جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

دستورالعمل مدیریت پیشگیری و بحران حوادث آلودگی‌های نفتی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها

ضابطه شماره

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی

امور نظام فنی و اجرایی کشور

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست‌محیطی آب و آبفا

http://seso.moe.gov.ir

۱۳۹۴

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایراد و اشکال نیست.

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

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

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

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

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

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

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه : تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، امور نظام فنی و اجرایی

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

بسمه تعالی

پیشگفتار

تبعات و گستره اثرات نشت نفت در رودخانه‌ها و سایر منابع آبی در مقایسه با خشکی‌ها بیش‌تر و شدیدتر خواهد بود، چرا که این آلودگی در رودخانه‌ها به کمک جریان آب به مناطق پایین‌دست و سواحل منتقل شده و یا با چسبیدن به رسوبات، ته‌نشین خواهند شد. وقوع حوادث متعدد منجر به آلودگی نفتی منابع آب در سال‌های اخیر، بیان‌گر وضعیت بحرانی در نقاط اشتراک حریم‌های منابع آب و خطوط لوله است. در چنین شرایطی اعمال رویکردهای مدیریت ریسک خطوط لوله در مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری الزامی می‌باشد. از طرفی با توجه به اجتناب‌ناپذیر بودن حوادث آلودگی نفتی، تدوین برنامه مدیریت بحران این حوادث به‌صورت جامع و موردی (با اولویت نقاط در معرض ریسک بالاتر) نیز ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به اهمیت مبحث فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه ضابطه «دستورالعمل مدیریت پیشگیری و بحران حوادث آلودگی‌های نفتی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها» را با هماهنگی امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به این سازمان ارسال نمود که پس از بررسی، براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی و اجرایی کشور (مصوب شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷ هـ- مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید.

بدین وسیله معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی از تلاش و جدیت رییس امور نظام فنی و اجرایی کشور جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی و اجرایی و نماینده مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور وزارت نیرو، جناب آقای مهندس تقی عبادی و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه، تشکر و قدردانی می نماید و از ایزد منان توفیق روزافزون همه این بزرگواران را آرزومند می‌باشد.

امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظرات خود درخصوص این ضابطه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

غلامرضا شافعی
معاون فنی و توسعه امور زیربنایی
زمستان ۱۳۹۴

تهیه و کنترل «دستورالعمل مدیریت پیشگیری و بحران حوادث آلودگی‌های نفتی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها»

[ضابطه شماره]

مجری: موسسه تحقیقات آب

مولف اصلی: داودرضا عرب	موسسه پژوهشی مهندسی راهبرد دانش پویا	دکترای عمران

اعضای گروه تهیه‌کننده:

حمید سهرابی	موسسه پژوهشی مهندسی راهبرد دانش پویا	فوق‌لیسانس مهندسی عمران- آب
روح‌الله سهرابی	موسسه پژوهشی مهندسی راهبرد دانش پویا	فوق‌لیسانس مهندسی عمران- آب
داودرضا عرب	موسسه پژوهشی مهندسی راهبرد دانش پویا	دکترای عمران
غلامرضا فتحی	موسسه پژوهشی مهندسی راهبرد دانش پویا	فوق‌لیسانس مدیریت سوانح طبیعی
حدیقه محمدی	موسسه پژوهشی مهندسی راهبرد دانش پویا	فوق‌لیسانس مهندسی منابع آب

اعضای گروه نظارت:

نرگس دشتی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو	لیسانس مهندسی آبیاری
داود عمادی	وزارت نفت	لیسانس مهندسی شیمی
عبدالله مظفری	سازمان پیش‌گیری و مدیریت بحران شهر تهران	فوق‌لیسانس مدیریت بحران
جبار وطن‌فدا	وزارت نیرو	فوق‌لیسانس مهندسی سازه‌های هیدرولیکی
بهمن هادی‌زاده	سازمان حفاظت محیط زیست	فوق‌لیسانس ارزیابی و آمایش سرزمین

اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی مهندسی رودخانه و سواحل طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

محمود افسوس	شرکت مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران	فوق‌لیسانس مهندسی هیدرولیک
محمدابراهیم بنی‌حبیب	دانشگاه تهران	دکترای عمران – آب
غزال جعفری	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق‌لیسانس مهندسی عمران - آب
محمدحسن چیتی	شرکت مهندسین مشاور پژوهش‌عمران راهوار	فوق‌لیسانس مهندسی سازه‌های آبی
نرگس دشتی	طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو	لیسانس مهندسی آبیاری
حسن سید سراجی	پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور	دکترای مکانیک سیالات
حسام فولادفر	موسسه تحقیقات آب	دکترای سازه‌های آبی
سیدکمال‌الدین نوری	وزارت کشور	فوق‌لیسانس مهندسی منابع طبیعی – محیط‌زیست
جبار وطن‌فدا	وزارت نیرو	فوق‌لیسانس مهندسی سازه‌های هیدرولیکی

اعضای گروه هدایت و راهبری سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور:

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
فرزانه آقا رمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی و اجرایی
سیّد وحیدالدین رضوانی	کارشناس آبیاری و زهکشی، امور نظام فنی و اجرایی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول- کلیات	**۳**
۱-۱- اثرهای نشت نفت بر محیط‌های آبی	۵
۱-۲- وضعیت موجود خطوط لوله انتقال در ایران	۶
۱-۳- حوادث آلودگی نفتی ناشی از شکست خطوط لوله و تجارب موفق مدیریتی در این زمینه	۶
۱-۴- ضرورت‌ها و اهداف تهیه دستورالعمل حاضر	۹
۱-۵- مرزها و محدوده‌های دستورالعمل	۱۰
فصل دوم - حریم‌های منابع آب در ارتباط با خطوط لوله انتقال	**۱۳**
۲-۱- کلیات	۱۵
۲-۲- نحوه تلاقی خطوط لوله و مراکز آبی	۱۵
۲-۳- حریم‌های منابع آب در ارتباط با احداث خطوط لوله انتقال نفت و مواد نفتی	۱۵
۲-۳-۱- چگونگی تعیین حریم کیفی آب‌های سطحی	۱۶
فصل سوم - مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها	**۲۱**
۳-۱- کلیات	۲۳
۳-۲- مدیریت ریسک	۲۶
۳-۲-۱- مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی پیش از اجرا (طراحی)	۲۷
۳-۲-۲- مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی در مرحله اجرا	۳۲
۳-۲-۳- مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی پس از اجرا (بهره‌برداری)	۳۹
۳-۳- گام‌های تحلیل ریسک	۴۱
۳-۳-۱- انتخاب مدل مناسب ارزیابی ریسک شکست خطوط لوله	۴۲
۳-۳-۲- اجزای مدل برآورد احتمال شکست	۴۳
۳-۳-۳- ارزیابی ریسک شکست خطوط لوله	۴۵
۳-۴- سطح‌بندی ریسک وقوع حادثه و اقدامات متناسب با هر سطح	۶۷
۳-۵- تشکیل پایگاه داده‌ها و ثبت، نگه‌داری و طبقه‌بندی اطلاعات	۶۸
فصل چهارم- تدوین برنامه مدیریت بحران حوادث آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها	**۷۱**
۴-۱- کلیات	۷۳

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۱-۱- مدیریت بحران بر مبنای هدف	۷۳
۴-۱-۲- سامانه فرماندهی حادثه در مدیریت بحران حوادث آلودگی نفتی	۷۴
۴-۱-۳- انتخاب روش مقابله با آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها	۷۶
۴-۲- ارزیابی حادثه	۷۸
۴-۲-۱- تعیین سطح حادثه	۷۸
۴-۲-۲- تهیه چک‌لیست مشخصات حادثه	۸۰
۴-۳- معرفی روش‌های مقابله و پاک‌سازی	۸۱
۴-۳-۱- کلیات	۸۱
۴-۳-۲- روش‌های مقابله با آلودگی نفتی	۸۱
۴-۴- انتخاب روش مناسب	۸۳
۴-۴-۱- اثر روش‌های پاسخ در غیاب ماده نفتی	۸۳
۴-۴-۲- ارزیابی اثرات روش‌های پاک‌سازی در حریم‌های منابع آب داخلی	۸۴
۴-۴-۳- طبقه‌بندی روش‌های پاسخ به ماده نفتی در حریم‌های منابع آب	۸۶
۴-۴-۴- خلاصه روش‌های پاسخ و زیست‌گاه‌ها	۱۳۸
پیوست ۱- معرفی روش‌های عبور خطوط لوله از محیط‌های آبی	**۱۴۷**
پیوست ۲- راهنمای پر کردن چک‌لیست‌های ارزیابی ریسک شکست خطوط لوله در حریم‌های منابع آبی	**۱۶۱**
پیوست ۳- پایش خطوط لوله و منابع آب در معرض خطر	**۲۱۳**
پیوست ۴ - معرفی روش‌ها و ابزارهای پاکسازی مواد نفتی از حریم‌های منابع آب	**۲۳۷**
پیوست ۵- طرح و برنامه‌ریزی مانور برای تیم‌های عملیاتی و حوزه تصمیم‌گیری	**۳۰۹**
پیوست ۶- واژه‌نامه	**۳۴۳**
منابع و مراجع	**۳۵۱**

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- تاثیر برهم‌کنش‌ها در محیط برای از بین بردن نفت رهاشده	۶
شکل ۱-۲- تغییرات حوادث نشت نفت از خطوط لوله در کشور آمریکا ۱۹۶۸-۲۰۰۷	۷
شکل ۱-۳- تغییرات مربوط به تعداد حوادث نشت نفت از خطوط لوله در دنیا	۷
شکل ۱-۴- تغییرات مربوط به حجم نشت نفت از خطوط لوله در دنیا	۸
شکل ۳-۱- منحنی معمول برای تغییرات نرخ شکست (منحنی bathtub)	۲۴
شکل ۳-۲- تئوری شکست خطوط لوله	۲۴
شکل ۳-۳- اجزای تشکیل‌دهنده شاخص آسیب‌پذیری	۲۶
شکل ۳-۴- ساختار برآورد ریسک شکست خطوط لوله و اجزای تشکیل‌دهنده آن	۴۳
شکل ۳-۵- ساختار برآورد ریسک شکست خطوط لوله و اجزای تشکیل‌دهنده آن	۴۶
شکل ۳-۶- شماتیک شرایط عمق پوشش خط لوله	۴۶
شکل ۳-۷- شماتیک شرایط عمق پوشش خط لوله	۴۷
شکل ۳-۸- مثالی از برآورد امتیاز پارامتر تاسیسات رو سطحی	۴۹
شکل ۳-۹- ارتباط میان امتیاز ریسک و احتمال شکست	۶۵
شکل ۳-۱۰- ریسک حوادث آلودگی نفتی	۶۷
شکل پ.۱-۱- جزییات اجرایی عبور از رودخانه‌های کوچک از طریق حفر کانال	۱۵۵
شکل پ.۱-۲- جزییات اجرایی عبور لوله از رودخانه با استفاده از حفر کانال و استفاده از پمپ	۱۵۶
شکل پ.۱-۳- عبور لوله از رودخانه با استفاده حفر کانال و استفاده از بند و لوله‌های انتقال در بستر	۱۵۷
شکل پ.۱-۴- جزئیات اجرایی عبور از رودخانه‌های بزرگ به کمک حفر کانال	۱۵۸
شکل پ.۱-۵- نحوه تعیین سطح معمول آب در رودخانه‌های بزرگ و دریاچه برای برنامه‌ریزی اجرای خط لوله	۱۵۹
شکل پ.۱-۶- برش مقطع عبور به روش HDD	۱۵۹
شکل پ.۱-۷- جزییات اجرایی روش عبور افقی خط لوله (HDD)	۱۶۰
شکل پ.۲-۱- فاکتورهای موثر بر شاخص عامل سوم	۱۶۴
شکل پ.۲-۲- نصب نوار هشدار در مسیر خط لوله	۱۶۷
شکل پ.۲-۳- نمونه‌ای از نقشه‌های عبور خط لوله از بستر رود	۱۶۸
شکل پ.۲-۴- نمونه‌ای از امتیازدهی به پارامتر تاسیسات رو سطحی	۱۷۰
شکل پ.۲-۵- سلول خوردگی گالوانیک	۱۸۷

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل پ.۲-۶- القای جریان در خطوط لوله مجاور خطوط انتقال فشارقوی AC	۱۹۳
شکل پ.۲-۷- پارامترهای موثر بر شاخص طراحی	۱۹۶
شکل پ.۲-۸- شماتیکی از نحوه جابه‌جایی خط لوله در اثر زمین‌لغزش	۲۰۲
شکل پ.۴-۱- استفاده از تجهیزات جمع‌آوری نفت نشت شده شامل بوم‌ها و اسکیمرها	۲۴۲
شکل پ.۴-۲- جمع‌آوری نفت از سطح و سواحل دریاچه‌ها با کمک نیروی انسانی و تجهیزات ابتدایی	۲۴۵
شکل پ.۴-۳- استفاده از مواد جاذب نفت برای کاهش آلودگی نفت	۲۴۷
شکل پ.۴-۴- درجا سوزاندن نفت نشت کرده به محیط	۲۵۲
شکل پ.۴-۵- نمونه‌ای از ایجاد بوم با استفاده از حداقل تجهیزات در اختیار (نایلون و شلنگ آتش‌نشانی)	۲۶۹
شکل پ.۴-۶- ایجاد مانع برای گسترش آلودگی با کمک آب‌بندهای موقت و خاشاک منطقه	۲۶۹
شکل پ.۴-۷- ایجاد سدهای کوتاه و محدود کردن گسترش نفت به مناطق مختلف و عبور جریان از زیر آن	۲۶۹
شکل پ.۴-۸- نمونه‌ای از احداث سدهای کوتاه به منظور عبور جریان و ممانعت از عبور آلودگی	۲۷۰
شکل پ.۴-۹- استفاده از حصارهای فلزی و گیاهان برای جلوگیری از گسترش آلودگی	۲۷۰
شکل پ.۴-۱۰- استفاده از حصارهای فلزی و گیاهان برای جلوگیری از گسترش آلودگی	۲۷۱
شکل پ.۴-۱۱- محدود کردن آلودگی نفتی در یک منطقه خاص با کمک فشار آب	۲۷۱
شکل پ.۴-۱۲- محدود کردن آلودگی نفتی در یک منطقه خاص با کمک فشار آب	۲۷۱
شکل پ.۴-۱۳- استفاده از شاخ و برگ درختان برای محدود کردن آلودگی و جلوگیری از گسترش بیش‌تر	۲۷۲
شکل پ.۴-۱۴- استفاده از بوم‌ها برای محافظت از مناطق حساس (مانند با پوشش گیاهی یا مناطق زیست حیوانات)	۲۷۳
شکل پ.۴-۱۵- استفاده از بوم‌ها برای محافظت از مناطق حساس (مانند تانک‌های ذخیره آب)	۲۷۳
شکل پ.۴-۱۶- انحراف مسیر لکه نفتی به سمت دیگر رودخانه با کمک بوم‌های تجاری	۲۷۳
شکل پ.۴-۱۷- محدود سازی و جمع‌آوری لکه‌های نفتی با کمک بوم‌ها در یک منطقه خاص از رودخانه	۲۷۴
شکل پ.۴-۱۸- بخش‌های مختلف ساختمان بوم‌های تجاری	۲۷۴
شکل پ.۴-۱۹- انواع مختلف بوم‌های تجاری برای استفاده در دریاها و رودخانه‌ها	۲۷۵
شکل پ.۴-۲۰- نمونه‌ای از بوم‌های مهار آلودگی نفتی	۲۷۶
شکل پ.۳-۲۱- نمونه‌ای از بوم‌های ارتجاعی	۲۷۶
شکل پ.۴-۲۲- نمونه‌ای از بوم‌های بادی	۲۷۶
شکل پ.۴-۲۳- نمونه‌ای از بوم‌های مخصوص ساحل	۲۷۷

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل پ.۴-۲۴- نمونه‌ای از بوم‌های ضد حریق	۲۷۷
شکل پ.۴-۲۵- نمونه‌ای از بوم‌های جذب‌کننده نفت	۲۷۷
شکل پ.۴-۲۶- به‌کارگیری بوم‌ها در نهرهای کوچک برای محدودسازی جریان نفت شناور	۲۷۸
شکل پ.۴-۲۷- به‌کارگیری بوم‌ها در نهرها و رودخانه‌های بزرگ برای محدودسازی جریان نفت شناور	۲۷۸
شکل پ.۴-۲۸- تاثیر باد بر حرکت نفت نشت شده در رودخانه	۲۸۰
شکل پ.۴-۲۹- نمایی کلی از روش جمع‌آوری آلودگی نفتی با کمک بوم‌ها و اسکیمرها	۲۸۱
شکل پ.۴-۳۰- نمایی کلی از روش جمع‌آوری آلودگی نفتی با کمک بوم‌ها و اسکیمرها	۲۸۲
شکل پ.۴-۳۱- تکنیک به‌کارگیری بوم‌ها برای تغییر مسیر لکه نفت به منطقه خاص و جمع‌آوری نفت	۲۸۳
شکل پ.۴-۳۲- نمایی از به‌کارگیری بوم‌ها برای محدود کردن و جمع‌آوری نفت‌های شناور منطقه ساحل به ساحل	۲۸۴
شکل پ.۴-۳۳- نمایی از به‌کارگیری بوم‌ها برای تغییر جهت مسیر نفت و محدودسازی نفت بر سطح آب	۲۸۵
شکل پ.۴-۳۴- عدم کارایی بوم‌ها در رودخانه‌ها یا منابع آبی با جریان سریع	۲۸۶
شکل پ.۴-۳۵- مشکلات بوم گذاری در آب‌های جاری با جریان تند یا همراه با زباله و شاخ و برگ	۲۸۶
شکل پ.۴-۳۶- مشکلات بوم‌گذاری در آب‌های سریع و بی‌اثر شدن بوم‌ها	۲۸۷
شکل پ.۴-۳۷- زاویه مناسب نصب بوم‌ها در آب‌های سریع (هر گره معادل ۰/۵۱۴ متر بر ثانیه است)	۲۸۸
شکل پ.۴-۳۸- انتخاب زاویه قرار دادن بوم در رودخانه‌هایی با آب سریع	۲۸۸
شکل پ.۴-۳۹- نحوه بوم‌گذاری و جمع‌آوری آلودگی نفتی در آب‌های سریع	۲۸۹
شکل پ.۴-۴۰- نحوه حرکت و گسترش نفت در رودخانه‌ای با آب سریع	۲۹۰
شکل پ.۴-۴۱- تکنیک بوم‌گذاری در آب رودخانه با جریان سریع (ساحل به ساحل)	۲۹۱
شکل پ.۴-۴۲- تکنیک بوم‌گذاری در رودخانه با آب سریع (ساحل به ساحل با تکیه‌گاه در آب)	۲۹۲
شکل پ.۴-۴۳- تکنیک بوم گذاری در رودخانه‌هایی با جریان سریع آب (از رودخانه به پل)	۲۹۳
شکل پ.۴-۴۴- استفاده از تکیه‌گاه‌های طبیعی برای نصب بوم‌ها در مناطق ساحلی	۲۹۵
شکل پ.۴-۴۵- انواع تکیه‌گاه‌ها در بوم گذاری (تکیه‌گاه موقت در ساحل)	۲۹۵
شکل پ.۴-۴۶- انواع تکیه‌گاه‌ها در بوم گذاری (ساحل به پل)	۲۹۵
شکل پ.۴-۴۷- نصب تکیه‌گاه‌های دائمی در کنار رودخانه‌ها به منظور افزایش سرعت بوم‌گذاری در حین مقابله	۲۹۶
شکل پ.۴-۴۸- انواع متفاوت از لنگرها برای نصب بوم‌ها در دریاچه‌ها به‌عنوان تکیه‌گاه	۲۹۷
شکل پ.۴-۴۹- نحوه نصب بوم‌ها در دریاچه‌ها با استفاده از تکیه‌گاه‌های مستغرق	۲۹۷

