهد بود.

ترمیم و احیاء مجدد[291]

ترمیم و احیاء مجدد منطقه بر اساس ارزیابی آسیب‌های وارد شده به منطقه است. مناطق مورد مطالعه براساس رویش مجدد گیاهان، پرندگان و حیوانات موجود در منطقه ایجاد می‌شوند.

بروز آلودگی‌های نفتی در منطقه باعث از بین رفتن پایداری منطقه خواهد شد و پایداری اکولوژیکی منطقه را دچار اشکال خواهد کرد. گاهی اوقات بازگشت محیط به حالت اولیه غیر ممکن خواهد بود. در نقاط آسیب دیده نیاز به جایگزینی جدید گیاهان و حیوانات برای رسیدن به تعادل اولیه خواهد بود.

بر خلاف موارد عنوان شده، بسیاری از مناطق آلوده به مواد نفتی بعد از گذشت چند سال به حالت اولیه باز می‌گردند. به عنوان مثال مرداب نیوجرسی که آلوده به مواد نفتی بود و محققین، بازگشت این مرداب به حالت اولیه را غیر ممکن اعلام کرده بودند، این باتلاق بعد از رشد مجدد گیاهان در منطقه و بازگشت حیوانات بومی منطقه به حالت اولیه بازگشت.

مزیت زیست محیطی خالص[292]

امروزه، افرادی که مسئول مقابله با آلودگی‌های نفتی هستند، تلاش دارند اثرات وارده بر محیط زیست را به حداقل ممکن کاهش دهند. در نظر گرفتن اثرات زیست محیطی از تخریب محیط زیست جلوگیری خواهد کرد.

به عبارت دیگر این سوال مطرح است که آیامراحل پاکسازی آلودگی‌های نفتی از محیط به اندازه آلودگی‌های نفتی در محیط زیانبار خواهد بود یا خیر؟

گاهی اوقات زمانی که تشخیص داده می‌شود، پاکسازی منطقه از آلودگی‌های نفتی اثرات زیانبار بیشتری نسبت به آلودگی‌های نفتی در محیط خواهد داشت، پاکسازی منطقه صورت نمی‌گیرد. در بعضی از موارد روش‌های پاکسازی مختلف پاکسازی آلودگی‌های نفتی از محیط بررسی و غیر مخرب‌ترین روش برای پاکسازی منطقه در نظر گرفته می‌شود.

---

[۲۹۱] Restoration

[۲۹۲] Net Environmental Benefit

واژه نامه

جذب (Absorption)

مرحله‌ای که ماده‌ای بر روی سطح ماده دیگری می‌چسبد، بدون اینکه در داخل آن ماده نفوذ کند.

جذب سطحی (Adsorption)

فرآیند جذب اتم‌ها یا مولکول‌های موجود در یک مایع یا گاز در تماس با یک سطح جامد است. این جذب به وسیله نیروهای چسبندگی آب انجام می‌شود. جذب سطحی با نیروهای کم اثر با برد بلند مانند واندروالسی آغاز و با نیروهای قوی کوتاه برد مانند یونی و فلزی پایان می‌یابد.

جریان آب یا هوا (Air or Water Stream)

روش محدود کردن آلودگی‌های نفتی که در جریان آب و یا هوا باعث انتقال ویا محدود کردن آلودگی نفتی می‌شود. این روش برای سراریز کردن مواد نفتی از زیر سطح اسکله‌ها و یا در محل قرار دادن بوم‌های شناور بر روی آب مورد استفاده است.

الکل‌ها (Alcohols)

در شیمی به هر ترکیب شیمیایی که یک گروه هیدروکسیل (OH) متصل به کربن یک آلکیل داشته باشد، الکل می‌گویند. فرمول کلی یک الکل ساده غیر حلقه‌ای C_nH_{2n+1} است. در شیمی الکل‌ها در شمار گروه مهمی از ترکیبات شیمیایی هستند و در واکنش‌های گسترده‌ای شرکت می‌کنند و بسیاری از ترکیبهای شیمیایی از آن‌ها بدست می‌آیند.

الکل‌ها در میان هیدروکربن‌های هم وزن خود دمای جوش بالاتری دارند، که آن را می‌توان مربوط به پیوند هیدروژنی الکل‌ها دانست که سبب می‌شود انرژی بیشتری برای شکستن پیوند بین مولکولی آن‌ها نیاز داشته باشد.

در نامگذاری الکل‌ها به روش آیوپاک، تنها در آخر نام آلکان یک (ول) افزوده می‌شود و زمانی که نیاز به ذکر شماره کربنی که عامل الکلی بر روی آن قرار دارد باشیم، عدد بین نام آلکان و پسوند (ول) قرار می‌گیرد.

آلکان (Alkanes)

هیدروکربن‌هایی هستند که در آن‌ها هر اتم کربن با 4 پیوند به 4 اتم هیدروژن یا کربن می‌چسبد. در واقع پیوند دو یا سه گانه بین اتم‌ها وجود ندارد. فرمول کلی آلکان‌ها C_nH_{2n+2}است. ساده‌ترین آلکان، متان CH_4است، که بخش عمده گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. اتان C_2H_6، پروپان C_3H_8وبوتان C_4H_{10}دیگر آلکان‌های گازی هستند. پنتان C_5H_{12}، هگزان C_6H_{14}، هپتان C_7H_{16}واکتانC_8H_{18}، مهم‌ترین آلکان‌های مایع هستند. آلکان‌ها

می‌توانند، راست زنجیر یا شاخه دار باشند. مولکول‌هایی که فرم مولکولی یکسان دارند، اما آرایش اتم‌ها در آن‌ها متفاوت است. آلکان‌هایی که چهار یا تعداد بیشتری اتم کربن داشته باشند، دارای ایزوم هستند. خواص فیزیکی آلکان‌ها از همان الگوی خاص فیزیکی متان پیروی می‌کند و با ساختار آلکان‌ها سازگار است. یک مولکول آلکان فقط به وسیله پیوندهای کووالانسی بر پا نگه داشته می‌شود. دمای ذوب و جوش با افزایش شمار اتم‌های کربن، زیاد می‌شود.

آلکن (Alkenes)

هیدروکربن‌هایی هستند که یک پیوند دو گانه کربن- کربن دارند. آلکن‌ها، سیر نشده هستند، یعنی می‌توانند هیـدروژن بگیرند و سیر شوند، برای نامگذاری آن‌ها از روش زیر استفاده می‌شود.

تعداد اتم‌های کربن (به عدد یونانی+پسوند ان)

فرمول عمومی این ترکیبات C_nH_{2n}به طوریکه $n>2$ بوده و در ساختار آن‌ها یک پیوند دو گانه ی کربن وجود دارد و بقیه ی پیوندها ساده (یگانه) می‌باشند.

آلکن‌ها، جزء هیدروکربن‌های سیر نشده می‌باشند، زیرا می‌توانند با جذب یک مولکول هیدروژن به هیدروکربن سیر شده (آلکان‌ها) تبدیل شوند.

نامگذاری آلکن‌ها: تعداد اتم کربن+ان

در مورد آلکن‌ها C_nH_{2n}موارد زیر صادق است:

در آلکن‌ها، کلیه ی پیوندها از نوع یگانه بوده و فقط یک پیوند دو گانه وجود دارد.

محیط Ambient

فضای در برگیرنده، شرایط آب و هوایی و دما در یک زمان خاص

غیر هوازی Anaerobic

شرایط غیر هوازی، حالتی است که در آن اکسیژن وجود ندارد. بسیاری از باکتری‌ها در محیط‌های بدون اکسیژن زندگی می‌کنند. مواد نفتی که در روی رسوبات قرار می‌گیرند به آهستگی توسط باکتری‌های غیر هوازی تجزیه می‌شوند.

آروماتیک Aromatic

آروماتیک به خانواده‌ای از ترکیبات آلی گفته می‌شود که در ساختار خود دارای حلقه با پیوند دو گانه هستند. آروماتیکهـا، دسته وسیعی ازترکیبات را تشکیل می‌دهند که شامل بنزن و مشتقات آن می‌باشند. برخی از این مـواد، حتـی بـه ظـاهر شباهتی به بنزن ندارند. آروماتیک‌ها در واکنش‌های جانشینی شرکت می‌کنند که یکی از صفات شـاخص ایـن دسـته از مواد می‌باشد. گروه هیدروکربن‌هـای، از نظـر شـیمیایی و فیزیکـی، تفـاوت بسـیاری بـا پـارافین‌هـا و نفـتن‌هـا دارنـد. هیدروکربن‌ها آروماتیکی، شامل یک جا حلقه بنزنی سیر نشده ولی بسیار پایدار می‌باشند و اغلب مانند یک ترکیب سـیر

شده عمل می‌کنند. برخی از هیدروکربن‌های آروماتیکی موجود در نفت خام عبارتند از: بنزن، تولوئن، ارتو- زایلن، متازایلن، پارا- زایلن، نفتالین، کومن و غیره است.