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل پ.۴-۵۰- مشکلات ناشی از عدم نصب مناسب بوم‌ها به تکیه‌گاه‌ها	۲۹۸
شکل پ.۴-۵۱- جمع‌آوری نفت با کمک بوم‌های شناور	۲۹۸
شکل پ.۴-۵۲- تعیین زاویه نصب بوم‌ها با توجه به سرعت جریان آب	۲۹۹
شکل پ.۴-۵۳- انواع مختلف اسکیمرها (غلتکی، نواری، پره‌ای و برسی)	۳۰۰
شکل پ.۴-۵۴- یکی نمونه از اسکیمر غلتکی و روش جدا کردن نفت توسط آن‌ها	۳۰۱
شکل پ.۴-۵۵- انواع اسکیمرها و کاربرد آن‌ها	۳۰۲
شکل پ.۴-۵۶- نمونه‌ای از بوم‌های جاذب، پدها و ورقه‌های جاذب نفت	۳۰۳
شکل پ.۴-۵۷- نمونه‌ای از کاربرد بوم‌ها و ورقه‌های جاذب نفت	۳۰۳
شکل پ.۴-۵۸- کاربرد بوم‌های مهار، بوم‌های جاذب و ورقه‌های جاذب نفت در کنار هم	۳۰۳
شکل پ.۴-۵۹- کاربرد بوم‌های مهار، بوم‌های جاذب و ورقه‌های جاذب نفت در کنار هم	۳۰۴
شکل پ.۴-۶۰- کاربرد بوم‌های مهار، بوم‌های جاذب نفت در کنار هم	۳۰۴
شکل پ.۴-۶۱- ابزارهای آماده به کار در داخل قایق‌های مخصوص برای افزایش سرعت عملیات مقابله	۳۰۵
شکل پ.۴-۶۲- جمع‌آوری و دفع مناسب لباس‌ها و تجهیزات آلوده	۳۰۶
شکل پ.۴-۶۳- انواع متفاوتی از مخازن جمع‌آوری نفت و آب آلوده در اندازه‌های مختلف	۳۰۷
شکل پ.۴-۶۴- ابزارهای آماده به کار در داخل کانتینر برای استفاده سریع در محل حادثه	۳۰۷
شکل پ. ۴-۶۵- حداقل تجهیزات ایمنی شخصی مقابله با آلودگی نفتی	۳۰۸
شکل پ.۵-۱- چرخه برنامه مانور پیشرو	۳۱۳

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- خلاصه وضعیت خطوط لوله نفت در سطح کشور	۹
جدول ۱-۲- مرزها و محدوده‌های مطالعاتی طرح مطابق با طبقه‌بندی‌های موجود بین‌المللی	۱۱
جدول ۲-۱- ارزیابی درجه اهمیت کاربری‌های مختلف	۱۸
جدول ۲-۲- کاربری‌های سازگار در حریم	۱۸
جدول ۳-۱- انواع مکانیسم‌های شکست خطوط لوله	۲۳
جدول ۴-۱- گام‌های انتخاب روش مقابله با آلودگی نفتی	۷۷

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۲- تقسیم‌بندی مواد نفتی بر اساس خواص آن‌ها ۷۹
جدول ۴-۳- چک‌لیست ویژگی‌های حادثه و منبع آبی آلوده شده ۸۰
جدول ۴-۳- چک‌لیست ویژگی‌های حادثه و منبع آبی آلوده شده ۸۱
جدول ۴-۴- انواع روش‌های مقابله با آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و منابع آبی درون سرزمینی ۸۳
جدول ۴-۵- اثر مرتبط روش‌های پاسخ در غیاب ماده نفتی ۸۴
جدول ۴-۶- محصولات بنزینی: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های آبی ۱۳۸
جدول ۴-۷- محصولات بنزینی: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های ساحلی ۱۳۹
جدول ۴-۸- مواد گازوییلی و نفت خام سبک: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های آبی ۱۴۰
جدول ۴-۹- مواد گازوییلی و نفت خام سبک: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های ساحلی ۱۴۱
جدول ۴-۱۰- نفت خام رده متوسط و محصولات میانه: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های آبی ۱۴۲
جدول ۴-۱۱- نفت خام رده متوسط و محصولات میانه: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های ساحلی ۱۴۳
جدول ۴-۱۲- نفت خام سنگین: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های آبی۱۴۴
جدول ۴-۱۳- نفت خام سنگین: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های ساحلی ۱۴۵
جدول پ.۱-۱- ملاحظات متعدد عبور خط لوله از رودخانه یا مراکز آبی ۱۵۰
جدول پ.۲-۱- نمونه از ارزیابی خاصیت خورندگی خاک بر مبنای مقاومت الکتریکی آن ۱۸۹
جدول پ.۲-۲- برآورد محدوده امتیازات شاخص خوردگی بر اساس وضعیت خط لوله ۱۹۴
جدول پ.۲-۳- امتیازات مربوط به ضریب اطمینان طراحی دیواره خط لوله ۱۹۹
جدول پ.۲-۴- امتیاز خستگی بر اساس ترکیبات مختلفی از فشار و دوره بازگشت تغییرات آن در خطوط لوله ۲۰۰
جدول پ.۲-۵- اجزای برنامه‌ی آموزش کاهش ریسک شکست برای خطوط لوله ۲۱۱
جدول پ.۳-۱- انواع پایش و خصوصیات و ضوابط مربوط به آن‌ها ۲۱۸
جدول پ.۳-۲- توصیف مراحل مختلف از انواع پایش آلودگی نفتی منابع آب ۲۱۸
جدول پ.۳-۳- مثال‌هایی از پایش نوع ۱ و ۲ هنگام پاسخ به حادثه نشت ۲۱۹

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول پ.۳-۴- راهنمای تهیه برنامه پایش (بر اساس دستورالعمل پایش خطوط لوله نفت استرالیا و نیوزیلند)	۲۲۰
جدول پ.۳-۵- روش‌ها و تکنیک‌های پایش خوردگی (استاندارد IPS-I-TP-802)	۲۲۷
جدول پ.۳-۶- مشخصات روش‌های پایش خوردگی خطوط لوله (استاندارد IPS-I-TP-802)	۲۲۹
جدول پ.۳-۷- مهم‌ترین ترکیبات پلی آروماتیک هیدروکربن‌های نفتی مورد اندازه‌گیری	۲۳۰
جدول پ.۴-۱- مزایا و معایب استفاده از این بوم‌های تجاری و روش‌های محدودسازی صحرایی	۲۶۸
جدول پ.۵-۱- فرم شاخص‌های موثر در طراحی و اجرای مانور	۳۱۶
جدول پ.۵-۲- عناوین و شرح وظایف پیشنهادی برای پرسنل ستاد اجرایی مانور	۳۲۴
جدول پ.۵-۳- فرم ارزیابی مراحل مختلف انجام مانورهای عملیاتی	۳۲۸

مقدمه

ایران از نظر طول خطوط نفتی، در مقام هفتم جهان قرار دارد درحالی‌که بخش قابل ملاحظه‌ای از این خطوط دچار فرسودگی شده و برنامه‌ای مدون و نهادینه جهت کاهش ریسک حوادث شکست ناشی از این فرسودگی، در کشور وجود ندارد. آسیب‌پذیری بالای محیط‌زیست به‌خصوص منابع آب از نشت نفت و مواد خطرناک، در تجارب متعددی در داخل و خارج از کشور به اثبات رسیده است. هزینه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی گزاف ناشی از نشت نفت، برخی از کشورها را وادار ساخته تا رویکردی مدیریتی نسبت به این پدیده اتخاذ نموده و دستورالعمل‌هایی مدون را تدوین نموده و در اجرای آن به تمرین بپردازند.

از این رو تدوین این ضابطه با رویکرد مدیریت پدیده نشت نفت از خطوط لوله‌های انتقال آن، در دستور کار قرار گرفت. این دستورالعمل به‌منظور حفاظت آب‌های سطحی تحت مدیریت وزارت نیرو در برابر حوادث نشت نفت از لوله‌های نفتی تهیه شده است. (لازم به ذکر است که این دستورالعمل در حیطه مدیریت بحران سایر حوادث نشت نفت نیز کاربرد دارد).

مطالعات انجام شده به‌منظور تهیه این دستورالعمل دارای ویژگی‌های اصلی زیر بوده‌اند:

۱- از آن جایی که طیف وسیعی از دستورالعمل‌ها با رویکرد الزام‌آور تدوین می‌شوند، انطباق آن با واقعیات کشور اولین ضمانت اجرایی شدن آن است. لذا رویکردهای لازم جهت سازگاری با واقعیت‌های کشور لحاظ گردیده‌اند.

۲- از آن جایی که در تدوین یک دستورالعمل با ماهیت مدیریتی و نهادی، بسیاری از منابع مطالعاتی تجارب بین‌المللی می‌باشند، استفاده از این تجارب با توجه به مبانی نظری مطالعاتی و زیرساخت‌های موجود در آن کشورها صورت پذیرفته است.

۳- تلفیق مبانی آکادمیک و حرفه‌ای در فرآیند انجام مطالعات با انتخاب صحیح اعضای گروه‌های مطالعه و مشاوره، مبانی انجام مطالعه و پیش‌نیازهای مطالعاتی طرح صورت پذیرفته است.

در تدوین این دستورالعمل تلاش بر این بوده است که:

۱- تا حد زیادی مستند به قوانین مصوب و مقررات مقبول کشور باشد.

۲- در بخش ضوابط فنی، در استاندارد فنی رشته‌های اصلی دخالت نکرده، یا لااقل تناقض در بندهای آن ایجاد ننماید. (به‌عنوان مثال، طراحی و اجرای خطوط لوله‌های نفتی در کشور زیر نظر وزارت نفت صورت می‌پذیرد، این وزارتخانه، شرکت‌های تابعه و پیمان کاران سال‌هاست که از استانداردهای شناخته شده‌ای جهت طراحی و اجرای خطوط لوله نفت استفاده می‌کنند، لذا وزارت نیرو در نظر دارد تا در بخش فنی با شناساندن حریم آب‌های تحت مدیریت خود، ملاحظات اضافی خود را علاوه بر استانداردهای موجود در این زمینه اعمال نماید.)

۳- در ارائه ساختارهای سازمانی و چارچوب‌های نهادی پشتیبان، حداقل تغییر را نسبت به ساختارهای فعلی کشور اعمال نماید.

لذا ساختار تدوین‌شده شامل موارد زیر است:

۱- تعیین محدوده کاربرد دستورالعمل

۲- تعیین حریم‌های منابع آب در ارتباط با خطوط لوله انتقال نفت و مواد نفتی

۳- مدیریت ریسک آلودگی ناشی از شکست خطوط لوله در حریم‌های منابع آب

۴- مدیریت بحران حوادث آلودگی نفتی ناشی از شکست خطوط لوله در حریم‌های منابع آب شامل مراحل مختلف شناسایی تا پاک‌سازی

۵- پیوست‌های حاوی اطلاعات تکمیلی برای استفاده از دستورالعمل

- هدف و دامنه کاربرد

وقوع حوادث متعدد منجر به آلودگی نفتی منابع آب در سال‌های اخیر، بیان‌گر وضعیت بحرانی در نقاط اشتراک حریم‌های منابع آب و خطوط لوله است. عمده این حوادث به دلیل طول عمر بالای خطوط لوله، عدم رعایت اصول طراحی و اجرا (به‌خصوص رعایت حریم منابع آب) و نبود سیستم نظارت صحیح بر حریم‌های منابع آب واقع شده‌اند. در چنین شرایطی، اعمال رویکردهای مدیریت ریسک خطوط لوله در مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری، الزامی به نظر می‌رسد. از طرفی با توجه به اجتناب‌ناپذیر بودن حوادث آلودگی نفتی، تدوین برنامه مدیریت بحران این حوادث به‌صورت جامع و موردی (با اولویت نقاط در معرض ریسک بالاتر) نیز ضروری به نظر می‌رسد.

گستردگی و تنوع حوادث احتمالی، محدود کردن مرزهای تدوین این دستورالعمل را اجتناب‌ناپذیر نموده است. لذا گروه کارشناسی، در راستای جامع و مانع بودن دستورالعمل (با توجه به آمار حوادث ثبت‌شده)، مرزها و محدوده‌های آن را به‌صورت زیر در نظر داشته است:

- دستورالعمل ازنظر حوزه فعالیت، هر دو حوزه مدیریتی و عملیاتی را در برمی‌گیرد.
- در حوزه مدیریت حوادث، مصادیق مدیریت ریسک و مدیریت بحران در فصول مجزا در نظر گرفته شده‌اند.
- دستورالعمل تدوین‌شده علاوه بر موارد مدیریتی (غیر فنی)، موارد فنی را نیز در برمی‌گیرد.
- در بخش فنی، مقررات موجود در مجموعه استانداردهای وزارت نفت[1] مورد بررسی و ارزیابی قرارگرفته و در قیاس با استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی توصیه‌هایی در راستای تکمیل این مجموعه ارائه گردیده است.
- در این دستورالعمل منبع پذیرنده آلودگی رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و مراکز آبی سطحی داخلی[2] در نظر گرفته شده و دریاها، اقیانوس‌ها و منابع آب زیرزمینی را شامل نمی‌شود.

نوع ماده آلاینده، نفت و فرآورده‌های هیدروکربنی مایع و منبع آلاینده نیز خطوط لوله انتقال این مواد در نظر گرفته شده است.

1- IPS (Iranian Petroleum Standard)
2- Inland Waters

فصل ۱

کلیات

۱-۱- اثرهای نشت نفت بر محیط‌های آبی

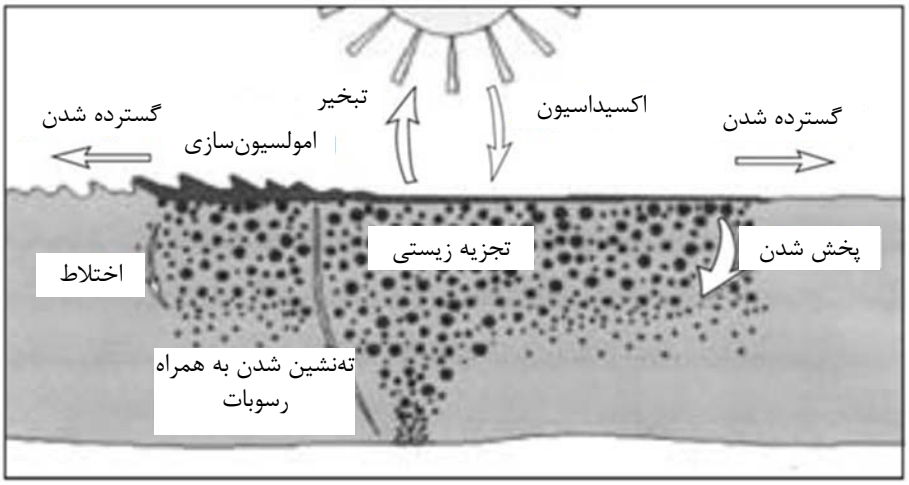
تبعات و گستره اثرهای نشت نفت در رودخانه‌ها و سایر منابع آبی در مقایسه با خشکی‌ها بیش‌تر و شدیدتر خواهد بود، چراکه این آلودگی در رودخانه‌ها به کمک جریان آب به مناطق پایین‌دست و سواحل منتقل‌شده و یا با چسبیدن به رسوبات، ته‌نشین خواهند شد. این انتقال و ته‌نشینی سبب گسترش مواد نفتی در محدوده وسیعی خواهد شد.

از دیدگاه زیست‌محیطی مواد نفتی ارگانیسم‌های موجود در آب را به شدت تحت تاثیر قرار داده و سبب مسمومیت شدید و یا مرگ آن‌ها خواهند شد. مواد نفتی هم‌چنین دمای قابل‌تحمل را برای ماهی‌ها و سایر آبزیان کاهش داده و از طریق ممانعت برای ورود نور و یا چسبیدن به سطح برگ‌ها، گیاهان آبی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مواد نفتی از طریق ایجاد مسمومیت جلبک‌های خوراکی و یا پلانکتون‌های موجود در آب، زنجیره غذایی را مختل کرده و حتی پرندگانی و پستانداران منطقه آلوده‌شده را نیز تحت تاثیر قرار خواهد داد.

سرنوشت نهایی مواد نفت وارد شده به محیط‌های آبی توسط فرآیندهای مختلفی از قبیل تبخیر، تشکیل محلول، پخش شدن روی سطح، امولسیون سازی، اکسایش، تجزیه به کمک میکروارگانیسم‌های موجود در آب و یا چسبیدن به رسوبات بستر رودخانه یا دریاچه مشخص می‌شود.

پس از ورود مواد نفتی به یک محیط آبی ترکیبات فرار موجود در آن به‌سرعت تبخیر می‌شوند. پس از گذشت چند روز، حدود ۲۵درصد از مواد نفتی نشت شده در محیط آبی از راه تبخیر از بین رفته و باقی‌مانده آن در معرض فرآیند تشکیل امولسیون قرار خواهد گرفت. یک امولسیون شامل قطره‌های پراکنده معلق یک مایع در مایع دیگر است. در این حالت امکان تشکیل دو نوع امولسیون نفت در آب و آب در نفت وجود دارد. پراکندگی نفت در آب هنگامی صورت می‌گیرد که مواد نفتی تحت تاثیر متقابل شیمیایی این مواد با آب (که عمدتا در سطح صورت می‌گیرد) پایدار شده باشند. این فرآیند در آب‌های متلاطم به‌خوبی صورت می‌گیرد. در چنین شرایطی قطره‌های نفت در سطوح بالای آب پراکنده نشده و از میان آب عبور می‌کنند. تعدادی از این قطرات (به‌ویژه قطرات سنگین‌تر) با چسبیدن به رسوبات ته‌نشین خواهد شد. بیش‌تر نفتی که پس از فرآیندهای امولسیون سازی باقی می‌ماند به‌تدریج به‌وسیله‌ی عمل اکسیداسیون نوری و یا تجزیه به وسیله موجودات ریز موجود در آب شکسته می‌شوند (موجودات ریز دریایی قوی‌ترین عامل تجزیه نفت در دریاها هستند).

در مجموع پس از نشت مواد نفتی در یک محیط آبی، این مواد روی سطح آب پخش‌شده و تشکیل یک‌لایه نازک می‌دهند. این لایه نازک تحت فرآیندهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قرارگرفته و به شدت تغییر می‌یابد. درمجموع امکان بروز ۸ فرآیند فیزیکی یا شیمیایی شامل توسعه لکه یا گسترده شدن، تبخیر، اختلاط، اکسیداسیون نوری، پخش شدن در ستون آب، ته‌نشینی به همراه رسوبات، تجزیه بیولوژیکی و تشکیل امولسیون وجود دارد. در شکل (۱-۱) برهم‌کنش‌ها در محیط برای از بین بردن نفت رهاشده، نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- تاثیر برهم‌کنش‌ها در محیط برای از بین بردن نفت رهاشده

۱-۲- وضعیت موجود خطوط لوله انتقال در ایران

در حال حاضر خطوط لوله مربوط به انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی تحت مدیریت شرکت ملی نفت، شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی و شرکت ملی گاز ایران قرار دارند. بخش عمده‌ای از خطوط لوله با طولی در حدود ۱۴۰۰۰ کیلومتر، تحت پوشش شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی قرار دارد.

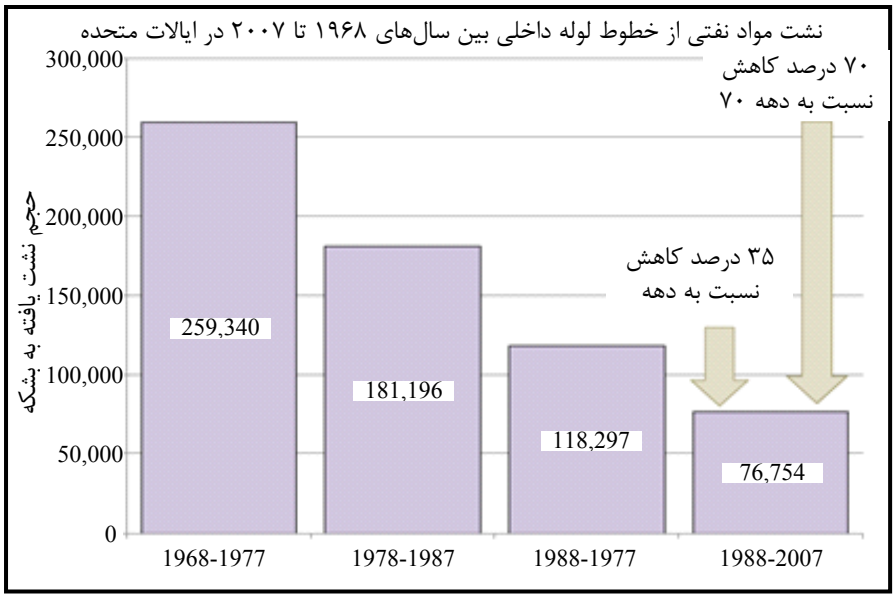
شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران به‌عنوان یکی از شرکت‌های تابعه شرکت ملی پالایش و پخش وظیفه انتقال نفت خام از مبادی تولید به پالایشگاه‌ها و دریافت فرآورده‌های نفتی از پالایشگاه‌ها و مبادی واردات و انتقال آن‌ها به مخازن شرکت ملی پخش در سراسر کشور، تامین سوخت نیروگاه‌ها، فرودگاه‌ها، خوراک صنایع پتروشیمی، هم‌چنین حمل نفت خام کشورهای آسیای میانه از پایانه نفتی نکا به پالایشگاه‌های شمالی کشور را از طریق ۱۴۰۰۰ کیلومتر خطوط لوله و یازده منطقه عملیاتی در سراسر کشور بر عهده دارد. بخش عمده‌ای از این خطوط دارای عمر بالایی بوده و از ریسک بالایی در قبال شکست و یا نشت مواد نفتی برخوردار می‌باشند. شرکت ملی نفت ایران نیز سهمی از طول خطوط لوله انتقال نفت خام از خطوط لوله کشور به طول ۷۰۰۰ کیلومتر (طول خطوط اصلی) را در مناطق نفت‌خیز کشور به خود اختصاص می‌دهد.

۱-۳- حوادث آلودگی نفتی ناشی از شکست خطوط لوله و تجارب موفق مدیریتی در این زمینه

از آن‌جایی که خطوط لوله انتقال نفت و یا فرآورده‌های نفتی حاوی موادی ارزشمند، خطرناک (احتمالا سمی) و در فشار زیاد هستند لذا همواره بروز هرگونه مشکل یا اختلال در سلامت خطوط می‌تواند مشکل‌ساز و حتی خطرآفرین باشد.

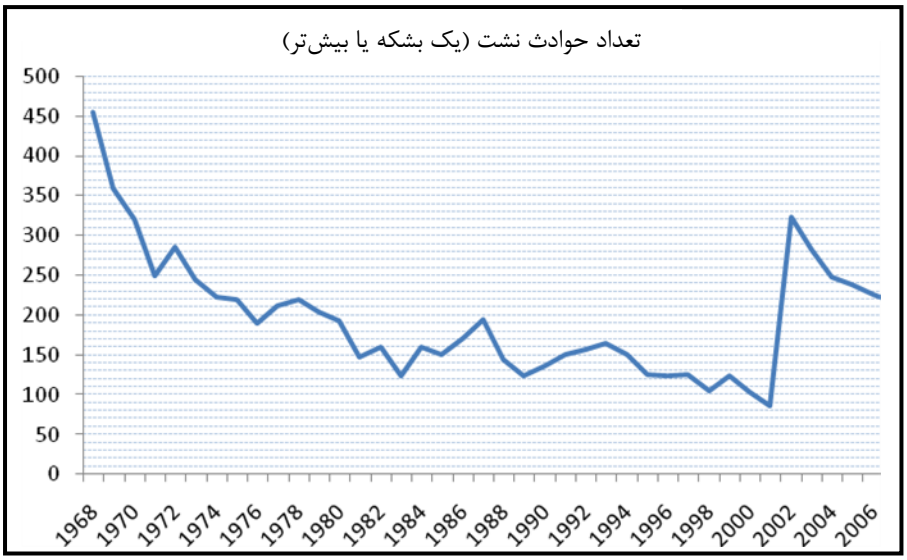
متاسفانه اطلاعات جمع‌بندی شده و طبقه‌بندی شده‌ای پیرامون حوادث منجر به آلودگی ناشی از نشت نفت از خطوط لوله در کشور وجود نداشته و اطلاعات موجود پیرامون حوادث اخیر از دسترس عموم و حتی کارشناسان خارج است.

در کشورهایی از قبیل ایالات متحده آمریکا و استرالیا به کمک آمار و اسناد طبقه‌بندی‌شده در این زمینه‌ها تلاش‌هایی در زمینه کاهش تعداد و شدت این حوادث صورت پذیرفته که گاه بسیار موثر بوده است. به‌عنوان مثال در گزارشی که از سوی انتشارات API در سال ۲۰۰۹ به چاپ رسیده، آمده است که در مورد حجم نشت مواد نفتی از خطوط لوله داخلی در سطح کشور آمریکا در سال ۲۰۰۷ با ۳۵ درصد کاهش نسبت به دهه اخیر و ۷۰ درصد کاهش نسبت به اوایل ۱۹۷۰ مواجه بوده‌اند.

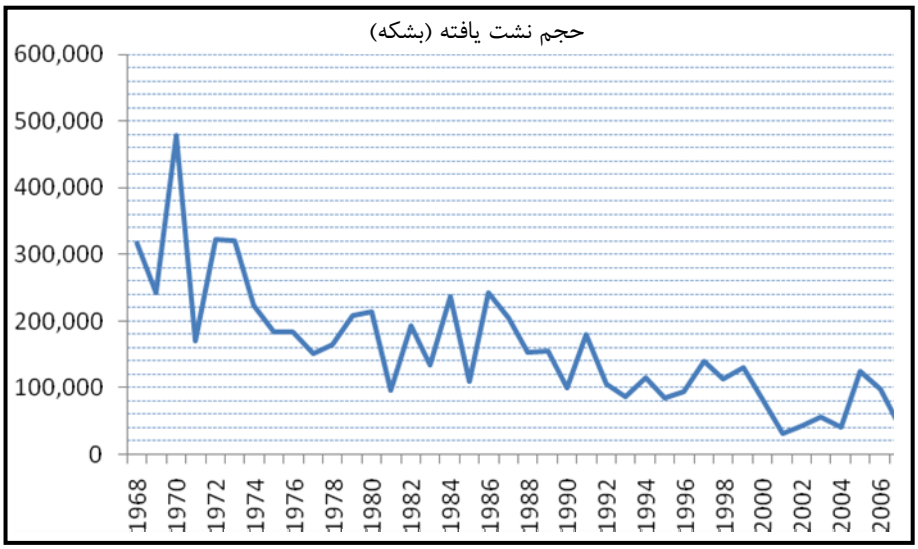


شکل ۱-۲- تغییرات حوادث نشت نفت از خطوط لوله در کشور آمریکا ۱۹۶۸-۲۰۰۷

بررسی‌های انجام شده درباره تعداد حوادث نشت نفت از خطوط لوله از قبل از دهه ۱۹۷۰ روند کاهشی، به جز سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۲ را نشان می‌دهد (شکل ۱-۳) و روند تغییرات حجم نشت یافته روند کاهشی با تغییرات محدود را در همین دوره نشان می‌دهد (شکل ۱-۴)



شکل ۱-۳- تغییرات مربوط به تعداد حوادث نشت نفت از خطوط لوله در دنیا



شکل ۱-۴- تغییرات مربوط به حجم نشت نفت از خطوط لوله در دنیا

در تحقیق فوق لازم به ذکر است که بخش قابل توجهی از نشت نفت (در حدود ۸۵ ٪) از خطوط انتقال داخلی سبب آلودگی خاک محل نشت شده و بخش کوچکی از آن مستقیما وارد آب‌های سطحی می‌شود. برخی از تغییرات قانونی در مورد قانون آلودگی نفتی خطوط لوله مصوب ۱۹۹۰ انجام شده عبارتند از قانون ایمنی خطوط لوله (۲۰۰۲)[1] و قانون یکپارچگی، محافظت، تقویت و ایمنی خطوط لوله (۲۰۰۶)[2]. به کمک قوانین اصلاحی از این قبیل کاهش ۳۵ درصدی نشت نفت از خطوط لوله داخلی در آمریکا و در دهه اخیر میسر گردیده است.

خطوط لوله نفت و گاز در ایران تحت حکمرانی شرکت‌های تابعه وزارت نفت بوده و وظیفه پشتیبانی، پایش و نظارت بر عملکرد خطوط مربوط به هر شرکت، در حیطه وظایف همان شرکت قرار دارد که در صورت بروز هرگونه مشکل، خطر یا خسارت مرتبط با خطوط لوله مسوولیت متوجه شرکت متبوع خواهد بود.

در بخش هیدروکربن‌های مایع شامل نفت خام و فرآورده‌های مایع آن مسوولیت با شرکت‌های نفت، پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی و صنایع پتروشیمی است. با توجه به بالا بودن متوسط عمر خطوط لوله انتقال نفت و مواد نفتی در سطح کشور و خطرات بالقوه ناشی از شکست احتمالی خطوط، ضرورت پایش به منظور پیشگیری از بروز چنین حوادثی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. جدول (۱-۱) نشان‌دهنده وضعیت لوله‌های انتقال نفت است که در دیدی کلی عمر متوسط خطوط با قطر بالا را بیش از ۲۵ سال نمایش می‌دهد. این جدول لزوم ایجاد سامانه پایشی قوی و کارآمد را در سیستم خطوط لوله انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی و هم‌چنین سامانه قدرتمند مدیریت ریسک و بحران حوادث ناشی از شکست احتمالی این خطوط، به نمایش می‌گذارد.

1- Pipeline Safety Act (PSA)-2002
2- Pipeline Integrity, Protection, Enforcement and Safety (PIPES) Act -2006

جدول ۱-۱- خلاصه وضعیت خطوط لوله نفت در سطح کشور

قطر لوله (inch)	طول (Km)	عمر (year)	قطر لوله (inch)	طول (Km)	عمر (year)
۴۸	۵۲	۳۳	۱۸	۲۴۰	۳۲
۴۲	۵۶۴	۳۰	۱۶	۲۰۲	۲۵-۴۰
۳۶	۲۰۷	۱۹-۴۰	۱۴	۱۲۷	۱۱-۴۰
۳۰	۱۹۰	۳۵	۱۲	۲۰۰	۴-۳۷
۲۸	۲۸/۵	۳۳	۱۰	۸۱	۲۵-۳۷
۲۶	۱۳۳/۷	۳۳	۸	۱۹۶	۸-۳۷
۲۴	۳۵۸	۲۵	۶	۱۵/۶	۲۵-۳۲
۲۲	۱۴	۳۳	۴	۲۵	۳۰-۳۷
۲۰	۴۵۴	۱۸-۲۷	جمع	۳۰۰۷/۸ (Km)	

۱-۴- ضرورت‌ها و اهداف تهیه دستورالعمل حاضر

اگر از زاویه آسیب‌پذیری به پدیده حوادث آلودگی نفتی رودخانه‌ها و مراکز آبی پرداخته شود، افزایش سن شبکه خطوط لوله انتقال نفت و محدودیت شدید منابع آب در کشور باعث شده است که منابع آب سطحی شیرین کشور به‌شدت آسیب‌پذیر باشد و تبعات حوادث آلودگی نفتی نیز هزینه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی سنگینی به همراه داشته باشد.

آن چه بر پیچیدگی‌های کار می‌افزاید، چند رشته‌ای بودن این‌گونه حوادث است که تمایل سازمان‌های مختلف را برای مدیریت ریسک و کاهش آسیب‌پذیری این پدیده کم می‌نماید. در صورت وقوع حوادث، هم‌کاری و هم‌گرایی میان آن‌ها را با دشواری مواجه می‌سازد.

رویه غالب در مورد مدیریت مسایل چند رشته‌ای، از جمله حوادث آلودگی نفتی رودخانه‌ها و مراکز آبی، تدوین چارچوب‌های نهادی (تهیه دستورالعمل‌ها و مقررات) است که طی آن سازمان‌های ذی‌نفع به تمرین مسوولیت‌های خود پرداخته و همکاری و هم‌گرایی در عملکرد را تقویت نمایند.

اگر از زاویه مدیریت ریسک، موضوع مورد واکاوی قرار گیرد، نمی‌توان از شرکت‌های طراحی و اجرای خطوط لوله‌های انتقال نفت انتظار داشت ملاحظات و منافع وزارت نیرو را در نظر داشته باشند، بدون آن‌که ضوابط فنی و استانداردهای لازم در خصوص رعایت حریم منابع آب (در برابر آلودگی نفتی)، ملاحظات فنی پوشش خطوط لوله، استفاده از تجهیزات و پایش خطوط، از طرف وزارت نیرو تدوین شده و به تایید و تصویب مراتب ذی‌صلاح رسیده و به وزارت نفت ابلاغ شده باشد.

اگر هدف عالی تدوین این دستورالعمل را حفاظت بیش‌تر رودخانه‌ها و مراکز آبی در برابر حوادث آلودگی نفتی بدانیم، هدف کلی از تدوین آن را می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود:

«تهیه دستورالعمل مدیریت حوادث آلودگی نفتی رودخانه‌ها و مراکز آبی با رویکردهای ریسک و بحران، فنی و مدیریتی برای مدیران حوزه سیاست‌گذاری، مدیران منطقه‌ای و گروه‌های اقدام کننده در محل».

۱-۵- مرزها و محدوده‌های دستورالعمل

مرزها و محدوده‌های تعیین‌شده در راستای تدوین دستورالعمل پس از بحث و تبادل‌نظر با کارشناسان امر به شرح زیر تعیین گردیده‌اند (آن چه در این قسمت به‌عنوان مرزها و محدوده‌های مطالعاتی طرح تشریح شده است مطابق با معیارهای بین‌المللی موجود در این حوزه است):

- **محدوده دستورالعمل ازنظر حوزه فعالیت:** برنامه‌های مدیریت آلودگی نفتی برای سطوح مدیریتی یا عملیاتی طراحی می‌شوند که حوزه فعالیت این طرح، هر دو حوزه‌های فعالیتی مدیریتی و عملیاتی را شامل می‌شود.
- **رویکرد مدیریتی دستورالعمل:** رویکرد مدیریتی شامل مدیریت ریسک و مدیریت بحران حوادث آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها است.
- **فنی یا غیر فنی بودن دستورالعمل:** دستورالعمل پیش‌رو هم فنی و هم غیر فنی است چراکه هم دستورالعمل‌های مدیریتی و هم مقررات فنی را شامل می‌شود.
- **محدوده فنی دستورالعمل:** محدوده فنی مدیریت یک پدیده چند رشته‌ای شامل زنجیره‌ای از قوانین، مقررات فنی و استانداردهای فنی است؛ که تدوین هر یک از اجزای این زنجیر، مبانی خاص خود را داراست. با توجه به اهداف طرح و جایگاه وزارت نیرو در ارتباط با ضوابط فنی طراحی و احداث خطوط لوله نفت، محدوده فنی طرح شامل بررسی و تدوین مقررات فنی بوده است.
- **محدوده آلودگی:** با توجه به تقسیم‌بندی‌های رایج جهانی، محدوده آلودگی مورد مطالعه در این دستورالعمل، محدوده داخلی یا محدوده خشکی به‌علاوه رودخانه‌ها، مراکز آبی و دریاچه‌ها باشد.[1]
- **تقسیم‌بندی ازنظر نوع ماده آلاینده:** نوع منبع آلاینده‌ای که در مطالعه مدنظر است نفت و فرآورده‌های مایع هیدروکربنی است که توسط خطوط لوله منتقل می‌شوند و مواد شیمیایی خطرناک و فرآورده‌های هیدروکربنی نیمه مایع و گاز را شامل نمی‌شود.
- **تقسیم‌بندی ازنظر نوع منبع نفتی آلاینده:** مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی متناسب با این‌که منبع آلودگی چه باشد متفاوت است برخی مراحل مدیریت بحران نیز ممکن است متناسب با نوع منبع آلودگی نفتی تغییر نماید. منبع موردنظر در این دستورالعمل خطوط لوله انتقال در نظر گرفته شده است.
- **تقسیم‌بندی ازنظر منبع آلوده شونده:** نوع منبع آلوده شونده ممکن است آب، خاک و یا سایر عناصر زیست‌محیطی باشد، در این طرح منبع آلوده شونده مورد مطالعه، منبع مورد بررسی در این دستورالعمل آب‌های سطحی شیرین شامل رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها می‌باشند.

در جدول (۱-۲) محدوده و مرزهای مطالعه آمده است:

1- Inland Oil Spill Response

جدول ۱-۲- مرزها و محدوده‌های مطالعاتی طرح مطابق با طبقه‌بندی‌های موجود بین‌المللی

نوع محدوده	طبقه‌بندی‌های موجود طبق معیارهای بین‌المللی			
محدوده طرح ازنظر حوزه فعالیت	مدیریتی	عملیاتی		
رویکرد مدیریتی طرح	ریسک	بحران		
نوع خروجی مطالعاتی طرح	دستورالعمل	راهنما		
فنی یا غیر فنی بودن طرح	فنی	غیر فنی		
محدوده فنی طرح	قوانین	مقررات فنی	استاندارد فنی	
محدوده آلودگی (در محیط‌های آبی)	داخلی	سطح دریا	اعماق دریا	نواحی قطبی
تقسیم‌بندی ازنظر نوع ماده آلاینده	نفت	فرآورده‌های هیدروکربنی مایع	فرآورده‌های هیدروکربنی نیمه مایع و گاز	مواد شیمیایی خطرناک
تقسیم‌بندی ازنظر نوع منبع نفتی آلاینده	خطوط لوله	مخازن ثابت	مخازن متحرک	مخازن کشتی
تقسیم‌بندی ازنظر منبع آلوده شونده	آب	خاک		
تقسیم‌بندی ازنظر منبع آب آلوده شونده	آب‌های سطحی	آب‌های زیرزمینی		

داخل محدوده مطالعاتی طرح

خارج محدوده مطالعاتی طرح

فصل ۲

حریم‌های منابع آب در ارتباط با خطوط لوله انتقال

۲-۱- کلیات

برخورد خطوط لوله انتقال نفت با حریم رودخانه‌ها و مراکز آبی متعدد (مانند دریاچه‌ها) در طول کیلومترها از مسیر خط لوله عملا اجتناب‌ناپذیر است. از سوی دیگر بروز مشکلاتی از قبیل شکستگی یا خرابی تاسیسات خط لوله و یا عملیات احداث خط لوله همواره با آلودگی‌های شدید همراه خواهد بود. مجموعه این عوامل کاستن از اثرهای زیست‌محیطی احداث خط لوله بر مراکز آبی را در هنگام ساخت و بهره‌برداری از طریق اعمال ملاحظات ویژه در طراحی، اجرا و بهره‌برداری خط لوله در این نقاط، ضروری می‌سازد. این ملاحظات باید با در نظر گرفتن مقررات و قوانین و استانداردهای هر یک از ذی‌نفعان تهیه و تدوین گردند. ازاین‌رو مقررات و ضوابطی برای افزایش ایمنی بهره‌برداری از خطوط لوله تدوین شده است تا از آلودگی رودخانه‌ها و منابع آبی بر اثر عملیات اجرایی در هنگام اجرای خط لوله (مانند جاری شدن گل و لای حفاری به داخل مجاری انتقال آب و یا دریاچه‌ها) و یا بهره‌برداری از لوله (مانند نشت نفت از لوله‌ها) و آلودگی گسترده رودخانه‌ها و دریاچه‌ها جلوگیری به عمل آورد.