درجه API Gravity

در اکثر کشورهای جهان، وزن مخصوص نفت خام را بر حسب درجه APIکه یک درجه بندی آمریکایی است، محاسبه می‌کنند. مشابه همین درجه بندی و سنجش، وزن مخصوص نفت خام را در کشورهای اروپایی با درجه بندی Baumeمحاسبه می‌کنند که از لحاظ مقدار، اندکی از درجه APIکمتر می‌باشد.

انواع مختلف نفت بر حسب درجه API : نفت سنگین با 10الی 20 درجه API، نفت متوسط با 20الی 30درجه API، نفت سبک با بیش از30 درجه API، مطلوبیت و ارزش نفت به موارد فوق و سبک یا سنگین بودن آن است.

قطران و نفت سنگین نسبت به نفت خام از مطلوبیت کمتری برخوردار است، زیرا نمی‌توان به همان آسانی آن‌ها را به بنزین تبدیل کرد و پس از فرآوری و پالایش آن‌ها مقادیر زیادتری، از فرآورده‌های نفت سنگین بر جا می‌ماند.

آسفالت Asphalt

ماده‌ای سیاه، بسیار چسبنده یا شبه جامدی می‌باشد. آسفالت، ماده‌ای ترکیبی است که از مخلوط کردن شن، ماسه و قیر ساخته می‌شود و در ساخت جاده، باند فرودگاه و پشت بام ساختمان به کار گرفته می‌شود. آسفالت به صورت عام به مایع غلیظ، شبه جامد یا جامدی اطلاق می‌شود که عمدتاً از هیدروکربن‌ها و مشتقات آن‌ها تشکیل شده است و در دی سولفید کربن به طور کامل حل می‌شود. آسفالت با توجه به نحوه کاربرد و اختلاط به سه دسته آسفالت گرم، آسفالت حفاظتی و آسفالت سرد تقسیم می‌شود.

آسفالتین (Asphaltenes)

آسفالتین، بزرگترین ترکیب قطبی موجود در نفت که بیشترین ماده تشکیل دهنده آسفالت را تشکیل می‌دهد. به دلیل وجود ترکیبات مولکولی سنگین (وزن سنگین) این ترکیب به راحتی تجزیه پذیر نیست و عدم تجزیه پذیری این ترکیب علت دوام آن است. مقدار زیاد از ترکیب آسفالتین بر رفتار مواد نفتی اثر گذار خواهد بود.

پس کرانه (Back Shore)

منطقه‌ای از کرانه که حد فاصل پیش کرانه و خط ساحل در خشکی قرار دارد. این بخش از ساحل منطبق بر Supralittoral Zoneاست و فقط طی طوفان‌های شدید و هنگامی که امواج با بالاترین میزان مد همراه است، تحت تاثیر آب قرار می‌گیرد.

بشکه Barrel

واحد حجمی برابر با 100تا 200 لیتر است. یک بشکه نفت برابر با 158/9873لیتر می‌باشد.

بنتوز Benthos

موجودات بستر زی موجود در کف دریا شامل پلانکتون و ماهی

تجزیه زیستی Biodegradation

تجزیه زیستی، شامل تجزیه مواد به عنوان غذا توسط میکروارگانیسم‌ها، مثل باکتری‌ها و قارچ‌ها است. مرحله تجزیه مواد نفتی بسیار آهسته و بستگی به میزان دمای محیط، مواد مغذی و میزان اکسیژن موجود در محیط دارد. بیش از 200گونه از میکرو ارگانیسم‌ها توانایی استفاده از هیدروکربن‌های نفتی به عنوان منبع انرژی را دارند.

عوامل تجزیه کننده زیستی Biodegradation Agent

این عوامل بر روی ساحل و یا خشکی برای سرعت بخشیدن به تجزیه مواد نفتی در محیط زیست هستند. این ترکیبات شامل افزایش دهنده زیستی شامل کودهای شیمیایی و دیگر ترکیباتی هستند، که فعالیت هیدروکربن‌ها برای تجزیه شدن را افزایش می‌دهند.

توان بیولوژیکی Biological Productivity

معیار فعالیت‌های بیولوژیکی جمعیت و اکوسیستم که معمولاً بر اساس میزان کربن ذخیره شده در بافتها بر اساس یک دوره زمانی بیان می‌شود. بعضی از محیطها دارای توان بیولوژیکی بالاتری هستند، به عنوان مثال باتلاق و خورها دارای توان بیولوژیکی بالاتری نسبت به مناطق فراساحلی هستند. توان بیولوژیکی در هنگام تصمیم گیری در طرح‌های اقتضایی و در الویت‌های پاکسازی از اهمیت برخوردار است.

نقطه جوش Boiling Point

دمایی که در آن ماده شروع به جوشیدن می‌کند و در دمایی که در آن فشار بخار ماده و فشار اتمسفر و یا فشار خارجی برابر می‌شود. نقطه جوش نفت خام و ترکیبات نفتی ممکن است در حدود 30تا 550 درجه سانتی گراد باشدونقطه جوش مواد نفتی در عملیات پاکسازی مواد نفتی تاثیر گذار خواهد بود.

معایب مربوط به بوم Boom Failure

نقائص مربوط به بوم‌های محدود کننده که باعث نشت مواد نفتی از زیر بوم خواهد شد، که شامل وزش باد، امواج و معایب ساختاری است. این عوامل باعث غوطه‌ور شدن و فرو رفتن بوم در داخل آب خواهد شد.

تونل نمکی Brine Channel

یک مسیر کوچک در لایه‌های زیرین آب یخ زده در دریا که در آن آب شور و نمکی در حین یخ زدن سریع محدود می‌شود. محققین به این نتیجه رسیدند، که مواد نفتی در زیر لایه آب یخ زده هستند در هنگامی که یخ‌ها شروع به آب شدن می‌کنند، جاری خواهند شد.

سدهای حبابی (Bubble Barrier)

این روش شامل حباب‌های هوا هستند، که از طریق لوله‌های دارای منافذ به روی آب آمده و این حباب‌ها باعث انحراف مواد نفتی از روی سطح آب خواهند شد. این روش در مناطقی مانند لنگرگاه‌ها قابل استفاه است.

فله بر (Bulk Carrier)

کشتی اقیانوس پیما، که برای حمل و نقل مقادیر زیاد از محصولاتی همچون غلات، سنگ معدن، زغال سنگ و یا سایر مواد طراحی شده است.

بانکر Bunker B B

نفت خام نسبتاً سنگین (شماره 5) که به عنوان سوخت دریایی و در بویلرهای صنعتی مورد استفاده هستند.

بانکر Bunker C C

نفت خام سنگین (شماره 6) که به عنوان سوخت دریایی و یا در بویلرهای صنعتی مورد استفاده است.

کارایی سوختن (Burn Efficiency)

زمانی که از روش سوزاندن در محل In Situ Burningاستفاده می‌شود، این روش شامل درصد مواد نفتی است که به وسیله روش سوختن از روی آب جدا می‌شود، که مقدار مواد حاصل از سوختن تقسیم بر مواد اولیه خواهد شد.

سرعت سوختن (Burn Rate)

زمانی که عملیات سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل انجام می‌گیرد، میزان سرعتی که مواد نفتی در آن سوزانده می‌شود نسبت به میزان ضخامت مواد نفتی است که با گذشت زمان ضخامت آن کم می‌شود. سرعت سوختن تقریباً در حدود 3 تا 4 میلی متر بر دقیقه است.

خاصیت موئینگی Capillary Action

یکی از پدیده‌های فیزیکی ناشی از نیروهای چسبندگی سطحی است. اگر یک لوله موئین (لوله‌ای بسیار باریک) شیشه‌ای را در آب قرار دهیم، آب در لوله بالا می‌رود و سطح آن مقعر خواهد بود، اما اگر همین لوله را در جیوه مایع قرار دهیم، جیوه از سطح قبلی خود پایین‌تر می‌ایستد و سطح محدب پیدا می‌کند. بین مولکول‌های آب و شیشه نیروی چسبندگی سطحی قویتر از نیروی چسبندگی بین مولکول‌های آب با یکدیگر است، بنابراین مولکول‌های آب هر چه بیشتر به طرف مولکول‌های شیشه در سطح داخلی لوله موئین کشیده می‌شوند و در لوله بالا می‌روند.

تعداد اتم کربن (Carbon Number)

تعداد اتم‌های کربن موجود در یک مولکول هیدروکربنی است. نوع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ماده بر اساس تعداد اتم‌های کربن بیان می‌شود. به عنوان مثال آلکان با تعداد اتم کربن بین 1 تا 4 عدد در دمای معمولی مایع است.