۲-۲- نحوه تلاقی خطوط لوله و مراکز آبی

خطوط لوله انتقال نفت و مواد نفتی در طول مسیر خود به دو صورت در تلاقی با حریم‌های منابع آب خواهد بود که تعیین‌کننده سطح اعمال ملاحظات و ضرایب اطمینان در طراحی، اجرا و بهره‌برداری خط لوله خواهد بود:

- **قرارگیری بخشی از مسیر خط لوله در حریم‌های مراکز آبی بدون تقاطع:** در این مورد با استناد بر ضوابط و الزامات تعیین حریم مراکز آبی متعدد، قضاوت خواهد شد.
- **تقاطع با مراکز آبی:** در چنین شرایطی اجبار بر عبور از مرکز آبی موردنظر بوده و ملاحظات ویژه مربوط به خود را خواهد داشت.

باید توجه داشت عبور خط لوله از مراکز آبی و یا قرارگیری در حریم آن‌ها، در هر پروژه دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است و نیازمند افراد با دانش و تجربه و هم‌چنین تجهیزات پیمان‌کاری است که بر اساس برنامه‌ریزی دقیق و ارزیابی عملکرد براساس قوانین و مقررات مربوط انجام شود.

۲-۳- حریم‌های منابع آب در ارتباط با احداث خطوط لوله انتقال نفت و مواد نفتی

علاوه بر تعیین بستر و حریم کمی و کیفی معمول برای رودخانه‌ها و مسیل‌ها و نیز دریاچه‌ها و تالاب‌ها، تعیین و اعلان حریم مراکز آبی سطحی در دو مقطع ساخت و بهره‌برداری از خطوط لوله نفت و مواد نفتی، می‌تواند اقدامی موثر در راستای مدیریت ریسک حوادث ناشی از آلودگی نفتی در مراکز آبی باشد. ملاحظات عمده برای تعیین این حریم‌ها عبارتند از:

۱- موارد مرتبط با مشخصات و خصوصیات منبع آبی مورد نظر با ملاحظه عبور خطوط لوله نفتی:

- خصوصیات ژئومورفولوژیک رودخانه شامل شکل دره، شیب دره، نوع خاک محل و...
- خصوصیات هیدرولیکی و هیدرولوژیکی رودخانه اعم از فصلی یا دائمی بودن، سرعت و میزان تلاطم جریان آب و ...
- موارد مصرف منبع آبی موردنظر اعم از شرب، صنعت و یا کشاورزی و در مورد هریک نیز سطح حساسیت، تعداد مصرف‌کننده و ...
- میزان تاسیسات احداث‌شده در مسیر رودخانه و یا در کنار مرکز آبی موردنظر اعم از سدها، بندهای انحرافی، ایستگاه‌های پمپاژ آب، آبگیرها و ...

۲- موارد مرتبط با خط لوله شامل موارد:

- قطر لوله، فشار سیال داخلی، ملاحظات و احتمالات خوردگی لوله، ماده انتقالی
- نحوه و میزان دسترسی به محل‌های دارای پتانسیل آلایندگی برای منبع آبی موردنظر

دستورالعمل تعیین حریم کیفی آب‌های سطحی (موضوع تصویب‌نامه شماره ۵۸۹۷۷/ت ۲۹۱۰۱ هـ مورخ ۸۲/۱۲/۱۸ هیات محترم وزیران) دفتر مدیریت کیفی منابع آب (خرداد ۱۳۸۴) ملاک و معیار تعیین حریم مراکز آبی کشور است. در این دستورالعمل حریم‌های مراکز آبی کشور به شرح زیر تعیین شده است:

۲-۳-۱- چگونگی تعیین حریم کیفی آب‌های سطحی

جهت تعیین حریم کیفی رودخانه‌ها، نهرهای طبیعی، برکه‌ها و ...، منابع آب سطحی به سه گروه زیر تقسیم شده و برای هر گروه طبق روش ذکر شده تعیین حریم می‌گردد:

- منابع آب شرب
- تالاب‌ها و رودخانه‌های حفاظت‌شده
- سایر منابع

۲-۳-۱-۱- حریم کیفی منابع آب شرب

باعنایت به مصوبه حریم کیفی آب‌های سطحی، حریم کیفی منبع آب شرب مقطوعا ۱۵۰ متر (تراز افقی) است هم‌چنین محدوده بازه طولی حریم آب شرب از بالادست و نیز پایین‌دست محل برداشت آب ۲۰ برابر عرض بستر رودخانه در بالادست و ۱ تا ۲ برابر عرض بستر در نقطه برداشت آب در پایین‌دست محل برداشت آب منظور می‌گردد. چنان‌چه ایستگاه‌های برداشت آب شرب در رودخانه‌ای با فاصله کم‌تر از ۵ کیلومتر به‌صورت متوالی قرار گرفته باشند، کل این محدوده نیز بازه آب شرب محسوب می‌گردد.

در محدوده حفاظتی حریم کیفی آب شرب به منظور کمال انتفاع و عدم تضرر منبع آبی، استقرار هرگونه کاربری به جز فعالیت‌های کشاورزی با مصرف آب کم و غیر غرقابی با اعمال کامل کنترل سم و کود، ممنوع است.

۲-۳-۱-۲- تالاب‌ها و رودخانه‌های حفاظت‌شده

حریم کیفی تالاب‌ها، شعاع ۱۵۰متری از تالاب است. محدوده تالاب با استعلام از اداره کل حفاظت محیط‌زیست و شرکت آب منطقه‌ای استان مربوطه تعیین می‌گردد. هم‌چنین حریم کیفی رودخانه‌های حفاظت‌شده (در محدوده حفاظتی) مقطوعا ۱۵۰متر است. این حریم براساس مصوبه شورای عالی شکاربانی و نظارت بر صید (مصوبه شماره ۱، مورخ ۴۶/۷/۱۲) در خصوص بخش حفاظت شده رودخانه چالوس و سرد آبرود واقع در شهرستان نوشهر فاصله ۲۰۰ متر از هر طرف رودخانه به عنوان حریم تعیین گردیده است.

استقرار کلیه کاربری‌ها به جز موارد زیر در محدوده حریم کیفی تالاب‌ها و رودخانه‌های حفاظت‌شده ممنوع است و تنها کاربری‌های مجاز در حریم ذکرشده عبارتند از:

- کاربری‌های مربوط به حفظ تنوع زیستی
- گردشگری در جهت معرفی ارزش‌های تنوع زیستی تالاب یا رودخانه حفاظت‌شده بدون ایجاد هرگونه سازه در منطقه
- کاربری پژوهشی و آموزشی

۲-۳-۱-۳- سایر منابع آب سطحی

حریم کیفی آن دسته از منابع آب سطحی که کاربری شرب نداشته و یا جزو تالاب‌ها و رودخانه‌های حفاظت‌شده محسوب نمی‌شوند به سه ناحیه زیر تقسیم می‌شود. کاربری‌های مجاز در هر ناحیه براساس جدول (۲-۲) است.

- **حریم اول:** حریم کیفی در ناحیه اول (A)، مقطوعا ۲۰ متر از منتهی‌الیه بستر رودخانه است.
- **حریم دوم:** حریم کیفی در ناحیه دوم (B) براساس رده‌بندی رودخانه تعیین می‌گردد. منظور از رده‌بندی، شماره‌گذاری شاخه اصلی رودخانه و شاخه‌های فرعی آن به روش زیر است:

شاخه اصلی رودخانه را با شماره ۱ مشخص نموده و شاخه‌های فرعی را که به آن می‌ریزد با عدد ۲ مشخص نموده و به همین روال هر چه انشعابات بیش‌تر می‌شود عدد منسوب به آن نیز بزرگ‌تر می‌شود (لازم به ذکر است که این روش عکس روش درجه‌بندی رودخانه‌ها است). حال اگر رده رودخانه با حرف (n) نشان داده شود حریم کیفی آن در ناحیه دوم با استفاده از فرمول زیر تعیین می‌گردد:

$$B = \frac{(150 - A)}{n + 1} \qquad (۱-۲)$$

- **حریم سوم:** حریم کیفی در ناحیه سوم (C) با استفاده از فرمول زیر تعیین می‌گردد:

$$C = 150 - (A + B) \qquad (۲-۲)$$

پس از تعیین درجه حساسیت منبع آب سطحی و برآورد حریم کیفی آن، نسبت به تطابق و استقرار کاربری‌های سازگار در مناطق مربوطه اقدام می‌گردد. جهت تعیین کاربری‌های متناسب با هر ناحیه، ابتدا کاربری‌های اصلی مشخص

گردیده و سپس هر کدام از کاربری‌ها با توجه به میزان اثرگذاری بر کیفیت منابع آب سطحی مطابق جدول (۲-۱) درجه‌بندی می‌گردد.

جدول ۲-۱- ارزیابی درجه اهمیت کاربری‌های مختلف

ردیف	نوع کاربری			شدت اثر
۱	کشاورزی	آبی	سنتی	خیلی زیاد
			مدرن	متوسط
		دیم		کم
۲	مسکونی و تجاری	شهری		زیاد
		روستایی		متوسط
۳	صنعت	گروه صنعتی الف		کم
		گروه صنعتی ب		متوسط
		گروه صنعتی ج		زیاد
		گروه صنعتی د و ه		-
		گروه صنعتی و		-
۴	تاسیسات زیر بنایی	گروه ۱*		زیاد
		گروه ۲		متوسط
		گروه ۳		کم
۵	تفریحی و تفرجی	گسترده		کم
		متمرکز		متوسط

در ارتباط با گروه‌های صنعتی لازم به ذکر است که طبقه‌بندی صنایع توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست صورت پذیرفته است و صنایع گروه ((د، ه، و)) براساس ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی با توجه به درجه خطرآفرینی باید خارج از حریم ۱۵۰متری استقرار یابند.

با عنایت به شدت اثر کاربری‌ها و حساسیت نواحی حریم کیفی، نحوه استقرار کاربری‌ها به شرح جدول (۲-۲) تعیین می‌گردد.

جدول ۲-۲- کاربری‌های سازگار در حریم

حریم	کاربری‌های سازگار
اول (A)	کشاورزی غیر غرقابی، تاسیسات زیربنایی گروه ۳ (انتقال آب، برق، مخابرات، پل‌ها و تاسیسات بندری) و تفریحی گسترده (بدون ایجاد تاسیسات متمرکز)
دوم (B)	کشاورزی غیر سنتی، مسکونی روستایی، گروه صنعتی الف و ب، تاسیسات زیربنایی گروه ۲، تفریحی و تفرجی متمرکز، آبزی‌پروری و دام‌پروری
سوم (C)	کشاورزی سنتی، مسکونی و تجاری شهری، گروه صنعتی ج، تاسیسات زیربنایی گروه ۱

در خصوص حریم کیفی منابع آب سطحی موارد زیر قابل توجه و لازم‌الاجرا است:

- کلیه قوانین و مقررات موجود مربوط به تعیین حریم کیفی در زمینه استقرار کاربری‌ها در محدوده حریم ۱ جاری بوده و در اولویت قرار دارد.
- ساخت و بهره‌برداری از کلیه تاسیسات بندری باید با رعایت کلیه جوانب و اصول زیست‌محیطی، قوانین و مقررات مربوطه و رعایت مقررات این دستورالعمل صورت پذیرد.

- تخلیه کلیه پساب‌ها از واحدهای صنعتی و زهکش‌های اراضی کشاورزی به منابع آب سطحی باتوجه به موازین و مقررات و ضوابط زیست‌محیطی سازمان حفاظت محیط زیست و هم‌چنین رعایت مقررات این دستورالعمل انجام می‌شود.
- درصورتی‌که هر نوع از کاربری‌ها در فهرست حریم‌های سه‌گانه ارائه نشده باشد، تصمیم‌گیری در خصوص چگونگی استقرار کاربری‌ها در حریم کیفی منابع آب سطحی با نظر وزارت نیرو و شرکت‌های آب منطقه‌ای انجام می‌گیرد.
- معیارها و ضوابط صدور مجوز برای کاربری‌های یاد شده در محدوده حریم کیفی براساس قوانین و مقررات موضوعه آب و رعایت مقررات این دستورالعمل خواهد بود.
- استقرار کاربری‌های مجاز در محدوده حریم کیفی آب‌های سطحی علاوه بر مفاد این دستورالعمل منوط به رعایت کامل کلیه ضوابط و استانداردهای زیست‌محیطی مرتبط با استقرار کاربری‌ها و نحوه تخلیه پساب و دفع مواد زاید جامد نیز است.
- تعریف «منتهی‌الیه بستر» که نقطه شروع محاسبه حریم کیفی آب‌های سطحی است براساس ضوابط تعیین‌شده برای محاسبه حریم کمی منابع آب سطحی است[۱].

ارزیابی مصوبه فوق برای تعیین کفایت آن در راستای مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی مراکز آبی به شکل زیر صورت خواهد گرفت:

- در این مصوبه خطوط انتقال و توزیع نفت و مواد نفتی دیده نشده‌اند لذا براساس بند صریح همین مصوبه، تعیین سطح خطر عبور خط لوله از حریم مراکز آبی، برعهده وزارت نیرو و شرکت‌های آب منطقه‌ای، خواهد بود[۲].
- درصورتی‌که خطوط لوله را جزیی از تاسیسات زیربنایی در نظر داشته باشیم، در تعیین ضوابط عبور از حریم‌های منابع به دلیل پتانسیل بالای ایجاد خسارات و خطرات ناشی از نشت، اثرهای ناشی از آن نیز زیاد بوده و لذا توصیه می‌شود در این تصویب‌نامه (جدول ۲-۲) تاسیسات زیربنایی با خطرات زیاد نیز در نظر گرفته شوند.

۱- تاسیسات زیربنایی: به کلیه تاسیسات نظیر سیستم‌های حمل ونقل و ارتباطات، خطوط انتقال آب و برق، فرودگاه، راه‌آهن، مدرسه، دانشگاه، زندان و... اطلاق می‌گردد که جهت تامین تسهیلات و خدمات در جوامع مختلف به کار گرفته می‌شوند.

تاسیسات زیربنایی گروه ۱: گروهی از تاسیسات زیربنایی که به‌واسطه نوع عملکرد تاثیر منفی بیش‌تری بر کیفیت منابع آب مجاور خود می‌گذارند در این دستورالعمل تاسیسات زیربنایی گروه ۱ اطلاق می‌گردد (نظیر: شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، فرودگاه‌ها، بزرگراه‌ها، ...)

تاسیسات زیربنایی گروه ۲: گروهی از تاسیسات زیربنایی که به‌واسطه نوع عملکرد تاثیر منفی کم‌تری بر کیفیت منابع آب مجاور خود می‌گذارند در این دستورالعمل تاسیسات زیربنایی گروه ۲ اطلاق می‌گردد (نظیر خطوط انتقال برق، آب، مخابرات، پل‌ها ...)

۲- شرکت‌های آب منطقه‌ای در تعیین حریم برای عبور خطوط لوله نفتی از مجاورت منابع آبی (رودخانه، دریاچه و تالاب) لازم است هماهنگی لازم را با دفتر بهره‌برداری از تاسیسات آبی و دفتر رودخانه و سواحل شرکت مدیریت منابع آب ایران معمول نمایند.

- در مورد خطوط لوله نفت و یا مواد نفتی (درصورتی‌که بنا بر عدم تقاطع و عبور خط از مرکز آبی بوده و تنها در حریم آن قرار خواهد گرفت) باید تعیین حریم مراکز آبی مجاور خط با اعمال ملاحظات زیر تعیین گردد:
  - جهت شیب زمین که تعیین‌کننده جهت جریان یافتن مواد نشتی نسبت به منبع آب است.
  - فشار مایع داخل لوله که تعیین‌کننده میزان فوران ماده نشتی پس از حوادث شکست خط است. در این مورد باید فاصله ایمن فوران و شروع شیب به سمت آب رعایت گردد.
  - ریسک شکستگی خط لوله باتوجه به مکان عبور آن: درصورتی‌که خط لوله قرار گرفته در حریم منبع آب در تقاطع با جاده، ریل راه‌آهن یا خطوط لوله قدیمی، موازی با آن‌ها و یا در معرض محیطی خورنده قرار دارد، ریسک خوردگی و شکستگی آن افزایش خواهد یافت. درنتیجه در تعیین فاصله تا مرکز آبی توجه به این مساله ضروری خواهد بود.

فصل ۳

مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها

۳-۱- کلیات

عوامل متعددی در شکست خطوط لوله انتقال نفت موثر بوده و با تعیین و تخمین مقدار هریک از آن‌ها می‌توان تا حد زیادی ریسک حوادث ناشی از شکست را کاهش داد. طراحی یک سیستم پشتیبان تصمیم[1] در قالب چک‌لیست‌های کنترل و ارزیابی ریسک شکست در حریم‌های منابع آب، می‌تواند سبب حفظ سلامت و ایمنی خط لوله در محدوده حریم و درنتیجه حفظ منبع آب از آلودگی گردد. سایر الزامات کنترل مخاطرات از قبیل اختیارات قانونی و همکاری‌های بین سازمانی در قالب پروتکل‌های متعدد، نیز بایستی ضمیمه چنین سیستمی باشند تا کارایی آن را تضمین کنند. یکی از مهم‌ترین مولفه‌های هدف، برای این سیستم پشتیبان تصمیم، تعیین نرخ شکست به منظور پیش‌بینی زمان احتمالی شکست است.

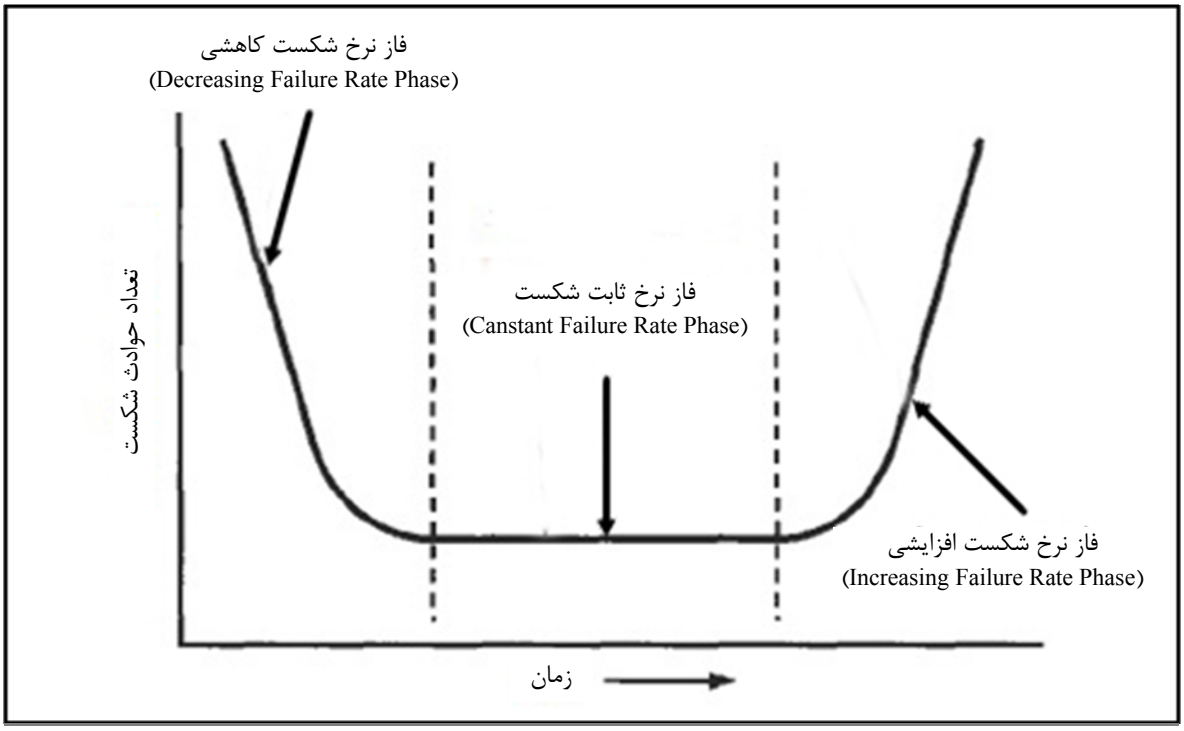
نرخ شکست به طور معمول، از تقسیم میزان خوردگی در یک بازه زمانی بر طول آن بازه محاسبه می‌شود. درصورتی‌که این کمیت اندازه‌گیری شود تخمین و پیش‌بینی تعداد حوادث شکست در بازه‌های زمانی آینده نیز مقدور خواهد بود. از مهم‌ترین عوامل شکست وابسته به خط لوله، خوردگی است. دلایل مختلفی که سبب خوردگی خط لوله می‌شوند براساس نرخ شکست می‌توانند طبقه‌بندی شوند. برخی از فرآیندهای خوردگی به‌صورت نامنظم صورت می‌گیرند. این فرآیندها براساس پروتکل تخمین احتمالی پیگیری می‌شوند. جدول (۳-۱) برخی از انواع مکانیسم‌های شکست و خصوصیات آن‌ها را بیان می‌کند.

جدول ۳-۱- انواع مکانیسم‌های شکست خطوط لوله

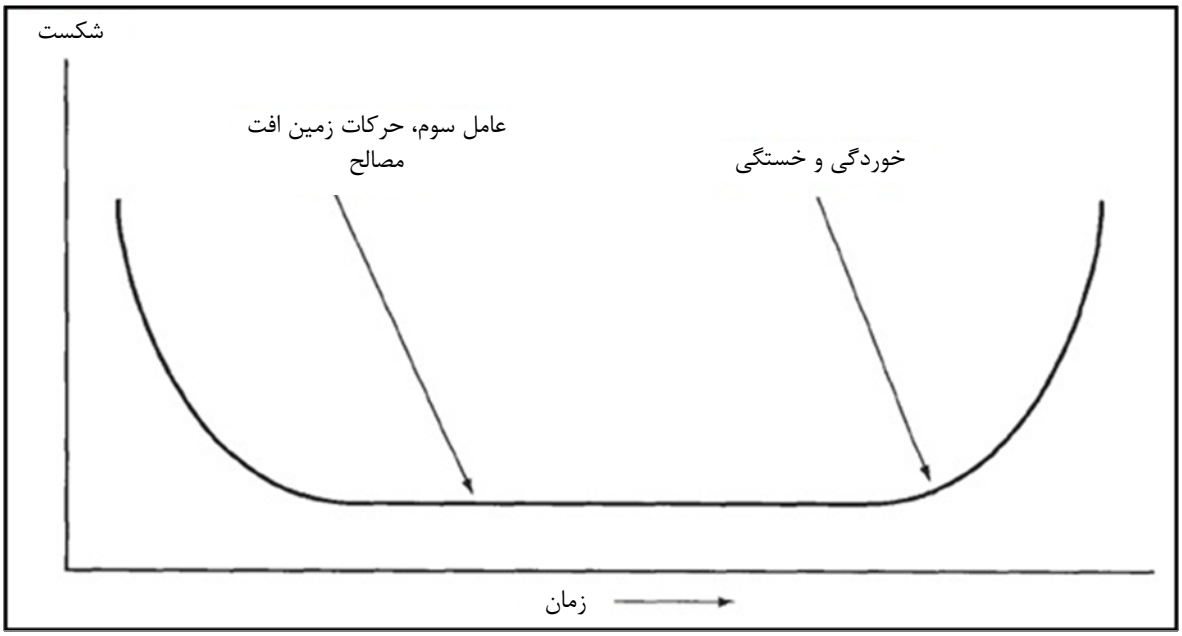
مکانیسم خرابی	ماهیت مکانیسم	تغییرات نرخ شکست
خوردگی	وابسته به زمان	افزایشی
ترک	وابسته به زمان	افزایشی
خسارت ناشی از عامل سوم	اتفاقی	ثابت
Lamination/blistering	اتفاقی	ثابت
حرکات زمین	اتفاقی	ثابت
تخریب (افت) مصالح	وابسته به زمان	افزایشی
آسیب‌دیدگی مصالح	اتفاقی	ثابت

بررسی تاریخچه زمانی وضعیت خوردگی لوله توسط ارزیاب ممکن است اطلاعات مهمی پیرامون سیستم در اختیار وی قرار دهد. شکل (۳-۱) گرافی را نشان می‌دهد که نمایان‌گر فرآیند تغییر نرخ شکست bathtub است. این گراف تیپ نرخ شکست را برای مواد و خطوط لوله مختلف در طول عمر خط را نشان می‌دهد. (شکل ۳-۲ تئوری نمودار bathtub را نشان می‌دهد.)

1- DSS (Decision Support System)



شکل ۳-۱- منحنی معمول برای تغییرات نرخ شکست (منحنی bathtub)



شکل ۳-۲- تئوری شکست خطوط لوله

برخی از تجهیزات، نرخ شکست اولیه بالایی دارند که بخش اول شکل (۳-۱) را تشکیل می‌دهد. در چنین موارد خوردگی ناشی از مرحله اول سبب شکست خط لوله خواهد شد. درصورتی‌که از خوردگی در این مرحله صرف‌نظر گردد، نمودار وارد فاز دوم خواهد شد. این فاز محدوده خوردگی با نرخ ثابت نامیده شده و عوامل شکست در این مرحله عوامل و حوادث خارجی خواهند بود. پس از گذر از این مرحله نرخ شکست رو به افزایش خواهد گذاشت. محدوده دوم از نمودار به صورت صعودی بوده

و انتهای عمر مفید بهره‌برداری خط لوله را نشان خواهد داد. هنگامی‌که فرآیند حاکم بر شکست تابع زمان باشد (خوردگی یا خستگی) اثرهای آن عمدتا در مرحله پایانی مشاهده خواهد شد. برداشت و بررسی اطلاعات مربوط به شکست خطوط لوله به صورت سری زمانی، به صورت تئوری، نموداری این‌چنینی تولید خواهد کرد که از روی آن نرخ شکست قابل حدس خواهد بود. درمجموع خسارات این حوادث در دو گروه عمده مستقیم و غیرمستقیم دسته‌بندی می‌شوند:

- خسارات مستقیم عبارتند از:
  - خسارت به تاسیسات
  - خسارت به سلامت انسانی
  - خسارات زیست‌محیطی
  - هدر رفتن مواد نشتی
  - هزینه‌های تعمیرات
  - هزینه‌های پاک‌سازی و بازسازی
- خسارت غیرمستقیم عبارتند از:
  - شکایات
  - نقض قراردادها
  - نارضایتی مشتریان
  - عکس‌العمل‌های سیاسی
  - از دست دادن بازار فروش
  - جریمه‌های دولتی

در مورد خطوط لوله، انجام تحلیل‌های ریسک و ترسیم روند روبه رشد یا روبه کاهش این ریسک می‌تواند در پیش‌بینی زمان امکان شکستگی احتمالی موثر باشد. انجام این فرآیند به‌طور مرتب و در طول خط لوله برای تعیین زمان و مکان شکست بعدی فرآیندی هزینه‌بر و دشوار است، اما تعیین نقاط حساس از قبیل نقاط قرارگرفته در حریم‌های منابع آب می‌تواند تا حد زیادی خسارات و هزینه‌ها را کاهش دهد.

محاسبه‌ی خسارات احتمالی می‌تواند به بهره‌بردار خطوط کمک کند که میزان سرمایه‌گذاری برای جلوگیری از بروز چنین خساراتی را در نظر داشته باشند. یکی از دلایل یا مجراهایی که باعث ایجاد این خسارات می‌شود داخل شدن مواد نشتی به محیط‌های آبی از قبیل رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها است. برای پیش‌بینی و جلوگیری از چنین حوادثی، از فرآیندهای ارزیابی ریسک شکست در خطوط لوله استفاده می‌شود. ارزیابی ریسک یک فرآیند اندازه‌گیری به منظور داشتن برداشتی صحیح از چگونگی مدیریت وقایع و حوادثی است که کمی‌سازی ریسک آن‌ها ضروری است. با توجه به وقوع مواد مکرر حوادث آلودگی نفتی ناشی از شکست خطوط لوله، در مورد بسیاری از خسارات آن در حال حاضر امکان کمی‌سازی احتمال شکست، وجود دارد.

کمی‌سازی ریسک باید بر اساس احتمال وقوع و شدت نتایج حادثه صورت پذیرد. باید توجه داشت که ریسک کمیتی ثابت نبوده و در مورد خطوط لوله، در طول و از منطقه‌ای به منطقه‌ی دیگر متغیر خواهد بود. بنابراین با تغییر شرایط، ریسک در یک منطقه و در طول زمان نیز ثابت نخواهد بود.

۳-۲- مدیریت ریسک

با توجه به فرمول نظری محاسبه ریسک، ریسک وقوع یک آسیب به زبان ساده در قالب فرمول زیر کمی می‌شود:

ریسک= آسیب‌پذیری× خطر $= Haz. \times vul.$[۱] (۱-۳)

اجزای تشکیل‌دهنده این فرمول در مورد حوادث آلودگی نفتی به‌صورت زیر خواهند بود:

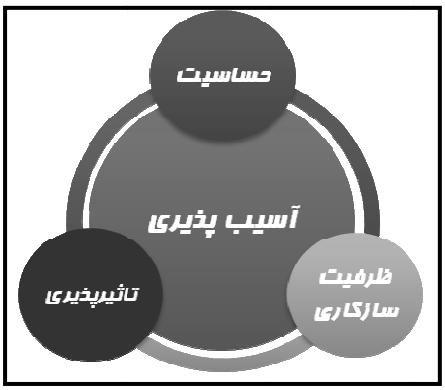
خطر: نشت مواد نفتی از خطوط لوله در حریم‌های منابع آب

آسیب‌پذیری: میزان آسیب‌پذیری بخش‌های اجتماعی – اقتصادی و منابع طبیعی و زیست‌محیطی، از آلودگی ایجاد شده در اثر نشت مواد نفتی

هرگونه تلاش در راستای تغییر پارامترهای فوق، مدیریت ریسک حادثه محسوب خواهد شد. لذا مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی در حریم‌های منابع آب، در راستای هریک از پارامترهای فوق می‌تواند به شرح زیر باشد:

کاهش خطر یا احتمال وقوع حادثه: وقوع حوادث آلودگی نفتی موردبحث، عموما در اثر خرابی‌های خط لوله ناشی از گذر زمان یا حوادث ناگهانی برای خط لوله است. لذا کنترل و پایش مداوم خطوط لوله در حریم‌های منابع آب، می‌تواند سبب کاهش مقدار این پارامتر و درنهایت کاهش ریسک آلودگی گردد.

کاهش آسیب‌پذیری: در تعریف، آسیب‌پذیری ترکیبی از سه فاکتور حساسیت، تاثیرپذیری و ظرفیت سازگاری است.



شکل ۳-۳- اجزای تشکیل‌دهنده شاخص آسیب‌پذیری

۱- روابط متعددی پیرامون محاسبه ریسک حوادث ارائه شده که در برخی از آن‌ها پارامتر آمادگی مقابله با حوادث مخرج کسر و حاصل‌ضرب خسارات محتمل در احتمال وقوع، صورت کسر را تشکیل می‌دهند. پارامتر آمادگی در برابر حوادث آلودگی نفتی خود متشکل از مواردی از قبیل آموزش، تجهیزات در دسترس و ... است که به‌روشنی قابل تقسیم‌بندی در قالب مدیریت ریسک و بحران نیستند. در این دستورالعمل برای تعریف ریسک از رابطه (۳-۱) استفاده شده و پارامترهای آمادگی در مباحثی جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در مورد حوادث آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، پارامترهای آسیب‌پذیری به شرح زیر قابل توصیف می‌باشند:

- **حساسیت:** این فاکتور متاثر از نوع منبع آبی و کاربری آن است، منابعی که برای آب شرب مورد استفاده قرار می‌گیرند و یا به زیستگاه‌های حساس منتهی می‌شوند، از بیش‌ترین حساسیت برخوردارند. اجزای مهم فاکتور حساسیت عبارتند از: نوع منبع، نوع مصارف وابسته، فاصله محل مصرف تا محل نشت، ارگانیسم‌ها و زیستگاه‌های وابسته به منبع.
- **تاثیرپذیری:** این فاکتور متاثر از نوع و حجم ماده نفتی نشت یافته است. درواقع تاثیرپذیری پس از بروز نشت قابل‌بررسی است.
- **ظرفیت سازگاری:** این فاکتور تابع نوع منبع و خصوصیات آن است. به عنوان مثال ظرفیت خود پالایی منبع، جنس سواحل، بده، سرعت و عمق جریان، نوع بستر و... تعیین‌کننده ظرفیت سازگاری منبع موردنظر با بحران پیش‌رو هستند.

از نظر بازه زمانی، مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی در منابع آبی، طی سه مرحله اصلی قبل، حین و بعد از اجرا خواهد بود. رعایت الزامات مربوط به هر مرحله از سوی ارگان مسوول خط لوله و کنترل آن‌ها از سوی ذی‌ربطان (به‌خصوص بخش آب)، ریسک این‌گونه حوادث را به حداقل خواهد رساند.

۳-۲-۱- مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی پیش از اجرا (طراحی)

نخستین و موثرترین تلاشی که می‌توان به کمک آن احتمال وقوع حادثه را بسیار کم نموده و یا به صفر برساند، حذف عامل خطرزا است. در حوادث آلودگی نفتی مورد بحث این دستورالعمل، عامل خطرزا، خط لوله حاوی مواد نفتی است که در حریم منبع آب قرارگرفته است.

درصورتی‌که به هر دلیلی پس از بررسی‌های صورت گرفته توسط مشاور طرح، قرارگیری خط لوله در حریم مراکز آبی موجود در مسیر اجتناب‌ناپذیر ارزیابی گردید، انجام مراحل زیر به‌منظور افزایش ضرایب اطمینان و در نظر داشتن مدیریت ریسک حوادث منجر به آلودگی، دریافت دو مرحله تاییدیه از سازمان مطبوع (وزارت نیرو و یا سازمان محیط زیست) در مرحله پیش از طراحی و پس از اجرا ضروری خواهد بود. به منظور دریافت تاییدیه پیش از طراحی خط لوله در محل تقابل با حریم موردنظر، ارائه مدارک زیر ضروری است:

- مدارک مربوط به توجیه الزام عبور
- برنامه زمان‌بندی و عملیاتی نحوه عبور و روش منتخب برای عبور
- گزارش ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی تاییدشده توسط سازمان محیط زیست برای مراحل اجرا و بهره‌برداری
- برنامه مدیریت بحران شرایط اضطرار (زلزله، سیل، فرسایش بستر، نشت در اثر شکستگی لوله، آتش‌سوزی و...) برای بازه‌های آسیب‌پذیر قرارگرفته در حریم

- طرح جایگزین برای عبور از حریم به همراه ارزیابی و مقایسه اقتصادی دو طرح (به خصوص در مورد منابع آب با حساسیت بالا)،
- طرح حفاظت از لوله در محدوده قرارگرفته در حریم (شامل حفاظت کاتدیک، پایش دوره‌ای، نصب علایم، نشت‌یاب‌ها و سیستم اطلاع‌رسانی حوادث)
- طرح جاده‌های دسترسی
- جزئیات برنامه کنترل و کاهش اثرهای حوادث، شامل برنامه مدیریت بحران حادثه در محل موردنظر با توجه به اهمیت منبع، امکانات و تجهیزات جمع‌آوری و پاک‌سازی و...

در گزارش‌های مربوط به مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری ذکرشده در بالا ارائه ضوابط و ملاحظات فنی و زیست‌محیطی ضروری است. گزارش‌های مرحله اجرا ماهانه و گزارش‌های مرحله بهره‌برداری باید در شرایط معمول هر سه ماه یک بار و در مواردی که احتمال شکست خط لوله بالاست، به طور ماهانه، تهیه گردند.

- **نکته: الزامات رعایت حریم قبل از مسیریابی و طراحی خطوط لوله در قوانین، مقررات و استانداردها:**

هنگام مسیریابی خطوط لوله رعایت بند (۵-۹) از استاندارد IPS-E-PI-140 و ماده ۳ از مصوبه شماره ۱۲۳۹۵۲/ت ۴۰۸۲۲ هـ هیات‌وزیران مورخ ۱۳۸۸/۶/۲۱ با عنوان «آیین‌نامه رفع آلودگی زیست‌محیطی فعالیت‌های نفتی» الزامی است.

بند (5-9) استاندارد IPS-E-PI-140: این بند به تعیین حریم خطوط لوله ارتباط داشته و براساس آن باید در این محدوده تملک اراضی یا دریافت مجوز انجام بگیرد. هم‌چنین محاسبات مربوط به تعیین این حریم در این بند آمده است[1].

۱- با اشاره به ضوابط تعیین حریم مراکز آبی، باید بندی مبنی بر عدم هم‌پوشانی این دو حریم به متن این استاندارد اضافه شود. متن پیشنهادی این بند به‌صورت زیر خواهد بود:

باتوجه به دستورالعمل تعیین حریم کیفی آب‌های سطحی (موضوع تصویب‌نامه شماره ۵۸۹۷۷/ت ۲۹۱۰۱ هـ مورخ ۸۲/۱۲/۱۸ هیات محترم وزیران) و هم‌چنین ضوابط تعیین حریم خطوط لوله، تعیین مسیر خط لوله باید به‌گونه‌ای انجام شود که حداقل تداخل حریم‌ها به منظور کاهش ریسک آلودگی در مراکز آبی، رعایت گردد.

ماده ۳ آیین‌نامه رفع آلودگی زیست‌محیطی فعالیت‌های نفتی: احداث انبارهای نفتی و خطوط انتقال نفت یا فرآورده‌های نفتی و مکان‌یابی و دفن هر نوع پسماند ناشی از فعالیت‌های نفتی در حوضه‌های آبخیز بلافصل سدها و رودخانه‌های تامین‌کننده آب شرب ممنوع است.