کاتالیزور (Catalyst)

کاتالیزور، ماده‌ای را می‌گویند که اگر به مخلوط واکنش افزوده شود، سرعت رسیدن ماده به حالت تعادل در سیستم را، بدون آنکه دستخوش تغییر شیمیایی پایدار شود، تغییر می‌دهد و معمولاً آن را افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، فلز وانادیم به عنوان عنصر کمیاب در نفت خام به عنوان کاتالیزور باعث افزایش سرعت اکسیداسیون مواد نفتی می‌شود.
کاتالیزورهایی مثل سیلیکا و آلومینیم در طی فرایندهای پالایش نفت خام برای افزایش تجزیه ترکیبات بزرگ نفتی به ترکیبات کوچکتر و در برج تقطیر و شکافت کاتالیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
اسکیمر سانتریفیوژی یا اسکیمر گردابی Centrifugal or Vortex Skimmer

سد شیمیایی Chemical Barrier

مواد شیمیایی، که به عنوان اصلاح کننده‌های سطحی باعث افزایش پراکندگی مواد نفتی بر روی آب خواهند شد. این مواد شیمیایی باعث پراکندگی، مواد نفتی بر روی آب خواهند شد. این گونه از مواد شیمیایی تنها بر روی آلودگی‌های نفتی که به تازگی بر روی آب ریخته شده‌اند، تاثیر گذار خواهند بود.

پراکندگی شیمیایی (Chemical Dispersion)

پراکندگی مواد نفتی در ستون آب به دلیل به کار بردن مواد دیسپرسنت در داخل آب است.

موس شکلات (Chocolate Mousse)

مواد نفتی در داخل آب که به میزان 50 تا 80 درصد آن را آب تشکیل می‌دهد. این ترکیبات در داخل آب از میزان پایداری بالایی برخوردار هستند، این حالت در هنگامی که مواد نفتی دارای گرانروی بالایی هستند و همچنین در دریاهای مواج ایجاد می‌شود.

محدود کردن (Containment)

فرایند محدود کردن آلودگی نفتی در هنگامی که در داخل آب ریخته می‌شود، برای جلوگیری از پراکندگی آن و آسان کردن جمع‌آوری آن از روی آب است.

بوم‌های محدود کننده (Containment Boom)

ساختارهای مکانیکی شناور که بر رو و یا زیر سطح آب از انحراف و پخش شدن آلودگی‌های نفتی جلوگیری خواهند کرد. بوم‌ها، شامل بخش شناوری و بخش سطح آن برای جلوگیری از شناور شدن مواد نفتی بر روی بوم و همچنین دامنه بوم برای جلوگیری از خارج شدن مواد نفتی از زیر سطح بوم هستند.
بوم‌ها به عنوان بخش مکمل درعملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی در آب هستند.

طرح اقتضایی Contingency Plan

این طرح برای پیشرفت بهتر عملیات در هنگام وقوع آلودگی‌های نفتی پیش بینی می‌شود. این طرح شامل دستورالعملهایی برای صنایع ویژه یا کل منطقه برای بالا بردن سرعت و کارایی پاکسازی منطقه در هنگام انجام عملیات است و همچنین در این طرح، حفاظت از مناطق بیولوژیکی مهم، اجتماعی و اقتصادی در نظر گرفته شده است.

اقدامات متقابل (Countermeasure)

روش‌هایی که برای مقابله با آلودگی نفتی در نظر گرفته می‌شود.

سرعت بحرانی Critical Velocity

کمترین سرعت آب که باعث از دست رفتن آلودگی‌های نفتی از زیر دامنه بوم خواهد شد. سرعت بحرانی با توجه به چگالی، گرانروی و میزان ضخامت آلودگی نفتی متفاوت خواهد بود. میزان عمق و طول دامنه بوم نیز در میزان سرعت بحرانی اثر گذار خواهند بود. برای بیشتر مواد نفتی، زمانی که بوم در زاویه درست نسبت به جریان قرار دارد، سرعت بحرانی در حدود 0. 5 متر بر ثانیه (1 نات) است.

نفت خام Crude Oil

مهمترین و اصلی‌ترین عناصر موجود در نفت خام، هیدروژن و کربن است که ترکیب هیدروکربنی را تشکیل می‌دهند. نفت خام، همچنین شامل ترکیبات دیگری مانند گوگرد، نیتروژن، اکسیژن و بعضی از ترکیبات معدنی مثل نمکها و عناصر کم مقدار، نیکل، وانادیم و کروم است.

چگالی Density

در علوم پایه، چگالی را مقدار جرم موجود در واحد حجم ماده می‌دانند و آن را با علامت اختصاری ℓ نشان می‌دهند، که از رابطه تقسیم جرم بر حجم بدست می‌آید. در صورتی که در علوم پیشرفته این تعریف از چگالی نیست و دقیقاً تعریف جرم واحد حجم یا جرم مخصوص یا همان چگالی می‌باشد.

ذرات ریز حاصل از فرسایش Detritus

ذرات ریز حاصل از فرسایش که در نتیجه خوردگی سنگ‌ها به وجود می‌آیند، ممکن است این ذرات در داخل ستون آب به شکل معلق به وجود بیایند. این ذرات ریز ممکن است، ناشی از فون Fauna)) و فلور Flora)) منطقه و یا در اثر زئو پلانکتون‌های موجود در آب باشند.

مواد شیمیایی پخش کننده نفت یا مواد دیسپرسنت Dispersant or Chemical Dispersant

مواد شیمیایی که باعث کاهش کشش سطحی بین آب و مولکول‌های مواد نفتی با خاصیت هیدروفوبیک خواهند شد. در هنگام وقوع آلودگی نفتی، مواد دیسپرسنت باعث شکست و پراکندگی لکه‌های نفتی بر روی آب خواهند شد و این فرایند باعث تشکیل مولکول‌های نفتی به شکل امولسیون در ستون آب خواهدشد.

مواد دیسپرسنت، تنها در مکان‌هایی که باعث آسیب‌های بیولوژیکی در منطقه نشود، مورد استفاده است و استفاده از مواد شیمیایی باید مورد تائید محیط زیست منطقه قرار بگیرد.

پراکندگی Dispersion

فرایند توزیع مواد نفتی ریخته شده در آب و در لایه‌های بالای ستون آب به وسیله انرژی امواج و مواد دیسپرسنت انجام می‌گیرد و یا با استفاده ازروش‌های هیدرولیکی است.

انحلال (Dissolution)

مرحله حل شدن ماده‌ای در ماده دیگر را فرایند انحلال می‌گویند. در هنگام فرایند هوازدگی مواد نفتی در داخل آب، بعضی از ترکیبات معدنی، نمک در داخل آب حل می‌شوند.

تقطیر (Disstillation)

عمل تقطیر، جداسازی از طریق بخار کردن یک مخلوط مایع از مواد فرار مخلوط شونده به موادی تفکیک شده، یا در بعضی مواقع به جداسازی دسته‌ای از مواد یک مایع مخلوط می‌باشد. جداسازی نفت خام به بنزین و نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره و آسفالت، . . .

نمونه‌ای از عمل تقطیر می‌باشد. عمل تقطیر در مواردی استفاده می‌شود، که موادی را که دارای نقطه جوش مختلف هستند، جدا کنند.

اسکمیرهای بالارونده Elevating Skimmer

اسکیمرهای بالارونده به وسیله تسمه نقاله، نفت را از سطح آب جمع‌آوری و به منطقه جمع‌آوری مواد نفتی انتقال می‌دهند.

امولسیون شدن Emulsification

امولسیون، کولوئید دو مایع است که ذرات یکی از آن‌ها به طور یکسان و یکنواخت درسر تا سر دیگری پخش شده‌اند، اما محلول نیستند. در هنگام وقوع آلودگی نفتی، امولسیون می‌تواند به صورت نفت در آب و یا آب در نفت باشد. معمولاً علت تشکیل امولسیون به دلیل پدیده امواج است. از جمله امولسیون‌های پایدار، تشکیل امولسیون آب در نفت است که این نوع از امولسیون‌ها، امولسیون‌های پایداری هستند و در نتیجه پاکسازی آن‌ها مشکل خواهد بود. معمولاً از ترکیبات شیمیایی برای جلوگیری از تشکیل ترکیبات امولسیون استفاده می‌شود.

خارج شدن آلودگی‌های نفتی از زیر و یا روی بوم Entrainment Failure

نوعی از نقص مربوط به بوم‌ها که در اثر جریان‌های زیاد امواج ایجاد می‌شود و این باعث می‌شود که مواد نفتی از زیر ویا روی بوم خارج شوند.

حساسیت زیست محیطی Environmental Sensivity

حساسیت منطقه به دلیل اثرات بلند و یا کوتاه مدت که آلودگی‌ها را بر منطقه می‌گذارد. حساسیت‌های زیست محیطی شامل عوامل فیزیکی و بیولوژیکی نیز می‌باشد.

ارگانیسم‌های اپونتیک Epontic Organism

گیاهان و جانوران میکروسکوپی که در زیر لایه‌های یخ زندگی می‌کنند. این موجودات شبیه پلانکتون هستند و در برابر آلودگی‌های نفتی حساس بوده و در صورت مواجهه با آلودگی‌های نفتی از بین خواهند رفت.