پس از صدور مجوز برای تملک اراضی واقع در حریم منبع آبی، در راستای عبور خطوط لوله قبول شروط زیر از سوی طرفین (وزارت نیرو و وزارت نفت) در قالب توافق‌نامه یا بندی از استاندارد ضروری به نظر می‌رسد:

- دریافت تاییدیه صحت اجرای خط لوله در حریم منبع آبی از ناظران نماینده وزارت نیرو مبنی بر رعایت استانداردهای اجرایی
- انجام بازدیدهای دوره‌ای منظم از خط لوله در حریم منبع آب و اعلام نتایج به ذی‌ربطان تعیین‌شده ازسوی بخش آب
- تکمیل چک لیست‌های مربوط به تعیین احتمال شکست خط لوله
- تعمیر، تعویض یا تغییر مسیر خط لوله در صورت افزایش احتمال خطر یا افزایش ریسک آلودگی نفتی در صورت تایید کمیته‌های فنی مورد قبول طرفین

۳-۲-۱-۱- ضوابط فنی طراحی

حریم‌های مراکز آبی از دیدگاه وزارت نیرو، به دلیل حساسیت بالا نسبت به حوادث منجر به نشت و یا آلودگی‌های نفتی خطوط لوله، در زمره مناطقی محسوب می‌شوند که به لحاظ طراحی نیازمند ملاحظات ویژه‌ای خواهند بود. ضوابط فنی مخصوص طراحی خطوط لوله در حریم‌های منابع آب در مجموعه استانداردهای داخلی صنعت نفت (IPS) گنجانده نشده‌اند. در استاندارد IPS-E-PI-140 تنها به ضوابط ویژه طراحی خطوط لوله در عبور از مراکز آبی و به شرح زیر اشاره شده است:

- بند 7-5-1-13

حفظ پایداری خطوط لوله عبوری از زیر رودخانه‌ها، باتلاق‌ها، مراکز با ارتفاع بالای آب و نقاط سیل‌خیز، در برابر نیروهای هیدرواستاتیک و هیدرودینامیک از قبیل نیروهای محرک افقی و عمودی و غوطه‌وری به کمک یکی از روش‌های زیر:

- افزایش ضخامت لوله
- استفاده از وزن بتن پوشش لوله
- استفاده از میل‌مهارهای متصل به زمین یا وزنه
- مدفون کردن خط لوله

خطوط لوله در دو حالت پر از آب (آزمایشی) و خالی در برابر نیروهای ذکرشده پایدار باشند. هم‌چنین در خاک‌های ضعیف و شرایط خاص، ملاحظات بیش‌تر برای جلوگیری از آسیب رسیدن به لوله ضروری است.

- بند 7-5-2

ضریب اطمینان خطوط لوله برای خوردگی و حوادث منجر به نشت و یا کاهش اثرات و خسارت ناشی از این حوادث (مدیریت ریسک) در مرحله طراحی به طور معمول سه روش و یا ترکیبی از آن‌ها به کار گرفته خواهند شد:

- افزایش ضخامت خطوط لوله: ضرایب طراحی مندرج در جدول شماره ۲ استاندارد IPS-E-PI-140 تعیین‌کننده میزان افزایش ضخامت خطوط لوله در مقایسه با سایر شرایط خواهد بود. توضیح این‌که ضخامت خطوط لوله با استناد به استاندارد ANSI/ASME B 31.4 و ضرایب افزایش ضخامت (مقادیر کم‌تر ضریب ضخامت بیش‌تری نتیجه خواهند داد) از جدول مذکور اعمال خواهد شد. در این جدول ضریب برای خطوط لوله انتقال به طورکلی برابر ۰/۷۲ و برای محل‌های تقاطع با رودخانه‌ها برابر ۰/۶ در نظر گرفته شده است. این ضریب برای مناطقی که خط لوله موازی جاده‌ها و یا خطوط راه‌آهن احداث خواهند شد نیز برابر ۰/۷۲ در نظر گرفته شده است؛ اما برای مناطقی که خط لوله در حریم مراکز آبی قرار دارد ملاحظاتی اعمال نشده است. لذا اعمال ضریب کم‌تر از ۰/۷۲ برای این مناطق ضروری به نظر می‌رسد.

- نصب شیرهای فشارشکن و قطع کننده خودکار جریان و کاهش فواصل نصب در مناطق حساس
- نصب و کاهش فاصله ایستگاه‌های حفاظت کاتدیک به ویژه در مواردی که مجاورت و یا تقاطع با رودخانه در بازه حریم رود با یکی از موارد زیر مقارن گردد:
  - تقاطع یا موازی بودن با جاده‌ها و خطوط راه‌آهن
  - تقاطع یا موازی بودن با خطوط لوله قدیمی (به‌ویژه در حین احداث خط که احتمال بروز حادثه برای خط قدیمی افزایش می‌یابد)

- بند 9-2

شرایط مورد نیاز برای نقشه‌برداری و مسیریابی خطوط لوله در مقاطع مختلف در این بند اشاره شده است. در این بند اطلاعات مورد نیاز برای تعیین مسیر خط لوله به شرح زیر ذکر شده‌اند:

- اطلاعات ژئوتکنیکی و زیست‌محیطی (زمین‌لغزش‌ها، گسل‌ها، زمین‌لرزه‌ها، گذر از رودخانه‌ها، سیلاب‌ها و جریان رودها، اطلاعات هواشناسی و...)
- اطلاعات مربوط به نوع خاک در مورد میزان خورندگی، سختی حفاری، نشست تحکیمی
- سطح آب زیرزمینی و سطحی در شرایط حداکثری

- بند 9-5

این بخش به حریم خطوط لوله اختصاص دارد. در بند (1-5-9) عوامل موثر در ابعاد حریم خطوط لوله به شرح زیر اعلام شده‌اند:

- لوله مدفون یا غیر مدفون باشد
- قطر لوله
- روش اجرای لوله
- زمینی که خط لوله روی آن اجرا می‌شود صاف باشد یا کوهستانی یا تپه‌ماهوری
- خطوط لوله‌ای که در آینده در امتداد مسیر لوله حاضر کشیده خواهند شد
- نوع و فشار مایعی که در درون لوله جریان خواهد داشت

در این بند اشاره‌ای به حریم‌های زیست‌محیطی، تاسیسات غیر وابسته به وزارت نفت، مراکز آبی و موارد مشابه نشده و تنها تاکید بر عدم تجاوز به حریم خطوط لوله است.

- بند 10-6

در مناطقی که ریسک آسیب رسیدن به خط لوله بالاست باید به کمک نصب نشانگرها از این ریسک کاسته شود. براساس این بند در موقعیت‌های زیر نصب نشان‌گر الزامی است:

- هر کیلومتر از مسیر،
- تغییرات ناگهانی مسیر خط لوله،
- دو طرف محل تقاطع با جاده‌ها، ریل راه‌آهن و رودخانه‌ها و مراکز آبی،
- محل تغییر ضخامت یا جنس لوله،
- در محل انشعاب،
- در محل اتصالات و شیرآلات مدفون،

- بند 11-1

تقاطع با رودخانه و ضوابط فنی مورد نیاز برای طراحی در این بند ذکر شده‌اند. در بخش‌های مختلف این بند موارد زیر ذکر شده‌اند:

- انتخاب مسیر در مواردی که لوله اجبارا از رودخانه عبور می‌کند باید به نحوی باشد که طول عبوری از رودخانه از حداکثر اطمینان‌پذیری در طول دوره بهره‌برداری برخوردار باشد.
- در لوله‌هایی که در محل تقاطع با رودخانه بالا آورده می‌شوند، ارتفاع لوله باید از حداکثر ارتفاع سیلاب در محل، سه متر بالاتر باشد. هم‌چنین ملاحظات دیگری برای رودهای قابل کشتیرانی، رودهای با سیلاب‌های بسیار بزرگ و غیره در این بند لحاظ شده‌اند.
- مقطع لوله در محل تقاطع باید بر مبنای IPS-E-TP-270 وIPS-E-TP-820 تعیین گردد.
- مقاومت در برابر نیروی غوطه‌وری و شرایط لازم برای آن نیز در این بند لحاظ شده‌اند.
- شیرها و دریچه‌های قطع خودکار جریان در دو طرف محل تقاطع باید مطابق این بند نصب گردند.

۳-۲-۱-۲- ملاحظات زیست‌محیطی در فاز طراحی

ملاحظاتی که در مورد عبور خط لوله از درون رودخانه اعمال می‌شود به طور مستقیم به حساسیت مناطق اطراف و آن رودخانه نسبت به آلودگی ناشی از نشت نفت به درون رودخانه بستگی دارد و برحسب هر رودخانه و یا مراکز آبی مختلف متفاوت است. به طورکلی ملاحظات مربوط به عبور خطوط لوله از حریم رودخانه‌ها شامل ۲ بررسی اثرهای مستقیم و غیرمستقیم است؛ بنابراین، گزارش ارزیابی اثرهای زیست‌محیطی شامل این دو گروه از اثرهای انجام طرح به شرح ذیل و مدارک مربوط به آن‌ها در مورد بازه‌ای که خط لوله در حریم قرار خواهد گرفت باید تهیه شده و یک نسخه از آن برای تایید به نماینده وزارت نیرو ارائه گردد. در مورد مناطق با حساسیت اکولوژیک که تحت نظارت سازمان محیط زیست می‌باشند، یک نسخه نیز برای سازمان مطبوع جهت دریافت تایید، ارسال خواهد شد.

- نقشه‌ها و جزییات اجرایی عبور از رودخانه
- برنامه حفاظت از محیط زیست در محدوده طرح

- برنامه کنترل فرسایش
- برنامه‌های شرایط اضطرار شامل:
  - وقوع سیل
  - نشت نفت (سناریوهای مختلف نشت)
  - نشت گل‌های حفاری
  - آتش‌سوزی
  - نشت مواد خطرناک
- برنامه نظارتی بعد از اجرا (پایش و بازرسی ویژه محدوده فوق)

۳-۲-۲- مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی در مرحله اجرا

برای اجرای خطوط لوله در حریم مراکز آبی در دو حالت قرارگیری در حریم و یا عبور از مرکز آبی ملاحظات فنی و روش‌های متعددی وجود دارد که در دستورالعمل اجرایی Pipeline Associated Watercourse Crossings کانادا، جنبه زیست‌محیطی این تکنیک‌ها به نحو مناسبی مورد توجه قرار گرفته‌اند. برخی از مهم‌ترین روش‌ها در پیوست شماره ۲ آمده‌اند.

در مرحله اجرا، ملاحظات خاص عملیات اجرایی در حریم‌های منابع آب را می‌توان در چند دسته‌بندی ارائه نمود.

- **بازدید و تست جوش و مصالح مورداستفاده:** در بخش‌های زیر از استاندارد IPS ملاحظات مربوط به اجرا، بازرسی جوش و انجام تست فشار در نقاط تقاطع خطوط لوله با مراکز آبی آورده شده است:
  - Transportation pipelines (onshore) (c-pi-140)
  - Welding of Transportation Pipeline (c-pi-270)
  - Transportation Pipelines (Onshore) Pressure Testing (c-pi-370)

نقطه ابهام در برخی از موارد، عدم تفکیک نقاط تقاطع[1] خطوط لوله با رودخانه، جاده، ریل راه‌آهن و سایر تاسیسات است که به نظر می‌رسد با یکسان در نظر گرفتن خطر نشت در کنار یک رودخانه و در زیر یک جاده، اهمیت و شدت عواقب نشت در منابع آبی نادیده گرفته شده و تنها به عنوان یک عامل خورنده لوله، به مراکز آبی نگریسته شده است. از سوی دیگر در هیچ‌یک از بندهای IPS تفاوتی میان منابع آب مختلف دیده نشده است

- **تمیزکاری و پوشش‌کاری خطوط لوله:** نحوه تمیزکاری جداره بیرونی خطوط لوله و پوشش دادن آن‌ها در محل تقاطع با حریم‌های منابع آب، ملاحظات مربوط به نحوه جاگذاری این خطوط در محل (زیر رودخانه) و پایش و حفاظت خطوط در محل تقاطع (به‌صورت دوره‌ای و یا دائمی) در دو بخش زیر از استاندارد IPS آمده است:
  - Transportation pipelines (onshore) (c-pi-140)

1- Crossing

- Protective coatings for buried and submerged steel structures (e-tp-270)

اجرای صحیح موارد ذکرشده در استانداردهای فوق با نظارت نماینده بخش آب (وزارت نیرو) برای تامین امنیت منابع آب در برابر آلودگی نفتی کافی به نظر می‌رسد. هم‌چنین پایش دوره‌ای و مستمر در حریم منابع آب به ویژه در مقاطع با حساسیت بالا، بایگانی اسناد و نقشه‌های مربوط و ثبت داده‌های برداشتی در برنامه‌های پایش و بازبینی خطوط نیز ضامن امنیت منبع آبی در طولانی‌مدت خواهد بود.

- تخلیه پساب عملیات ساختمانی و یا پساب مراحل تست خطوط: از آن‌جا که در بند (5-7) از IPS-C-PI-370 (1) اشاره شده که در عملیات اجرا و تست بعد از اجرای خطوط لوله ترجیح براستفاده از منابع آب سطحی است لذا توجه لازم در تخلیه پساب ناشی از این فرآیندها نیز ضروری خواهد بود. درهمین راستا ارائه استانداردهای تخلیه پساب به منابع آب با توجه به کاربری منبع، به وزارت نفت جهت لحاظ در این استاندارد ضروری است تا میزان حداقل تصفیه پساب برای پیمان‌کار مربوط الزام‌آور گردد.

۳-۲-۲-۱- ملاحظات فنی عبور خطوط لوله از حریم‌های منابع آب

بندهایی از استاندارد IPS که در ارتباط با اجرای خطوط لوله در حریم‌های منابع آب هستند به شرح زیر می‌باشند:

- استاندارد IPS-C-PI-140/2

- بند (5-b)- در این بند دستورات لازم در مورد تردد وسایل نقلیه و ماشین‌آلات در حریم خط لوله در حال احداث آورده شده است. اضافه کردن بندی به‌منظور تاکید بر حساسیت بیش‌تر حریم‌های منابع آب در ارتباط با ترددهای مرحله اجرا، ضروری است.
- بند (6-1-1-d)- به منظور دسترسی سریع و آسان به محل نشت در کنار منابع آب مطابق این بند باید به محل تلاقی لوله با منابع آب و یا نقاط مشرف بر منابع آب (نقاطی که در صورت بروز مشکل مواد نشتی از آن‌ها وارد منابع آبی خواهد شد) جاده دسترسی احداث شود (از وظایف پیمان‌کار خط لوله)
- بند (7)- مطابق این بند مجری طرح موظف است تملک اراضی را در نقاط عبور از رودخانه (حریم رودخانه دیده نشده است) انجام داده و امنیت این نقاط را به هزینه خود تامین نماید. هم‌چنین اقدامات انجام‌شده باید با تایید مهندس ناظر صورت گیرند. نقشه‌ها و جزییات اجرایی[1] نیز، باید به طور کامل مورد تایید مهندس ناظر قرار گرفته و همواره در دسترس باشند.

1- Asbuilt

- استاندارد IPS-C-PI-140/3

- بند (Note 7-2)- در این بند اشاره شده است که حداقل عمق پوشش خاک در عبور از منابع آب باید حتما بر اساس نقشه‌های اجرایی باشد.

- استاندارد IPS-C-PI-140/7

- برای لوله‌هایی که قرار است پوشش بتنی داده شوند هیچ‌گونه خمی نباید در نظر گرفته شود. هم‌چنین در عبور از رودخانه‌ها لوله بایستی از انحناهای طبیعی مقطع عرضی رودخانه پیروی کند تا از هرگونه فشار اضافه به لوله جلوگیری شود.

- استاندارد IPS-C-PI-140/8

- **بند (2-3-4)**- لوله‌هایی که در حال حاضر در مرحله بهره‌برداری قرار نداشته و انتهای آن‌ها باز است؛ به ویژه در محل‌های برخورد با منابع آبی، جاده‌ها و ... باید به وسیله کلاهک‌های مخصوص به نحو موثری پوشانده شوند.
- **بند (3-2-10)**- لوله‌های پوشش‌دار جز در موارد ضروری برای عبور از یک مقطع کشیده نشده[1] و یا هل داده نشوند[2] و در موارد اجباری باید پوشش لوله به صورتی مناسب اجرا گردد تا از هرگونه آسیب به خط لوله در زمان اجرا و یا بهره‌برداری در اثر کشیده شدن یا هل داده شدن جلوگیری شود.

قبل از بستن قسمت پوشش‌دار شده خط لوله در دو طرف یک تقاطع با رودخانه یا منبع آبی، از نفوذناپذیر شدن فاصله میان لوله و پوشش، از طریق آزمایشات الکتریکی اطمینان حاصل شود که موارد فنی آن در این بند و در متن استاندارد توضیح داده شده است.

- استاندارد IPS-C-PI-140/10

این بخش کنترل‌های اساسی قبل از مدفون کردن لوله را در نقاط عبور از آبراهه‌ها یا منابع آبی[3] بیان می‌کند.

- خطوط لوله باید سریعا زیر خاک قرار گیرند اما انجام این کار توسط پیمان‌کار قبل از دریافت تایید از مهندس ناظر ممنوع است و در صورت انجام مهندس ناظر می تواند درخواست برداشتن خاک روی لوله و حتی خارج کردن آن را صادر کند.

1- Pull
2- Push
3- Waterways

- **بند (5-1)**- در محل عبور لوله از رودخانه و مواردی که احتمال خوردگی لوله وجود دارد باید اقدامات لازم برای تقویت محل لوله انجام پذیرد. به همین منظور مجری باید خاک روی لوله را با کیسه‌های ماسه یا کیسه‌های ماسه و سیمان تقویت نموده و تا سطح طبیعی زمین لایه روی لوله را به خوبی متراکم کند.

- استاندارد IPS-C-PI-140/11

این بخش شامل دستورالعمل‌ها و ملاحظات ساخت مربوط به خطوط لوله از موانع مختلف ازجمله منابع آبی است.

- **بند (2)**- این بند به طور خلاصه اشاره‌ای بر لزوم انجام مطالعات هیدروگرافی، ژئولوژیکی و هواشناسی برای تمامی مقاطع عبور دارد. ضمنا در این بند اشاره شده که قبل از دریافت تایید مهندس ناظر در مورد این مطالعات و هم‌چنین پیرامون نقشه‌های اجرایی انجام هرگونه اقدامی جایز نخواهد بود.

- عبور از دریاچه‌ها و رودخانه‌های بزرگ

- **بند (5-1)**- در عبور از رودخانه‌های بزرگ و دریاچه‌ها، تایید صحت کلیه مشخصات عامل کنترل‌کننده تداوم اجرا و بهره‌برداری است.
- **بند (5-2)**- بسته به عرض و عمق محل گذر و سرعت سیال عبوری از رودخانه یا محل تقاطع، روش‌های مختلف عبور از قبیل استفاده از سکو، کشیدن لوله از زیر مقطع و یا روش‌های سنتی خواباندن لوله در مقطع استفاده خواهد شد.
- **بند (5-5)**- خطوط لوله زیر آب بایستی مشابه خطوط لوله زیرزمینی تمیز و پوشش‌دار شوند.
- **بند (5-6)**- هنگام اجرا، باید توجهات لازم برای عدم قرارگیری لوله در برابر تنش‌های اضافی که منجر به فرو ریختن یا کمانش لوله در اثر خروج از حالت دایره‌ای خواهند شد، صورت گیرند.
- **بند (5-7)**- تمامی جوش‌های خط لوله در مقطع عبوری از رودخانه بایستی قبل از قرارگیری لوله در محل مورد نظر، مورد تست رادیوگرافی پیش آزمایش هیدرواستاتیکی قرار گیرند.
- **بند (5-8)**- تمامی مقاطع عبوری از رودخانه‌ها بایستی برای مقاومت در برابر سیلاب و یا قرارگیری در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی محافظت شوند.

- عبور از مسیل‌ها

- **بند (6-1)**- برای عبور از مسیل‌ها و رودخانه‌های فصلی یا آبراهه‌های با بده کم، مشابه موارد معمول در مورد اجرای خطوط لوله اجرا خواهند شد به جز این‌که مقدار پوشش خاک بالای لوله در هیچ شرایطی نباید از ۱/۲ متر کم‌تر باشد.
- **بند (6-3)**- نرخ بازرسی جوش توسط مهندس ناظر تعیین می‌گردد (این نرخ در مورد رودخانه‌های بزرگ ۱۰۰ درصد بوده است)

- **بند (6-4)**- پیش آزمایش (تست فشار) در مورد این مقاطع مورد نیاز نخواهد بود.