خور Estuary

خور، شاخاب دهانه‌ای، به توده‌ای نیمه محصور از آب‌های ساحلی در مکانی که آب دریا با آب‌های شیرین، مخلوط می‌شود، گویند. به بیان دیگر مدخل قیف مانند ورودی رودخانه به دریا که بر اثر بالا آمدن سطح دریا یا فرونشینی زمین سیلابی دهانه رودخانه ساخته شده باشد.

تبخیر Evaporation

فرآیند تبدیل مایع به بخار را تبخیر می‌گویند. در مورد مواد نفتی، میزان تبخیر بستگی به تبخیر شدن ترکیبات فرار دارد. تبخیر مهمترین عامل در فرایند هوازدگی ترکیبات نفتی است.

فون جانوری Fauna

فون جانوری منطقه مورد نظر بیانگر این است که جانوران زیستگاه چهره غالب جانوری منطقه را تشکیل می‌دهند.

بوم مقاوم در برابر آتش Fire- Resistant Boom

این بوم در برابر شعله‌های آتش و بخارات آن مقاوم است. این نوع از بوم‌ها از پراکندگی مواد نفتی بر روی آب جلوگیری خواهند کرد و در نتیجه باعث افزایش میزان ضخامت لایه نفتی خواهند شدو این عمل باعث افزایش سرعت سوختن خواهد شد.

یخ سال اول First Year Ice

یخ دریا، که رشد آن بیش از یک زمستان نیست و از یخ جوان بوجود می‌آید. این یخ بر پایه ضخامت تقسیم بندی می‌شود. نازک (30 تا 70 سانتی متر) که همچنین به عنوان یخ سفید نیز شناخته می‌شود، متوسط (70 تا 120 سانتی متر) و ضخیم (120 سانتی متر تا 2 متر) نیز دیده می‌شود.

نقطه اشتعالFlash Point

نقطه اشتعال یا نقطه احتراق، پایین‌ترین درجه دمایی است که در آن از ماده، بخاری قابل احتراق ایجاد می‌شود. اندازه‌گیری نقطه اشتعال نیازمند یک منبع احتراق می‌باشد، با خارج کردن منبع احتراق از محل، بخار فوق الذکر آتش نخواهد گرفت.

پوشش گیاهی منطقه Flora

پوشش گیاهی منطقه مورد نظر که نشان دهنده میزان پراکندگی و موقعیت گیاهان منطقه است.

تقطیر جزء به جزء Fractional Distillation

جداسازی مخلوط مایعات مثل نفت خام به اجزاء مختلف بر اساس نقطه جوش آن‌ها، تقطیر جزء به جزء یک فرایند اصلی در پالایش نفت خام است.

ارتفاع ذخیره Free Board

ارتفاع یک سازه نسبت به تراز آب بالای سطح برای جلوگیری از لبریز شدن آب. همچنین فاصله قائم بین سطح آب و سر سازه، در یک زمان مشخص. ارتفاع آزاد در کشتی‌ها فاصله بین خط آب تا عرشه اصلی یا لبه بالایی دیواره و کشتی می‌باشد.

اجاره کننده (Freighter)

کشتی یا بنگاهی که کار حمل و نقل کالا را انجام می‌دهد.

نفت سوخت (Fuel Oil)

محصولات پالایشگاهی با وزن مخصوص بین 0. 85 تا 0. 98 که نقطه اشتعال آن‌ها بیشتر از 55درجه سانتیگراد است. این ترکیبات شامل ترکیبات دیزل، نفت سوخت (شماره 2)، سوخت حرارتی (شماره4)، (سوخت بانکر شماره 5 و شماره 6)، است.

بنزین (Gasoline)

مخلوطی از ترکیبات فرار، هیدروکربن‌های مایع قابل اشتعال که در موتورهای قابل احتراق مورد استفاده قرار می‌گیرد و نقطه اشتعال آن معمولاً 40- درجه سانتی گراد است و وزن مخصوص آن در حدود 0. 65 تا 0. 75 است.

ماهی‌های که در بستر دریا زندگی می‌کنند Ground Fish

ماهی‌هایی که در نزدیکی بستر دریا زندگی می‌کنند و از موجودات بستر دریا تغذیه می‌کنند که از جمله انواع این ماهی‌ها می‌توان به ماهی تن (Cod)، هالیبوت (Halibut) و توربوت (Turbot) اشاره کرد.

آب‌های زیرزمینی Ground Water

آب‌هایی که در زیر سطح بستر دریا و در خلل و فرج لایه‌های بالایی خاک قرار دارند و این لایه توسط آب به طور کامل اشباع شده است.

لایه بالایی آب‌های زیرزمینی، سفره آب‌های زیرزمینی است. آلودگی آب‌های زیرزمینی مهمترین مسئله در هنگام وقوع آلودگی‌های نفتی است که باعث آلوده شدن آب‌های زیرزمینی خواهد شد.

محدوده‌ای که بخش عمده مواد نفتی در بخش جلوی بوم‌های محدود کننده قرار می‌گیرد Head Wave

این بخش از آلودگی‌های نفتی که دارای میزان ضخامت بالایی هستند، بسیار مهم است که توسط وسایل مکانیکی مثل اسکیمر و سایر تجهیزات پاکسازی شوند. نقائص مربوط به بوم و خارج شدن آلودگی‌های نفتی از زیر سطح بوم، زمانی اتفاق می‌افتد که سرعت جریان از سرعت بحرانی بیشتر باشد.

پراکندگی هیدرولیکی Hydraulic Dispersion

یکی از روش‌های پراکندگی آلودگی‌های نفتی در خطوط ساحلی است که به وسیله فشار بخار با جریان بالا و یا پایین انجام می‌شود. از جریان فشار بالا و پایین آب برای شستشو خطوط ساحلی استفاده می‌شود. این روش برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی از رسوبات رودخانه، صخره‌ها و سازه‌های ساخت دست انسان مناسب است. در هنگام استفاده از این روش باید این نکته در نظر گرفته شود که به پوشش گیاهی و جانوری منطقه آسیب وارد نشود.

هیدروکربن‌ها Hydrocarbons

ترکیبات شیمیایی آلی که شامل عناصر کربن و هیدرون هستند. هیدروکربن‌ها، اعضای اصلی تشکیل دهنده نفت خام، محصولات حاصل از پالایش و. . . هستند که چهار محصول اصلی در هیدروکربن‌ها وجود دارد (آلکان‌ها، آلکن‌ها،

نفتالن‌ها و ترکیبات آروماتیک) که تمام این ترکیبات از هیدروژن و کربن تشکیل شده‌اند. این ترکیبات از لحاظ فیزیکی و شیمیایی با یکدیگر تفاوت دارند.

عوامل هیدروفوبیک یا چربی دوست Hydrophobic Agent

این ترکیبات آب را جذب نمی‌کنند و ا ز این ترکیبات به عنوان مواد جاذب استفاده می‌شود، جذب مواد نفتی در این ترکیبات بالا است. به کمک این ترکیبات می‌توان میزان جذب مواد نفتی را افزایش داد.

بوم‌های ساختنی و سر همی (Improvised Boom)

استفاده از بوم‌هایی که با استفاده از امکانات در محل مثل قطعات چوب و یا سایر مواد ساخته می‌شود به دلیل اینکه از بوم‌های متداول نمی‌توان استفاده کرد. همچنین از این نوع بوم‌ها به شکل کمکی در کنار بوم‌های تجاری می‌توان استفاده کرد. این بوم‌ها در انحراف آلودگی‌های نفتی به سمت این نوع از بوم‌ها کمک خواهند کرد.

سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل In Situ Burning

یکی از روش‌های پاکسازی آلودگی‌های نفتی است که در این روش، آلودگی‌های نفتی در محل سوزانده می‌شوند. این مرحله شامل سوزاندن آلودگی‌های نفتی در دستگاه‌های سوزاننده ویا کوره‌ها نمی‌شود.

کشش بین سطحی Interfacial Tension

نیروهای چسبندگی در مایعات نیروهایی است که مولکول‌های مایع را به سوی یکدیگر می‌کشد. ذرات (مولکولهای) واقع در لایه سطحی یک مایع نسبت به مولکول‌های داخل مایع انرژی زیادتری دارند. در داخل مایع هر ذره به طور متوسط توسط Nذره که نزدیکترین مجاورهای آن هستند، محصور است. در حالی که لایه سطحی، ذره فقط نصف این تعداد مجاور را دارد. به همین برآیند نیروهای وارد بر مولکول‌های سطحی صفر نیست. این مولکول‌ها به طرف پایین کشیده می‌شوند. این کیفیت را کشش سطحی مایعات می‌نامند.

موجودات بین ناحیه جزر و مدی Intertidal Fauna

موجوداتی که در منطقه‌ای که بین جزر و مد دریا محصور است، زندگی می‌کنند که شامل گونه‌های ساکن و متحرک است، که گونه‌های متحرک شامل خرچنگ، حلزون، میگو و غیر متحرک شامل بارناکل‌ها است. این موجودات در برابر آلودگی‌های نفتی آسیب پذیر هستند و آلودگی‌های نفتی به شکل سنگین باعث از بین رفتن این موجودات خواهد شد.

ناحیه بین جزر و مدی Intertidal Zone

این منطقه بین جزر و مد دریا محصور است و رسوبات آن مخلوطی از رسوبات زمینی Terigenousودریایی بوده و شامل قطعه سنگ‌ها، قلوه سنگ‌ها، ماسه‌ها، گلها و رسوبات آلی می‌باشد. بهترین روش پاکسازی منطقه بین جزر و

مدی بر اساس ویژگی‌های فیزیکی و حساسیت منطقه ساحلی است. گاهی اوقات ایـن منـاطق بـه حـال خـود گذاشـته می‌شوند تا به شکل طبیعی پاکسازی شوند.

سوخت جت Jet Fuel

سوختی بر پایه ترکیبات کرزون است Kerosne که برای نیروی جت از آن استفاده می‌شود.

کرزون Kerosene

ترکیبات نفتی با میزان ویسکوزیته پایین، وزن مخصوص 0. 8 و نقطه اشتعال 55 درجه سانتیگراد است. کرزون خاصیتی شبیه به بنزین و نفت سوخت دارد و در حین انجام عملیات تقطیر نفت خام این ترکیب جداسازی می‌شود.

سمیت کشنده LC50

اندازه گیری استاندارد سمیت که باعث کشتن نیمی از نمونه ی جمعیت حیوانات آزمایش شده از طریق قـرار گـرفتن در معرض تنفس می‌شود. LC50بر حسب میکروگرم و یا میلی گرم در لیتر یا قسمت در میلیون PPM)) انـدازه گیـری می‌شود.

روغن روان ساز Lubricating Oil

روغن روان ساز به منظور کاهش اصطکاک بین قطعات متحرک ماشین آلات مورد استفاده قرار مـی‌گیـرد. روغـن‌هـای روان ساز بر پایه ترکیبات نفت خام حاصل از مراحل فرایند تقطیر نفت خام هستند. که این فرایند تقطیر شامل جداسازی موم و ترکیبات حلال با کمک ترکیبات کاتالیزور است. بیشتر ترکیبات روغن روان ساز از نفت خـام، ترکیبـات آلکـان و نفتالین به همراه تعداد زیادی از کربن تشکیل شده است. یکی از مهمترین ویژگی‌های مربوط به روغن‌هـای روان سـاز، میزان ویسکوزیته این ترکیبات است.

جمع آوری دستیManual Recovery

جمع آوری مواد نفتی از سطح ساحل به کمک سطل، بیلچه، بیل و سایر تجهیزات به کمک کارکنان اسـت. جمـع‌آوری به شکل دستی نیاز به نیروی کار زیادی دارد، ولی نقش مهمی را در پاکسازی مواد نفتی از سطح ساحل بر عهده خواهد داشت.

تن Tonne

واحد جرم و وزن که معادل با 1000 کیلوگرم یا 2205 پوند است. در کشور کانادا، واحد تن برای اندازه‌گیری مواد نفتـی به شکل وزنی مورد استفاده است، که این مقدار معادل با 7 تا 9 بشکه (245 تا 315 گالن است)، از مواد نفتـی بـه ازای هر متر مکعب است. که این مسئله بستگی به جرم مخصوص مواد نفتی دارد.

میکروارگانیسم Microorganism

موجودات و گیاهان بسیار ریز و میکروسکوپی که به وسیله چشم غیر مسلح به شکل عادی قابل مشاهده نیستند و برای مشاهده آن‌ها نیاز به تجهیزات میکروسکوپی است. میکروارگانیسم‌ها در هوا، آب و خاک وجود دارند، که معمولاً شامل باکتری‌ها، مخمر، قارچ‌ها و. . . هستند. بعضی از میکروارگانیسمها می‌توانند از هیدروکربن‌ها تغذیه کنند و نقش مهمی در تجزیه این ترکیبات در محیط زیست دارند.

مواد جاذب پایه معدنی Mineral Based Sorbent

ترکیبات با پایه معدنی که برای جذب مواد نفتی کاربرد دارند، این ترکیبات در حدود 4 تا 8 برابر وزن خودشان مواد نفتی را جذب می‌کنند.

اسپریت معدنی Mineral Spirit

ترکیبات حاصل از تقطیر قابل اشتعال که در نقطه جوش پایین‌تر از کرزون به جوش می‌آید و به عنوان حلال و رقیق کننده مورد استفاده است. اسپریت‌های معدنی، واژه معادل برای ترکیبات نفتا هستند. ترکیب معدنی اسپریت معمولاً در مواد دیسپرسنت در سال 1970 میلادی مورد استفاده بودند که بعدها به خاطر سمیتشان دیگر مورد استفاده قرار نگرفتند.

وزن مولکولی Molecular Weight

وزن کلی گروهی از اتم‌ها که با اتصال به یکدیگر به عنوان بخشی از مولکول محسوب می‌شوند.

نفتا (Naphtas)

ترکیبات فرار و قابل اشتعال هیدروکربنی که به عنوان حلال و رقیق کننده مورد استفاده هستند. نفتا از ترکیبات هیدروکربنی تشکیل شده است که دارای نقطه جوش بالاتری نسبت به بنزین و همچنین نقطه جوش پایین‌تری نسبت به کروزن دارد. ترکیبات نفتا در اوایل سال 1970 میلادی در ترکیبات دیسپرسنت مورد استفاده قرار می‌گرفت.

نفتالین Naphtaenes

گروهی از هیدروکربن‌های نفتی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نزدیک به ترکیبات آلکان که این ترکیبات دارای حلقه‌های بسته هستند. ترکیبات آلکان و نفتالین، معمولاً ترکیبات اشباع هستند. در این ترکیبات پیوند دو گانه کربن-کربن وجود ندارد و فرمول کلی این ترکیبات به صورت C_nH_{2n}است.

نفتالین در ترکیب موجود در نفت خام و محصولات پالایش شده حاصل از آن وجود دارد. این ترکیب در آب غیر قابل حل است و نقطه جوش آن در حدود 10 تا 20 درجه در ارتباط با تعداد هیدروکربن‌های موجود در آن بیشتر از آلکان‌ها است.

جاذب‌های طبیعی Natural Organic Sorbent

جاذب‌های طبیعی مثل زغال سنگ نارس، کاه و خاک اره و سایر مواد طبیعی دیگر می‌توانند آلودگی‌های نفتی را جذب کنند. مواد جاذب طبیعی قادر هستند به مقدار 3 تا 6 برابر میزان وزن خود، مواد نفتی را جذب کنند. تمام جاذب‌های طبیعی، آب را به اندازه مواد نفتی جذب می‌کنند و این ترکیبات ممکن است بر اثر جذب آب ته‌نشین شوند و این یکی از مشکلات مربوط به استفاده از جاذب‌های طبیعی است. جاذب‌های مصنوعی، معمولاً جذب بیشتری نسبت به جاذب‌های طبیعی دارند و بازیابی این ترکیبات آسانتر است.

گلوله نفتی Oil Slug، Tarball

حرکت رو به پایین مواد نفتی در بین خلل و فرج لایه‌های زمین که این پدیده به دلیل حرکت رو به پایین مواد نفتی در خلل و فرج زمین و لایه‌های خاک اشباع شده توسط مواد نفتی اتفاق می‌افتد.

سازمان‌های حمایت کننده در هنگام وقوع آلودگی نفتی Oil spill Cooperation، سازمان‌ها و شرکت‌هایی که دارای نیرو، امکانات و تجهیزات در خصوص مقابله با آلودگی‌های نفتی، کارکنان آموزش دیده و کارشناسان برای مقابله با آلودگی‌های نفتی هستند.

امولسیون آب در نفت Oil In Water Emulsion

قطرات آلودگی‌های نفتی در آب که بر اثر امواج و یا دیسپرسنت در داخل آب ایجاد می‌شوند. تشکیل قطرات نفتی بر روی آب در هنگامی که دریا آرام و یا از مواد فعال سطحی و یا دیسپرسنتها بر روی آب استفاده شده است، بیشتر است. پراکندگی طبیعی مواد نفتی بر روی آب باعث انحلال، اکسیداسیون و تجزیه طبیعی ترکیبات خواهد شد و میزان فضایی که مواد نفتی در آن پراکنده شده است را افزایش خواهد داد.

اولفین Olefins

گروهی از ترکیبات غیر اشباع هیدروکربنی که دارای میزان کمی از ترکیبات هیدروکربنی هستند. اولفین‌ها، حداقل دارای یک پیوند دو گانه کربن- کربن هستند. اولفین‌ها در محصولات حاصل از پالایش وجود دارند.

اسکیمرهای با سطح اولئوفیلیک Oleophilic Surface Skimmer

اسکیمرهای جاذب، که دارای سطحی هستند که آلودگی‌های نفتی بر روی سطح آن‌ها می‌چسبند. سطح این نوع از اسکیمرها به صورت صفحه‌ای، استوانه‌ای، کمربندی، برسی و یا طنابی است که به وسیله آن‌ها آلودگی‌های نفتی از روی سطح آب جمع‌آوری می‌شوند. آلودگی‌های نفتی به وسیله تیغه‌های پاک کننده و یا قرقره‌های مخصوص، جمع‌آوری و به مکان مناسب برای جمع‌آوری آن‌ها انتقال داده می‌شود.