کلیه مشخصات فنی اجرایی در بخش های پنجم (رودخانه ها)، ششم (مسیل‌ها)، هفتم (قنات‌ها) و هشتم (زهکش‌های اراضی) آمده است.

- استاندارد IPS-C-PI-270 (1)

- **بند (Category 1-part C – 8-5-3)**- بازبینی جوش در محل تقاطع خطوط لوله با رودخانه‌ها و مراکز آبی بایستی برای ۱۰۰ درصد جوش‌ها به‌صورت کامل انجام پذیرد.

- استاندارد IPS-C-PI-370 (1)

- **بندهای (6-1-5) و (6-1-6)**- ملاحظات ویژه مربوط به انجام تست‌های فشار بعد از اجرای لوله‌ها در محل تقاطع با منابع آب (رودخانه‌ها) را شامل می‌شوند.
- **بند (7-5)**- در این بند اشاره شده است که برای استفاده در عملیات اجرایی و تست و بازبینی خطوط لوله ترجیح بر استفاده از منابع آب سطحی و رودخانه‌ها نسبت به منابع آب زیرزمینی است.
- **بند (7-8)**- یک ماه قبل از هرگونه برداشت از هر منبع آبی، برای عملیات اجرایی احداث خطوط لوله بایستی از مراجع ذی‌صلاح اعم از دولتی و خصوصی مجوز دریافت شود.
- **بند (13)**- باتوجه به بند (7-5) در این بند آمده است که در صورت استفاده از آب‌های سطحی (رودخانه‌ها) در عملیات تست لوله‌ها، با توجه به احتمال وجود ترکیباتی شامل مواد پیشگیری‌کننده از خوردگی (inhibitor)، hydrazine، ammonia و/یا magnetie، در پساب‌های تولیدی، تخلیه این پساب‌ها به رودخانه یا سایر منابع آب، مطابق استانداردهای منبع آبی موردنظر صورت گیرد.

- استاندارد IPS-C-TP-820

- **بند (6-2-5-3)**- حفاظت کاتدیک در محل عبور از منابع آب در دو طرف محل عبور باید نصب شود.
- **بند (10-6-2-1)**- برای نصب تجهیزات حفاظت کاتدیک در محل رودخانه، گرفتن نمونه از خاک و آب رودخانه ضروری است.

- استاندارد IPS-E-TP-270

این استاندارد درخصوص نحوه پوشش‌های خطوط بحث می‌کند.

- **بند (8-1-14)**- ملاحظات جغرافیایی در مورد پوشش لوله‌ها که عبور از مراکز آبی که از این موقعیت‌های خاص جغرافیایی است.

- استاندارد IPS-E-TP-820

این استاندارد به حفاظت کاتدیک خطوط و ارتباط دارد.

- **بند (7-10)**- در این بند اشاره شده است که بایستی در محل عبور خط لوله از جاده و ریل راه‌آهن یک آزمایشگاه[1] برای حفاظت کاتدیک خط لوله در مقطع موردنظر احداث شود اما اشاره‌ای به نقاط عبور از منابع آبی نشده است.

موارد فوق برخی از ملاحظات فنی و زیست‌محیطی بوده که رعایت آن‌ها از سوی مجری خط لوله الزامی است.

۳-۲-۲-۲- ملاحظات زیست‌محیطی عبور خطوط لوله از حریم‌های منابع آبی

مجریان خط لوله بایستی آمادگی لازم برای جلوگیری از افزایش خسارات حوادث را داشته باشند. بخشی از این اقدامات به‌صورت کلی شامل موارد زیر است اما تنها به این موارد محدود نمی‌شود.

- ملاحظات عمومی زیست‌محیطی

- مدت‌زمان اجرای پروژه در داخل رودخانه به حداقل برسد
- از مناسب‌ترین روش‌های اجرایی بهره‌گیری شود تا آسیب به محیط حداقل گردد
- در بازه‌های زمانی مشخص تولیدمثل جانداران رودخانه و حریم آن از فعالیت‌های ساختمانی خودداری شده یا این فعالیت‌ها محدود گردند.
- پاکیزه نگه‌داشتن آب و جلوگیری از آلوده شدن آب به گل و لای
- به حداقل رساندن تغییرات بستر و حریم رودخانه
- به حداقل رساندن فرسایش بستر و حریم رودخانه
- کنترل جریان گل و لای و رسوبات حفاری
- پایش مداوم جریان رود در پایین‌دست
- عدم تداخل در جریان رفت‌وآمد ماهی‌ها در زمان کار در بستر رودخانه
- بازگرداندن شرایط هیدرولیکی، هیدرولوژیکی و هیدروژئولوژیکی رودخانه پس از اتمام عملیات احداث به شرایط اولیه آن
- اطمینان از وارد نشدن هرگونه گل و لای و رسوبات حفاری یا سوخت ماشین‌آلات به محیط رودخانه
- اطمینان از وارد نشدن آسیب‌های دائمی و جدی به اجزای اصلی محدوده

هم‌چنین در زمان اجرا باید ملاحظات متعددی علاوه بر موارد فوق در نظر گرفته شود که عبارتند از:

1- Test station

- جانمایی محل عبور خط لوله

- در زمان انجام عملیات جانمایی ملاحظات زیست‌محیطی خاص آن منطقه باید در نظر گرفته شود. در صورت نیاز باید از خدمات مشاوره دارای تجربه باید استفاده شود.
- جانمایی محل عبور باید با در نظر گرفتن شرایط شیب‌ها و مناطق اطراف در محل عبور باشد. از انتخاب محل عبور در محل‌های باریک و یا مناطق غیر پایدار باید پرهیز شود. در صورت امکان مقطع عبوری لوله از رودخانه عمود بر رودخانه جانمایی شود.
- از وجود میزان فضای مورد نیاز برای فعالیت‌های مهندسی در زمان جانمایی لوله باید اطمینان حاصل شود. مرزهای فضای فعالیت باید کاملا مشخص شوند تا از فعالیت در مناطق مجاور پرهیز شود.
- درصورتی‌که شرایط توپوگرافی منطقه اجازه می‌دهد حداقل ۱۰ متر فاصله بین محل کارگاه عملیاتی و دپوی تجهیزات و ماشین‌آلات و کناره‌های رودخانه در نظر گرفته شود.
- میزان فضای موردنیاز برای برپایی محل کارگاه عملیاتی و دپوی تجهیزات به‌صورت حداقلی در نظر گرفته شود.
- در محل عبور خط لوله، بایستی مناطق یا بخش‌های حساس به‌صورت واضح تعیین و با علایم و نشانه‌ها مشخص نمایید،
- از تمام ویژگی‌های بارز در منطقه که باید محافظت شوند بایستی گزارش مصور تهیه شود.

- تمیز کردن محل ساخت و احداث عبور از خط لوله

- تمیز کردن محل عبور خط لوله از رودخانه می‌تواند سبب افزایش فرسایش شیب‌های اطراف یا ساحل رودخانه یا رسوب‌گذاری و ایجاد مانع در مسیر حرکت آب شود. ملاحظات زیر به منظور کاستن از اثرهای مخرب پاک کردن مناطق اطراف محل عبور خط لوله (افزایش فرسایش و رسوب‌گذاری در رودخانه) باید در زمان عبور در نظر گرفته شود.
  - مشخص کردن و پرچم‌گذاری تمام مناطقی که باید پاک‌سازی شود، قبل از شروع عملیات باید انجام شود.
  - میزان پاک‌سازی مناطق اطراف را برای جلوگیری از فرسایش باید به حداقل رساند.
  - تا حد امکان از ماشین‌آلات چرخ‌زنجیری برای حرکت درشیب‌های اطراف استفاده شود. استفاده از سایر ماشین‌آلات را به حداقل رساند.
- پاک‌سازی مناطق اطراف رود تا حد امکان به تاخیر انداخته شود و در فاصله زمانی کوتاهی قبل از عملیات انجام شود.

- جابه‌جایی خاک منطقه

جابه‌جایی خاک حاصل‌خیز منطقه می‌تواند سبب افزایش میزان فرسایش، مسدود یا محدود کردن جریان آب رودخانه یا عدم احیا پوشش گیاهی بعد از احداث خط لوله شود. ملاحظات زیر در زمان جابه‌جایی خاک حاصل‌خیز منطقه باید در نظر گرفته شود.

- در صورت امکان خاک جابجا شده در محلی خشک نگه‌داری شده و از یخ زدن آن جلوگیری شود.
- تا حد امکان خاک‌برداری سیلاب‌دشت‌ها، شیب‌های اطراف و مناطق ساحلی رودخانه به تاخیر انداخته شود و درست قبل از قبل از شروع عملیات انجام شود.
- خاک برداشت‌شده از مناطق مختلف شماره‌گذاری شود تا به همان منطقه برگردانده شود.
- کندن خاک در شرایطی باشد که خاک دچار یخ‌زدگی نگردد.
- خاک کنده‌شده در محل مناسبی دپو شود به‌گونه‌ای که با سایر مصالح مخلوط نشده و از سطح آب بالاتر قرار بگیرد تا در مسیر حرکت رواناب‌های اطراف رودخانه قرار نداشته باشد و یا در معرض تردد افراد و تجهیزات در محل کارگاه نباشد و از فرسایش و شسته شدن آن جلوگیری شود.
- درصورتی‌که خاک کنده‌شده مدت‌زمان زیادی به حال خود باقی خواهد ماند و یا در فصل زمستان فعالیت‌ها انجام می‌شود، کاملا به وسیله یک پوشش محافظت شود.
- مواقع بارندگی عملیات کندن متوقف و به زمان مناسب دیگری موکول گردد تا آسیبی به خاک وارد نشود.
- از شسته شدن خاک منطقه توسط آب حاصل از ذوب برف در فصل بهار جلوگیری گردد.
- باید هنگام اجرای عملیات نصب لوله در عبور از رودخانه جریان پایین‌دست رودخانه تامین شود. برای این منظور می‌توان از پمپ استفاده کرد. باید توجه داشت که آبی که به سمت پایین‌دست پمپ می‌شود نباید سبب فرسایش پایین‌دست رودخانه شود.

۳-۲-۳- مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی پس از اجرا (بهره‌برداری)

حوادث منجر به آلودگی نفتی در منابع آب در محل برخورد حریم منبع با خطوط لوله، در مرحله بهره‌برداری خط لوله به وقوع می‌پیوندند. این حوادث ناشی از طراحی نادرست، اجرای ناصحیح و یا بهره‌برداری غلط واقع خواهند شد؛ اما درهرحال پایش مستمر و مداوم و اعمال برخی از محدودیت‌های فیزیکی و قانونی در کاهش حوادث در این دوره موثرند.

۳-۲-۳-۱- پایش مستمر

پایش مستمر خطوط لوله نفت در حریم منابع آب به ملاحظات ویژه‌ای نسبت به سایر حریم‌ها و یا تقاطع‌های دیگر، نیاز دارد. تجارب موفق جهانی نشان‌دهنده کاهش ریسک نشت نفت درنتیجه پایش موثر و به هنگام است. مولفه‌ها و روش‌های پایش در استانداردهای ایران موردبررسی قرار گرفته و توصیه شده‌اند، اما ایراد وارده عدم تفاوت میان لوله‌های

گذرنده مراکز آبی و لوله‌های گذرنده از جاده، ریل راه‌آهن و غیره و یا اصولا عدم اشاره به خطوط لوله قرار گیرنده در حریم منابع آب است. علت، دیدگاه یک‌طرفه وزارت نفت مبنی بر حفاظت از خطوط لوله است، درحالی‌که نشت نفت از لوله، بسته به محل وقوع نشت می‌تواند عواقب و نتایج متفاوتی به دنبال داشته باشد. دستورالعمل‌ها و استانداردهای مرتبط با سیستم‌های پایش خطوط لوله انتقال نفت در پیوست ۱ آمده‌اند.

۳-۲-۳-۲- پایش دوره‌ای

پایش دوره‌ای نیز وضعیتی مشابه پایش مستمر داشته و تعیین دوره بازگشت پایش، نحوه ثبت و بایگانی اطلاعات برداشتی، تعیین محل‌های حساس برای پایش و نوع پایش نکاتی است که باید در نظر گرفته شوند.

عموما سازمان‌های بهره‌بردار از خطوط لوله، وظیفه انجام پایش‌های مستمر و دوره‌ای را عهده‌دار هستند. پایش‌های دوره‌ای معمولا مفصل‌تر و شامل بررسی‌های بیش‌تری می‌باشند که هزینه و زمان‌بری بیش‌تری نیز در مقایسه با پایش‌های مستمر دارند و از طرفی ممکن است بخش‌های مختلف خطوط انتقال بسته به ماهیت و کارکردی که دارند، برنامه‌های پایش دوره‌ای مجزایی را نیاز داشته باشند.

۳-۲-۳-۳- برنامه مدیریت خوردگی

برنامه مدیریت خوردگی شاید در قالب استاندارد قرار نگیرد اما تدوین دستورالعملی برای برنامه مدیریت خوردگی و سیستم‌های مدیریت خوردگی بر اساس میزان اهمیت در مقاطع مختلف در طول مسیر لوله، امری ضروری است. این برنامه شامل مراحل زیر می‌تواند باشد:

- ارزیابی آسیب‌پذیری در طول مسیرخط لوله و یا در مقاطع حساس (ازجمله حریم مراکز آبی)
- به کارگیری روش‌های پایش
- ثبت و بایگانی داده‌ها
- به کارگیری روش‌های مقابله با خوردگی

موثرترین روش مدیریت ریسک شکست خطوط لوله در مرحله بهره‌برداری، انجام برخی از تحلیل‌های مبتنی بر نتایج پایش و محاسبه احتمال شکست است.

فرآیند تحلیل ریسک به طور معمول شامل برآورد متغیرهایی است که در ترکیب با یک‌دیگر تصویری از ریسک را به نمایش می‌گذارند. بسته به اهمیت ارزیابی ریسک در محدوده مورد نظر، تعدد و دقت برآورد انجام شده معتبر خواهد بود. بدین معنی که برآورد ریسک شکست خط لوله در یک منطقه تابعی از هزینه، زمان، دقت مورد نظر و حساسیت منطقه خواهد بود. برآورد ریسک شکست خط لوله در حریم‌های منابع آب از اهمیت بالایی برخوردار بوده و تابع عوامل زیر می‌تواند باشد:

- نوع مصارف مرتبط با منبع آبی مورد نظر
- مشخصات خط لوله (سن، جنس، ماده انتقالی و...)

- مشخصات منبع آبی مورد نظر (رژیم هیدرولیکی و هیدرولوژیکی)
- عوامل محیطی (نوع سکونت و رفت‌وآمد در منطقه، عبور جاده، راه‌آهن یا مسیرهای مشابه)
- شرایط آب و خاک (میزان خورندگی)

باتوجه به موارد ذکرشده، فرآیند تحلیل ریسک بایستی جامع و کامل باشد، به نحوی که شرایط خط لوله و منبع آبی مورد بررسی را به خوبی تبیین نماید. شناخت پارامترهای فوق علاوه بر نمایش شرایط موجود در طراحی برنامه مدیریت بحران حوادث شکست احتمالی نیز موثر خواهد بود.

۳-۳- گام‌های تحلیل ریسک

گام‌های زیر برای انجام فرآیند تحلیل ریسک پیشنهاد می‌شود.

- **گام اول- مدل‌سازی ریسک:** مدل‌های ارزیابی ریسک خطوط لوله شامل مجموعه‌ای از الگوریتم‌ها یا قوانین هستند که از اطلاعات موجود و ارتباطات میان داده‌ها، میزان ریسک را در طول خطوط لوله تعیین خواهند کرد. انواع مدل‌های ارزیابی ریسک از ساده‌ترین شکل تا پیچیده‌ترین آن‌ها شامل مدل ماتریسی، مدل احتمالاتی و مدل شاخص‌گذاری می‌باشند.

  معمول‌ترین مدل برای ارزیابی ریسک در خطوط لوله، مدل شاخص‌گذاری است که براساس انتخاب تعدادی شاخص و امتیازدهی به آن‌ها کار می‌کند. این وزن دهی هنگامی‌که شاخص‌های مورد نظر براساس بخش‌بندی صورت گرفته برای خط لوله متغیر خواهد بود. از مهم‌ترین عواملی که سبب افزایش کاربرد این روش شده، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

  - سرعت پاسخ‌گویی
  - کم‌هزینه بودن (درصورتی‌که انجام پایش مداوم بوده و برداشت اطلاعات به صورت مرتب و بدون توجه به انجام ارزیابی انجام گیرد)
  - جامع بودن
  - قابلیت عمل کردن به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم
  - توانایی کمی‌سازی ریسک شکست
- **گام دوم- جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها:** اطلاعات می‌تواند شامل کلیه موارد مربوط به یک خط لوله از قبیل تمامی داده‌های مربوط به بازدیدها، اطلاعات و داده‌های مربوط به زمان ساخت از نحوه طراحی تا اجرای خط و تغییرات نقشه‌ها، وضعیت محیط اطراف خطوط لوله، تاریخچه نحوه بهره‌برداری و نگه‌داری خط، حوادث گذشته در طول خط و سایر موارد باشد. آماده‌سازی داده‌ها نیز فعالیتی است که منجر به تولید سری‌های زمانی از اطلاعات فرآوری شده، برای استفاده در مدل ارزیابی ریسک می‌شود.

- **گام سوم- بخش‌بندی خط لوله:** ازآن‌جایی‌که ریسک حادثه در طول خطوط لوله به ندرت ثابت است، تقسیم‌بندی خطوط لوله به بازه‌های مختلف در ارزیابی ریسک موثر خواهد بود. این تقسیم‌بندی می‌تواند براساس موارد زیر باشد:
  - تقسیم‌بندی خطوط لوله به مناطقی که پارامترهای ریسک در آن‌ها ثابت است (دینامیک)
  - تقسیم‌بندی خط به بازه‌های قابل مدیریت
  - برای بخش‌بندی خط لوله در ارتباط با حریم‌های منابع آب معیارهای زیر را می‌تواند در نظر داشت:
  - طول خط لوله واقع‌شده در حریم منبع آب؛
  - تغییر شرایط خط لوله در ارتباط با منبع آب موردنظر از قبیل مدفون بودن یا نبودن زیر آب، تغییر جنس خاک و میزان خورندگی آن، وضعیت خط لوله در ارتباط با رژیم هیدرولوژیکی رودخانه (بخش‌هایی از خط لوله ممکن است در شرایط سیلابی در معرض خطر بیشتری قرار داشته باشند و ...)؛
  - تغییر شرایط توپوگرافیک در حریم منبع آبی که تعیین‌کننده اشراف یا عدم اشراف خط لوله خواهد شد؛
  - سازه‌های سطحی و مدفون قرارگرفته در حریم که ممکن است باعث تهدید خط لوله گردند.
  - شرایط خط لوله به لحاظ وجود خم، شیرآلات، تغییر ضخامت جداره و ...
- **گام چهارم-** ارزیابی ریسک‌ها: در این گام مدل منتخب برای هر یک از قطعات یا بخش‌های خط مورد استفاده قرار گرفته و یک امتیاز ریسک را به آن بخش اختصاص می‌دهد.
- **گام پنجم- مدیریت ریسک:** با در دست داشتن نتایج حاصل از ارزیابی ریسک برای بخش‌های مختلف خط لوله، به کمک یک سیستم پشتیبان تصمیم، بهترین چیدمان تجهیزات و نیروی انسانی برای مقابله با ریسک نقاط در معرض خطر انتخاب خواهد شد. فرآیند مدیریت ریسک غالباً شامل گام‌های زیر است:
  - تحلیل داده‌ها
  - محاسبه‌ی ریسک‌ها به‌صورت تجمعی و تعیین روندها
  - تدوین یک استراتژی مدیریت ریسک جامع
  - تعیین پروژه‌های کاهش اثرات
  - تهیه‌ی لیست چگونه ... اگر؟

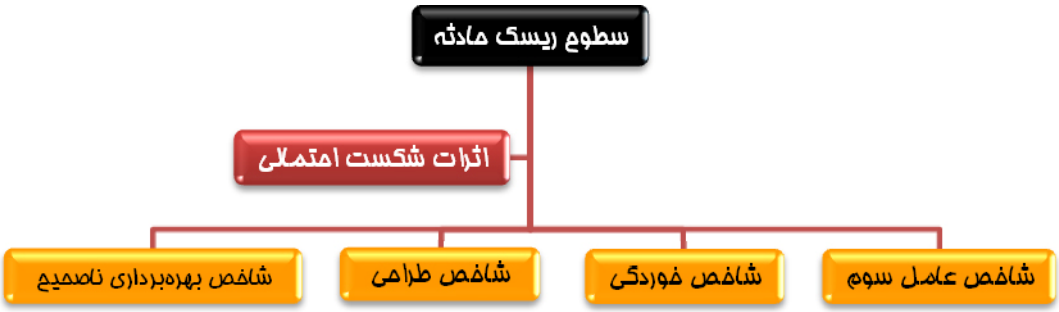
۳-۳-۱- انتخاب مدل مناسب ارزیابی ریسک شکست خطوط لوله

مدل انتخاب و توصیه شده برای ارزیابی ریسک خطوط لوله در حریم‌های منابع آب، مدلی ساده و پرکاربرد است که با در نظر داشتن اثرهای احتمالی شکست خط لوله بر سلامت عمومی و محیط زیست توسعه داده شده است. به منظور تطبیق مدل با شرایط مورد نظر، تعریف و تفسیر مجدد برخی از معیارها و ملاک‌های ارزیابی و امتیازدهی در این مدل،

مطابق با حریم‌های آبی صورت گرفته است. این مدل، مدنظر قرار گرفتن تمام پارامترهای موثر بر شکست خطوط لوله را تضمین می‌کند. در تبیین ریسک شکست یک خط لوله، معیارهای منتخب در دودسته اصلی قرار گرفته‌اند.