اکسیداسیون و محیط اکسیداسیون Oxidation or Atmospheric Oxidation

ترکیب شیمیایی مواد به همراه اکسیژن به عنوان مثال ترکیب هیدروکربنی به همراه اکسیژن است. اکسیداسیون شامل فرایند هوازدگی مواد نفتی است. در مقایسه با سایر فرایندهای مربوط به هوازدگی، اکسیداسیون فرایندی آهسته است تا زمانی که اکسیداسیون شروع شود.

ترکیبات اکسیژنه Oxygenated Compound

ترکیبات هیدروکربنی که شامل اکسیژن هستند و این ترکیبات محصول ناشی از احتراق ناقص هستند.

پارافین Paraffin

ترکیبات مومی شکل ناشی از فرایند تقطیر نفت خام که معمولاً در نفت خام وجود دارند. پارافین، مخلوطی از ترکیبات آلکانی به همراه تعداد زیادی از کربن که در برابر آب و بخار آب مقاوم هستند و این ترکیب به صورت شیمیایی خنثی است.

فوتواکسیداسیون Photooxidation

فوتواکسیداسیون، زمانی اتفاق می‌افتد که نور خورشید بر لکه نفتی می‌تابد و باعث می‌شود که اکسیژن و ترکیبات کربن، محصول جدید دیگری تحت عنوان رزین را به وجود بیاورند و رزین‌ها ممکن است، قابل حل در آب باشند و یا در آب تشکیل امولسیون را بدهند. بعضی از مواد نفتی، استعداد بیشتری در برابر فوتواکسیداسیون از خود نشان می‌دهند. به طور کلی، این مسئله پدیده مهمی پس از وقوع آلودگی نفتی نیست.

احیاء به وسیله گیاهان Phytoremediation

استفاده از گیاهان و سایر میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه و از بین بردن بی ضرر مواد نفتی بر روی خاک و یا آب‌های زیرزمینی است.

PM- 10

ذرات ریز قابل تنفس که اندازه آن‌ها در حدود 10 میکرومتر و یا میکرون ویا کمتر است. 10 میکرومتر، اندازه‌ای است که باعث آسیب رساندن به ریه انسان می‌شود. بر اساس مطالعات انجام شده، بایداندازه ذرات منتشر شده در هوا ناشی از عملیات سوزاندن آلودگی‌های نفتی در مدت زمان 24 ساعت در منطقه عملیات، کمترا ز 150 میکروگرم بر مترمکعب باشد. PM، (ذرات پراکنده) در هوا یکی از مسائل مهم و مورد توجه در هنگامی که آلودگی‌های نفتی سوزانده می‌شوند، می‌باشد.

ترکیبات قطبی Polar Compound

ترکیبات هیدروکربنی موجود در نفت که به دلیل اتصال به ترکیباتی همچون گوگرد، نیتروژن و اکسیژن دارای بار هستند. خصلت ترکیبات قطبی باعث می‌شود که رفتار این ترکیبات غیر قطبی در واکنش‌ها متفاوت باشد. ترکیبات رزین، ترکیبات قطبی کوچکی هستند که باعث افزایش میزان چسبندگی در ترکیبات نفتی خواهند شد.
ترکیبات قطبی بزرگتر مانند آسفالتین هستند، که تحت عنوان آسفالت در کارهای عمرانی و یا راهسازی مورد استفاده هستند.

هیدروکربن‌های پلی آروماتیک Polyaromatic Hydrocarbons PAHS

پلی آروماتیک‌ها، ترکیبات کوچک و فرار موجود در ترکیبات نفتی هستند که این ترکیبات شامل حلقه‌های بنزن می‌باشند که برای سلامتی انسان و محیط زیست دریایی خطرناک هستند.

پلی اتیلن Polyethylene

پلیمر حاصل، ماده تشکیل شده از ترکیبات بزرگ مولکول‌های شیمیایی، ترکیبات آلکان و اتیلن است. پلی اتیلن در برابر مواد شیمیایی مقاوم است و همچنین این ترکیب به شکل‌های مختلف قابل تهیه و استفاده است. پلی اتیلن دارای خاصیت اولئوفیلیک است و به عنوان جاذب مواد نفتی در آلودگی‌های نفتی کاربرد دارد.

پلی یورتان Polyurethane

هر گروه از ترکیبات سنتزی و الاستومری که به خانواده ترکیبات پلیمری تعلق داشته باشد، که از مولکول‌های بزرگی که از اتصال زنجیری مولکول‌های کوچک ایجاد شده باشند. شناخته شده‌ترین ترکیبات پلی یورتان، فوم‌های قابل انعطاف مورد استفاده در ترکیبات وزن سبک به عنوان مثال در باله‌های هواپیما هستند. پلی یورتان یکی از جاذب‌های سنتزی است که در جذب مواد نفتی با میزان ویسکوزیته مختلف آلودگی‌های نفتی نقش دارد.

تخلخل Porosity

فضای موجود در صخره و یا خاک که این فضا به وسیله ترکیبات معدنی قابل اشغال نیست. تخلخل بر اساس میزان فضای خالی موجود بر اساس حجم کلی موجود در صخره، . . ، تعریف می‌شود. تخلخل، در موارد دیگر برای مواد جاذب برای میزان حجمی که آب و یا مواد نفتی را جذب می‌کنند، نیز تعریف می‌شود.

نقطه ریزش Pour Point

کمترین دمایی است که در آن دما مواد نفتی می‌توانند جاری شوند، نقطه ریزش مواد نفتی می‌باشد که به صورت PPبیان می‌گردد. هر چه نقطه ریزش نفت پایین‌تر باشد، بهتر است.

جمع آوری Recovery

در هنگام عملیات پاکسازی آلودگی نفتی، این واژه شامل مراحل فیزیکی پاکسازی زمین، آب، محیط زیست ساحل و سایر فرایند انجام کارهای فیزیکی برای پاکسازی مواد نفتی می‌باشد. روش‌های جمع‌آوری مواد نفتی شامل استفاده از اسکیمر، جاذب‌ها و روش‌های جمع‌آوری دستی مواد نفتی به وسیله کارکنان درگیر در عملیات مقابله با آلودگی نفتی است.

یکی از روش‌های جمع‌آوری مواد نفتی، حفر کردن مواد نفتی در نقاط مشخص شده در ساحل توسط کارکنان مقابله با آلودگی است.

عوامل جمع‌آوری کننده و یا افزایش دهنده Recovery Agent Enhancers

عوامل ویسکو- الاستیک، که این عوامل باعث افزایش میزان کارایی اسکیمرها و یا سیستم مکش خلاء در هنگام جمع‌آوری مواد نفتی، به وسیله افزایش میزان چسبندگی مواد نفتی خواهند شد.

حسگرهای کنترل از راه دور Remote Sensing

حسگرهای کنترل از راه دور به وسیله هواپیما و یا ماهواره به تشخیص مواد نفتی کمک خواهد کرد. تشخیص اولیه آلودگی‌های نفتی در زمان وقوع اولیه آلودگی توسط این حسگرها انجام می‌گیرد. این حسگرها در تشخیص آلودگی‌های نفتی در شب و در شرایط وضعیت بد آب و هوایی کمک خواهد کرد.

مواد نفتی باقیمانده Residual Oil

نفت باقیمانده حاصل از عملیات تقطیر در پالایشگاه است. که این نوع از نفت‌ها، معمولا شامل نفت سوخت هستند.

مواد باقیمانده Residue

مواد باقیمانده‌ای که بعد از عملیات سوزاندن آلودگی‌های نفتی در محل باقی می‌ماند. که این ترکیبات شامل مواد نفتی سوخته نشده به همراه ترکیبات سبک‌تر و فرار هستند که پس از عملیات به وجود می‌آیند.

رزین Resin

کوچکترین ترکیب قطبی موجود در نفت که باعث افزایش میزان چسبندگی مواد نفتی خواهد شد.

سایت برای دفن بهداشتی Sanitary Landfill Site

مکان‌هایی مورد تائید برای دفن زباله، مواد آغشته به مواد نفتی و ترکیبات نفتی که دچار هوا زدگی شده‌اند، که این مکان‌ها باید دارای عمق مناسب و کافی برای جلوگیری از انتشار مواد نفتی به لایه‌های زیرین خاک باشند. سایت‌های دفن بهداشتی در مکان‌هایی واقع شده‌اند که احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی در آن مناطق وجود ندارد. استفاده از

روش ذکر شده، این امکان را فراهم می‌کند که با استفاده از بعضی باکتری‌ها، امکان تجزیه شدن زیستی آلودگی‌های نفتی وجود دارد.

گروه اشباع Saturate Group

گروهی از ترکیبات هیدروکربنی موجود در نفت که شامل آلکن هستند که دارای بیشترین پیوند بین کربن و هیدروژن هستند. کلمه اشباع به این دلیل به کار می‌رود که اتم‌های کربن با هیدروژن به شکل اشباع در آمده‌اند. گروه اشباع، همچنین شامل ترکیبات سیکلوآلکان‌ها می‌باشد که شامل تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن می‌باشند ولی این ترکیبات در داخل حلقه با یکدیگر اتصال دارند. ترکیبات بزرگتر اشباع شامل ترکیبات مومی شکل است.

رسوبگذاری Sedimentation

این مرحله به ته نشینی مواد نفتی در بستر رودخانه و یا محیط‌های آبی گفته می‌شود. این پدیده به دلیل اینکه مواد نفتی به دلیل بر هم کنش با رسوبات میزان دانسیته‌ای بیشتر از آب پیدا می‌کنند، اتفاق می‌افتد. زمانی که آلودگی‌های نفتی به بستر دریا رسوب می‌کنند، توسط رسوبات پوشیده می‌شوند و تجزیه شدن آن‌ها آهسته‌تر انجام خواهد شد.

رسوبات Sediments

واژه‌ای عمومی مورد استفاده برای مواد موجود در بستر دریا که به صورت معلق در بستر دریا وجود دارند و با امواج حرکت می‌کنند که شامل شنها و رسوبات موجود در بستر دریا، دریاچه و اقیانوس‌ها است.

نقشه‌های حساسیت زیست محیطی Sensivity Map

نقشه‌های حساسیت زیست محیطی که نشان دهنده مناطق حساس زیست محیطی از لحاظ بیولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی است و توسط گروه مقابله با آلودگی مورد استفاده است. در این نقشه همچنین نقاطی که پس از وقوع آلودگی نفتی برای پاکسازی اولیه الویت دارند، مشخص شده است. در این نقشه همچنین میزان دسترسی به مناطق ساحلی، جاده، وسایل ارتباطی به مناطق ساحلی مشخص شده است. نقشه‌های حساسیت زیست محیطی معمولا به عنوان بخشی از طرح‌های اقتضایی مقابله با آلودگی‌های نفتی هستند.

لایه نازک مواد نفتی (شین Sheen)

واژه متداول مورد استفاده که نشان دهنده لایه نازک مواد نفتی بر روی آب است که میزان ضخامت این مواد نفتی در حدود 2 میکرومتر بر روی سطح آب است.

حساسیت خط ساحلی Shoreline Sensivity

میزان حساسیت خط ساحلی به آلودگی‌های نفتی که در بلند و یا کوتاه مدت اثر گذار خواهد بود. خطوط ساحلی که به آلودگی‌های نفتی حساس هستند، همچنین در برابر عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی از سواحل نیز حساس هستند. مناطق باتلاق و مردابی از جمله مناطق حساس زیست محیطی در برابر آلودگی‌های نفتی هستند.

نوع خط ساحلی Shore line Type

نوع خط ساحلی، بستگی به میزان شیب ناحیه بین جزر و مدی دارد. با توجه به نوع خط ساحلی، انواع گیاهان و جاندارانی که در آن منطقه زندگی می‌کنند، متفاوت خواهند بود و هر نوع خط ساحلی یک نوع روش خاص پاکسازی آلودگی نفتی را خواهد داشت.

عوامل غرق کننده (Sinking Agent)

ماده‌ای که بر روی سطوح آلودگی نفتی پخش می‌شوند و باعث غرق شدن آن‌ها می‌شود. از جمله متداول‌ترین عامل غرق کننده می‌توان به ماسه، خاکستر و انواع خاک رس اشاره کرد. این مواد باعث صدمات جبران ناپذیری به بستر دریا و موجودات بستر دریا خواهند شد.

لکه نفتی Oil Slick

واژه متداول مورد استفاده برای لکه نفتی موجود بر روی سطح آب که میزان ضخامت آن در حدود 2 میکرومتر تا 2 سانتیمتر است.

مواد جامد کننده (Solidifier)

این نوع از مواد باعث تبدیل مواد نفتی از شکل مایع به شکل جامد خواهند شدو این تبدیل، جمع‌آوری این مواد از روی سطح آب را آسان خواهد کرد. جمع‌آوری مواد نفتی از روی سطح آب به وسیله تجهیزات مکانیکی و یا تور انجام می‌شود. این نوع از مواد جامد کننده، موادی هستند که با مواد نفتی، اتصال جانبی ایجاد می‌کنند.

انحلال Solubility

در حل شدن ماده در مقدار معینی از آب در دمای مشخص، محدودیتی وجود دارد. این محدودیت را انحلال پذیری و یا قابلیت حل شدن آن ماده مشخص می‌گویند. در عملیات پاکسازی آلودگی‌های نفتی باید به میزان انحلال آلودگی نفتی در داخل آب توجه شود. انحلال مواد سمی از ترکیبات نفتی در داخل آب باعث از بین رفتن تعداد زیادی از موجودات در داخل آب خواهد شد.

میزان حلالیت مواد نفتی در داخل آب کم است و این میزان کمتر از 100ppm است.

جاذب Sorbent

ماده‌ای که مواد نفتی را جذب و یا جذب سطحی می‌کند که ترکیبات جاذب می‌توانند بـه صـورت طبیعـی، معـدنی ویـا مصنوعی مورد استفاده قرار بگیرند از این ترکیبات برای جذب آلودگی‌های نفتی که در ساحل و یا خشکی ریختـه شـده است، استفاده می‌شود.

بوم جاذب Sorbent Boom

بوم‌های مخصوص برای جمع‌آوری و محدود کردن آلودگی‌های نفتی که از مواد جاذب متخلخل ساخته شده‌اند. بوم‌های جاذب تنها زمانی که میزان ضخامت مواد نفتی کم باشد، کاربرد خواهند داشت. استفاده ازبوم‌های جاذب نمـی‌توانـد بـه عنوان روش اولیه برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی به کار می‌رود.

اسکیمر با سطح جاذب Sorbent Surface Skimmer

اسکیمرهای مکانیکی که با حالت چرخشی و با سطح جاذب (اولئوفیلیک) به صورت استوانه‌ای، کمربنـدی و یـا طنـابی شکل هستند که باعث چسبیدن آلودگی‌های نفتی به سطح آن‌ها می‌شود.

وزن مخصوص Specific Gravity

وزن مخصوص یک ماده به وزن آب هم حجم آن را در شرایط استاندارد، چگالی یا وزن مخصوص می‌گوینـد. شـناوری به میزان وزن مخصوص بستگی دارد. در صورتی که ماده، وزن مخصوصی کمتراز مایع داشته باشد، به صورت شناور در می‌آید. وزن مخصوص بیشتر از مواد نفتی و محصولات پالایشگاهی کمتراز 1 و بنابراین، این مواد بر روی آب به شکل شناور باقی می‌مانند.

اسکیمرهای غوطه وری Submersion Skimmers

اسکیمرهای مکانیکی که دارای بخش‌های کمربندی هستند که به صورت زاویه دار وارد آب می‌شود و مواد نفتـی را در مکان مشخص جمع‌آوری می‌کند.

لایه زیرین Substrate

موادی مثل آب، خاک، صخره و همچنین سایر گیاهان و موجودات . . . که بستر و لایه تشکیل دهنده چیزی را تشکیل می‌دهند. در بیولوژی، لایه زیرین یا سوبسترا به عنوان بخش و یا پایه‌ای است که موجودات بر روی آن زندگی می‌کنند.

اسکیمر خلاء یا مکشی Suction Or Vacum Skimmer

از این نوع اسکیمر برای جداسازی آلودگی‌های نفتی از روی سطح آب استفاده می‌شود. که این نوع از اسکیمرها از یـک سر شناور به همراه یک بخش مکش و یا خلاء تشکیل شده‌اند.

کشش سطحی Surface Tension

کشش سطحی ویژگی در مایعات است که باعث می‌شود، لایه بیرونی آن‌ها به صورت ورق‌های کشسان عمل کند. این همان ویژگی‌ای است که موجب ربایش دو سطح مایع به یکدیگر می‌شود. کشش سطحی در میزان پراکندگی مواد نفتی در داخل آب تاثیر گذار خواهد بود. مواد نفتی با میزان وزن مخصوص پایین دارای میزان کشش سطحی پایین‌تری هستند. بنابراین ترکیبات در داخل آب سریع‌تر پخش می‌شوند.

عوامل فعال سطحی Surface- Washing Agent

گاهی اوقات به مواد دیسپرسنت ارجاع می‌شود. اگر چه عوامل شوینده سطوح، در داخل آب میزان انحلال بیشتری نسبت به نفت دارند. این مواد در داخل خط ساحلی برای آزاد شدن مواد نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مواد جاذب سنتزی Synthetic Organic Sorbent

بعضی از مواد پلیمری و یا فوم‌های پلاستیکی که برای جمع‌آوری مواد نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مواد جاذب سنتزی نسبت به جاذب‌های طبیعی میزان قدرت جذب بیشتر مواد نفتی را دارند. این مواد نسبت به مواد جاذب طبیعی مثل زغال سنگ نارس Peatmossو ورمکولیت، میزان جذب بیشتری از مواد نفتی را دارند. بسیاری از مواد جاذب، پس از جذب مواد نفتی قابلیت استفاده مجدد دارند. بسیاری از مواد جاذب متداول سنتزی شامل پلی یورتان، فوم، پلی اتیلن و پلی پروپیلن است.

تانکر Tanker

کشتی باری به همراه مخازن برای حمل و نقل مایعات به صورت فله است.

قیر Tar

هیدروکربنی به رنگ سیاه و یا قهوه‌ای که مایع غلیظی را تشکیل می‌دهند. مهمترین منبع تشکیل دهنده قیر، حاصل از عملیات تقطیر نفت خام است.

تاربال Tarballs

مواد نفتی فشرده به شکل جامد تا نیمه جامد که از تشکیل و تجمع مواد نفتی در داخل ستون‌های آب ایجاد شده‌اند. تاربالها عمدتا توسط جریان‌های آب به داخل ساحل کشیده می‌شوند و پس از باقی ماندن در طی ساحل، مجددا دچار هوازدگی خواهند شد.

بخش کششی Tension Member

بخش شناور مربوط به بوم محدود کننده آلودگی نفتی که میزان بار حاصل از موج و باد بر روی بوم تنظیم می‌کند. بخش کششی، معمولا از کابل‌های سیمی و یا زنجیرها برای تحمل قدرت بر روی آن‌ها ساخته می‌شوند.

آبهای کم عمق و یا مرداب‌های بین جزر و مدی Tide Pool

آبگیرهایی که بر اثر جزر و مد بر جای می‌ماند، Tide Pool در سواحل سنگی فراوان بوده و انواع زیادی از موجودات در آن یافت می‌شود.

سنگ‌های این ناحیه بوسیله بی‌مهرگان چسبنده و جلبک‌ها پوشیده می‌شوند. موجودات کف‌زی متحرک مثل ستاره‌های دریایی و حلزونهای دریایی در این محیط فراوان است، که پس از پرشدن آبگیرها بوسیله رسوبات، این فسیل‌ها نیز در آن‌ها محفوظ می‌مانند. این نواحی به آلودگی‌های نفتی بسیار حساس هستند.

سمیت Toxicity

قدرت یک ماده و یا ترکیب آن برای از بین بردن موجودات و ارگانیسم‌های زنده را سمیت آن ماده می‌گویند. اندازه‌گیری استاندارد سمیت که باعث کشتن نیمی از نمونه ی جمعیت حیوانات آزمایش شده از طریق قرار گرفتن در معرض استنشاق می‌شود. LC50بر حسب میکرو گرم یا میلی گرم در لیتر قسمت در میلیون PPMاندازه گیری می‌شود.

امواج ماورابنفش Ultraviolet Radiation

تابش فرابنفش یا به اختصار UV، دامنه موجی است در گستره امواج الکترومغناطیس با دامنه طول موجی کوتاهتر از نور مرئی، ولی بلندتر از پرتو Xاست. تابش فرابنفش بگونه‌ای کاملا اتفاقی با مشاهده تغییر رنگ و تیرگی املاح نقره در مقابل نور مستقیم آفتاب کشف گردید

برخی دامنه‌ها از تابش‌های فرابنفش، اصطلاحا به نور سیاه Black Light، معروفند به همان دلیل که نور مرئی نیستند ولی بدون باقی گذاردن هیچگونه اثر حرارتی یا سوختگی، (از آن نوع که آفتاب سوختگی معمولی باعث آن است، مانند سرخ شدن یا تاول پوست و پوسته پوسته شدن) قادرند تا اعماق زیادی در بافت‌ها نفوذ کرده و از پیری زودرس پوست، تخریب ساختار DNA سلول‌ها و احتمالا در حالت پیشرفته‌تر تا سرطانی کردن آنان پیش بردند.

اشعه‌ها ماورابنفش باعث پدیده فوتواکسیداسیون در بعضی از ترکیبات هیدروکربنی به وسیله نفوذ طول موج‌های انرژی خواهند شد.

فشار بخار Vapour Pressure

فشار به حجمی از فشار کلی در بالای سطح مایع که توسط مولکول‌های بخار مایع تامین می‌شود، فشار بخار مایع گفته می‌شود. فشار بخار همچنین با عنوان‌های فشار بخار تعادل و فشار بخار اشباع یاد می‌شود.

ویسکوزیته Viscosity

ویسکوزیته، عبارت است از مقاومت یک مایع در برابر اعمال تنش برشی در یک سیال جاری (در حال حرکت) که لایه‌های مختلف آن نسبت به یکدیگر جابجا می‌شوند، به مقدار مقاومت لایه‌های سیال در برابر لغزش روی هم

گرانروی سیال می‌گویند. هر چه گرانروی مایع بیشتر باشد، برای ایجاد تغییر شکل یکسان، به تنش برشی بیشتری نیاز است. ویسکوزیته ماده نفتی بستگی به ترکیبات سبک و سنگین موجود در آن دارد.

میزان ویسکوزیته بستگی به ترکیبات اشباع آسفالتین و سایر ترکیبات دارد. میزان ویسکوزیته مواد نفتی با افزایش میزان هوازدگی افزایش پیدا می‌کند.

در واژه پاکسازی مواد نفتی، مواد نفتی با میزان ویسکوزیته بالا به راحتی پخش و پراکنده نمی‌شود و این گونه مواد به راحتی نفوذ نمی‌کنند و بر میزان کارایی پمپ و اسکیمر اثر گذار خواهند بود.

ترکیبات آلی فرار Volatile Organic Compound VOC

ترکیبات شیمیایی آلی که در شرایط عادی، بخار و وارد جو می‌شوند.

فراریت Volatility

به تمایل یک ماده جامد یا مایع برای تبدیل شدن به فاز بخار گفته می‌شود، که رابطه مستقیمی با فشار بخار ماده دارد. هر قدر فشار بخار ماده در دمای مشخصی بالاتر باشد، تمایل آن ماده برای تبدیل شدن به بخار و در نتیجه فراریت آن ماده بالاتر است. به عنوان مثال، بنزین حاوی ترکیبات بالایی از ترکیبات فرار هستند، که خطر آتش‌سوزی و انفجار را چند برابر می‌کند. به عبارت دیگر، سوخت بانکر حاوی ترکیبات کم فرار هیدروکربنی است که در طی عملیات تقطیر آزاد می‌شود.

اسکیمر گردابی یا سانتریفیوژی Vortex or Centrifugal Skimmer

اساس کار اسکیمرهای گردابی و گریز از مرکز بر اساس اختلاف دانسیته بین آب و نفت به منظور جداسازی انتخابی و جدا کردن نفت می‌باشد. جریان گردابی آب باعث جذب نفت از طریق جریان چرخشی سانتریفیوژ به داخل مخزن نگهداری خواهد شد، که این عمل به وسیله نیروی آب و یا منبع جریان خارجی صورت می‌گیرد.

امولسیون آب در نفت Water in oil emulsion

یک نمونه از امولسیون آب در نفت، که در آن قطرات آب در داخل نفت به صورت پراکنده وجود دارند. این نوع از امولسیون زمانی تشکیل می‌شود که آب با مقدار مشخصی از مواد نفتی با میزان ویسکوزیته بالا به وسیله انرژی امواج مخلوط شود.

این نوع از امولسیون یک نوع امولسیون پایدار است و ممکن است به شکل ثابت برای ماه‌ها و یا سال‌ها باقی بماند. میزان درصد آب موجود در امولسیون آب در نفت در حدود 50 تا 80 درصد آب است که به موس شکلات (Chocolate Mousse) معروف است.

سفره آب Water Table

سفره آب، بالای سطح آب در بخش اشباع شده یک آبخیز است. سفره آب یا سطح ایستایی، سطحی است از پوسته زمین که منافذ یا خلل و فرج سنگ‌های آن از آب مملو و اشباع شده است.

مواد مومی شکل Waxes

ترکیبات بزرگ اشباع در مواد نفتی که این ترکیبات از زنجیره‌های بلند تشکیل شده‌اند. ترکیبات مومی شکل، معمولا ترکیبات حاصل از پالایش نفت خام هستند.

هوازدگی Weathering

هوازدگی، پدیده‌ای است که باعث تغییرات فیزیکی و شیمیایی مواد نفتی پس از وقوع آلودگی خواهدشد. این مواد پس از وقوع آلودگی نفتی و پس از باقی ماندن مواد نفتی در محیط زیست ایجاد می‌شود.

عوامل محیطی که باعث ایجاد پدیده هوازدگی می‌شوند، شامل تبخیر، امولسیون شدن، پراکندگی طبیعی، انحلال، تجزیه میکروسکوپی، چسبندگی مواد، بر هم کنش مواد نفتی و تشکیل تاربال‌ها است.