- **گروه اول:** شامل شاخص‌های معرف کلیه عواملی است که به طور قابل پیش‌بینی می‌توانند سبب شکست خط شوند که عمدتا شامل پارامترهای طراحی، اجرا و بهره‌برداری می‌شوند. این شاخص‌ها در مدل حاضر کمی‌سازی شده و به محاسبه احتمال شکست منجر خواهند شد.
- **گروه دوم:** نمایش تحلیلی از نتایج شکست هستند که در مورد منابع آب از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. این گروه از شاخص‌ها در شرایط فعلی قابل کمّی شدن نبوده و در مدل حاضر به صورت کیفی مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در مجموع فرمول برآورد ریسک به شکل رابطه (۳-۱) خواهد بود.



شکل ۳-۴- ساختار برآورد ریسک شکست خطوط لوله و اجزای تشکیل‌دهنده آن

۳-۳-۲- اجزای مدل برآورد احتمال شکست

شکل (۳-۴) به‌عنوان چارچوب کلی ارزیابی ریسک خطوط لوله در برابر حوادث مختلف و اثرهای ناشی از آن بر سلامتی جوامع انسانی و محیط زیست آن‌ها است. این نمودار جدای از نمایش کلیات و مراحل انجام کار به‌عنوان چک‌لیستی برای کنترل محاسبه کلیه شاخص‌های موردنیاز به کار می‌رود. اجزای تشکیل‌دهنده هر یک از شاخص‌ها (رنگ روشن‌تر) در نمودار فوق به شرح زیر خواهد بود.

۱- شاخص عامل سوم					
الف- حداقل عمق پوشش	از	۰	تا	۲۰	امتیاز ٪۲۰
ب- سطح فعالیت	از	۰	تا	۲۰	امتیاز ٪۲۰
ج- تاسیسات رو سطحی	از	۰	تا	۱۰	امتیاز ٪۱۰
د- موقعیت خط	از	۰	تا	۱۵	امتیاز ٪۱۵
ه- آموزش عمومی	از	۰	تا	۱۵	امتیاز ٪۱۵
و- شرایط حریم خط لوله	از	۰	تا	۵	امتیاز ٪۵
ز- گشت‌زنی	از	۰	تا	۱۵	امتیاز ٪۱۵
	از	۰	تا	۱۰۰	امتیاز ٪۱۰۰

۲- شاخص طراحی					
الف- ضریب اطمینان طراحی	از	۰	تا	۳۵	امتیاز ۳۵ ٪
ب- خستگی	از	۰	تا	۱۵	امتیاز ۱۵ ٪
ج- پتانسیل ضربه قوچ	از	۰	تا	۱۰	امتیاز ۱۰ ٪
د- یکپارچگی طراحی	از	۰	تا	۲۵	امتیاز ۲۵ ٪
هـ- حرکات زمین	از	۰	تا	۱۵	امتیاز ۱۵ ٪
	از	۰	تا	۱۰۰	امتیاز ۱۰۰٪
۳- شاخص خوردگی					
الف- خوردگی در اثر عوامل جوی					
الف-۱- قرارگیری در معرض جو	از	۰	تا	۵	امتیاز
الف-۲- شرایط جوی	از	۰	تا	۲	امتیاز
الف-۳- پوشش جوی	از	۰	تا	۳	امتیاز
	از	۰	تا	۱۰	امتیاز ۱۰٪
ب- خوردگی داخلی					
ب-۱- میزان خورندگی محصول	از	۰	تا	۱۰	امتیاز
ب-۲- میزان حفاظت داخلی	از	۰	تا	۱۰	امتیاز
	از	۰	تا	۲۰	امتیاز ۲۰٪
ج- خوردگی زیرسطحی					
ج-۱- محیط زیر سطح	از	۰	تا	۲۰	امتیاز
ج-۱-۱- خورندگی خاک	از	۰	تا	۱۵	امتیاز
ج-۱-۲- خوردگی مکانیکی	از	۰	تا	۵	امتیاز
ج-۲- حفاظت کاتدیک	از	۰	تا	۲۵	امتیاز
ج-۲-۱- سطح اثرگذاری	از	۰	تا	۱۵	امتیاز
ج-۲-۲- پتانسیل تداخل	از	۰	تا	۱۰	امتیاز
ج-۳- پوشش (Coating)	از	۰	تا	۲۵	امتیاز
ج-۳-۱- تناسب پوشش	از	۰	تا	۱۰	امتیاز
ج-۳-۲- شرایط	از	۰	تا	۱۵	امتیاز
	از	۰	تا	۷۰	امتیاز ۷۰٪
۴- شاخص بهره‌برداری نامناسب					
الف- طراحی					
الف-۱- تعیین خطرات	از	۰	تا	۴	امتیاز
الف-۲- پتانسیل MAOP	از	۰	تا	۱۲	امتیاز
الف-۳- سیستم‌های ایمنی	از	۰	تا	۱۰	امتیاز
الف-۴- انتخاب مصالح	از	۰	تا	۲	امتیاز
الف-۵- کنترل‌ها	از	۰	تا	۲	امتیاز
	از	۰	تا	۳۰	امتیاز ۳۰٪
ب- اجرا					
ب-۱- بازرسی	از	۰	تا	۱۰	امتیاز
ب-۲- مصالح	از	۰	تا	۲	امتیاز

ب-۳- جوشکاری (joining)	از	۰	تا	۲	امتیاز	
ب-۴- بسترسازی	از	۰	تا	۲	امتیاز	
ب-۵- به‌کارگیری (handling)	از	۰	تا	۲	امتیاز	
ب-۶- پوشش	از	۰	تا	۲	امتیاز	
	از	۰	تا	۲۰	امتیاز	٪۲۰
ج- بهره‌برداری						
ج-۱- فرآیندها	از	۰	تا	۷	امتیاز	
ج-۲- SCADA	از	۰	تا	۳	امتیاز	
ج-۳- (drug testing)	از	۰	تا	۲	امتیاز	
ج-۴- برنامه تامین ایمنی	از	۰	تا	۲	امتیاز	
ج-۵- نقشه‌برداری و مطالعات میدانی	از	۰	تا	۵	امتیاز	
ج-۶- آموزش	از	۰	تا	۱۰	امتیاز	
ج-۷- پیشگیری از مشکلات مکانیکی	از	۰	تا	۶	امتیاز	
	از	۰	تا	۳۵	امتیاز	٪۳۵
د- نگه‌داری						
د-۱- بایگانی	از	۰	تا	۲	امتیاز	
د-۲- زمان‌بندی	از	۰	تا	۳	امتیاز	
د-۳- فرآیندها	از	۰	تا	۱۰	امتیاز	
	از	۰	تا	۱۵	امتیاز	٪۱۵
کل شاخص مجموع از ۰ تا ۴۰۰ امتیاز						

۳-۳-۳- ارزیابی ریسک شکست خطوط لوله

ارزیابی ریسک شکست براساس رابطه (۳-۱) در صفحه ۲۶ شامل دو مرحله اساسی، محاسبه احتمال شکست و تعیین میزان خسارات محتمل (آسیب‌پذیری منبع پذیرنده آلاینده) است. با توجه به این که مدت‌ها از زمان احداث بخش عمده‌ای از خطوط لوله کشور که با حریم‌های منابع آب برخورد دارند، می‌گذرد و شرایط رعایت حریم و تملک اراضی در مورد آن‌ها رعایت نشده است، برآورد ریسک شکست در مورد آن‌ها الزامی است.

این روش در قالب چک‌لیست‌های برآورد ریسک در این فصل مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به این‌که یکی از اجزای تعیین ریسک شکست خط لوله شاخص طراحی است، در مورد خطوط لوله در حال بهره‌برداری، در صورت عدم دسترسی به نقشه‌های طراحی و اجرایی خط، دریافت نظرات کارشناسی (ترجیحا کارشناسان طراح یا مجری خط) در امتیازدهی الزامی خواهد بود.

۳-۳-۳-۱- برآورد احتمال شکست خط لوله

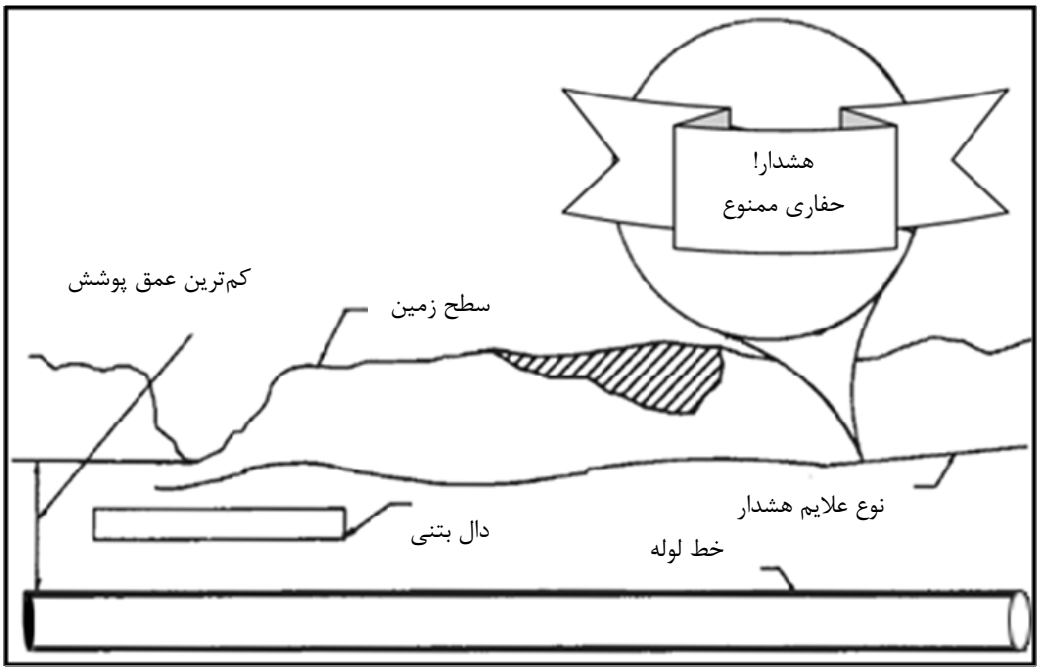
مطابق شکل (۳-۵) احتمال شکست خط لوله به کمک چهار شاخص عامل سوم، شاخص خوردگی، شاخص طراحی و شاخص بهره‌برداری نامناسب قابل‌محاسبه است.

شکل ۳-۵- ساختار برآورد ریسک شکست خطوط لوله و اجزای تشکیل‌دهنده آن

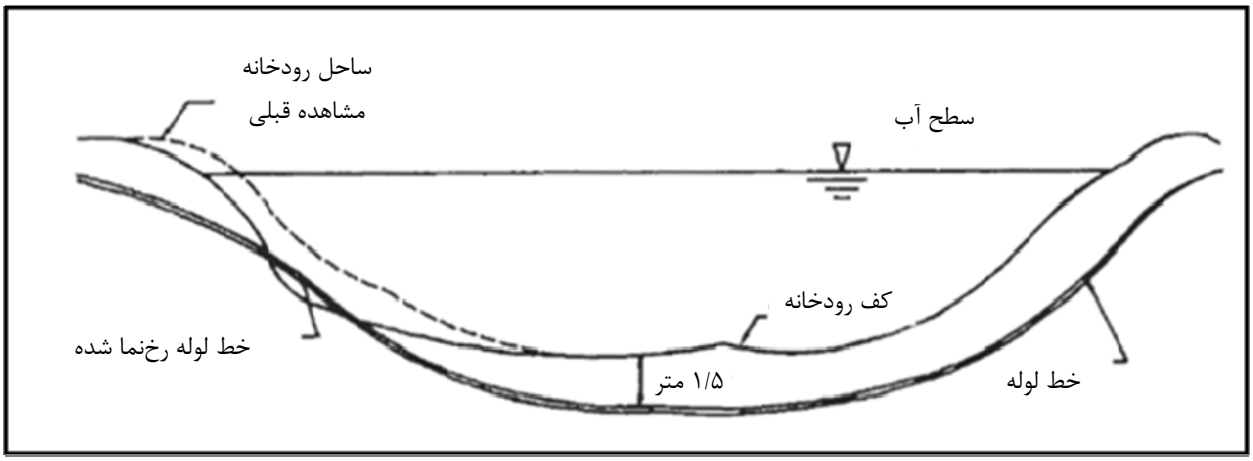
چک‌لیست‌های زیر به‌منظور برآورد امتیاز هر یک از شاخص‌های فوق ارائه شده‌اند. برای پر کردن چک‌لیست‌های ارائه شده، مطالعه پیوست ۲ ضروری است.

۱- شاخص عامل سوم

	پارامتر	محدوده امتیاز پیشنهادی	حداکثر امتیاز	امتیاز تعیین شده
شاخص عامل سوم	الف- حداقل عمق پوشش	از ۰ تا ۲۰ امتیاز	۲۰	
	ب- سطح فعالیت	از ۰ تا ۲۰ امتیاز	۲۰	
	ج- تاسیسات رو سطحی	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	۱۰	
	د- محل خط لوله	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	۱۵	
	ه-آموزش عمومی	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	۱۵	
	و- شرایط حریم خط لوله	از ۰ تا ۵ امتیاز	۵	
	ز- گشت‌زنی	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	۱۵	
	مجموع امتیازات		۱۰۰	



شکل ۳-۶- شماتیک شرایط عمق پوشش خط لوله



شکل ۳-۷- شماتیک شرایط عمق پوشش خط لوله

۱- الف- حداقل عمق پوشش

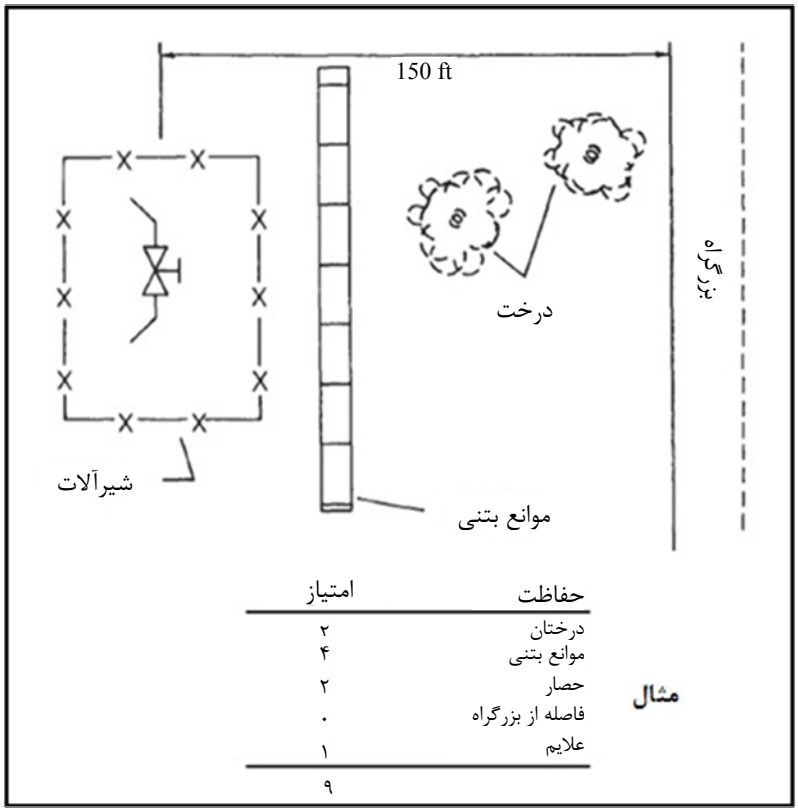
پارامتر		توضیحات	امتیاز پیشنهادی
الف- برآورد امتیاز پارامتر حداقل عمق پوشش (وزن پیشنهادی ۲۰ درصد)	روش امتیازدهی خطوط عبوری از رودخانه‌های قابل کشتیرانی (این امتیاز به مقادیر فوق اضافه خواهد شد)	عمق قرارگیری لوله زیر سطح آب بین ۰ تا ۱/۵ متر	صفر
		عمق قرارگیری لوله زیر سطح آب بیش از ۱/۵ متر (حداکثر عمق لنگرها)	۳
		عمق قرارگیری لوله زیر سطح آب بیش از حداکثر عمق لنگرها	۷
		امتیاز تعیین‌شده	
	عمق قرارگیری لوله زیر کف کانال (این امتیاز به مقادیر فوق اضافه خواهد شد)	۰ تا ۶۰ سانتی‌متر	صفر
		۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر	۳
		۹۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر	۵
		۱۵۰ سانتی‌متر تا حداکثر عمق لایروبی	۷
		بیش از حداکثر عمق لایروبی	۱۰
		امتیاز تعیین‌شده	
	پوشش بتنی (این امتیاز به مجموع امتیازات فوق اضافه خواهد شد)	بدون پوشش	صفر
		حداقل ۲/۵ سانتی‌متر پوشش	۵
		امتیاز تعیین‌شده	
		امتیاز تعیین‌شده کل	
	محاسبه امتیاز این زیر شاخص از رابطه زیر بدست می‌آید. لازم به ذکر است که در این رابطه برای عمق پوشش، باید کم‌ترین مقدار آن در محدوده‌ی مورد بررسی را قرار داد. هم‌چنین در ارزیابی‌ها باید از دقیق بودن و به‌روز بودن آن اطمینان داشته باشد.		
	امتیاز حداکثر تا ۲۰= ۱۳/۱۲ × (m) عمق پوشش		
	مطابق توصیه بسیاری از آیین‌نامه‌ها حداقل عمق یک متر برای پوشش لوله ضروری است.		
	مقادیر پوشش خاک معادل با سایر پوشش‌ها	پوشش بتنی ۵ سانتی‌متری	۲۰ سانتی‌متر پوشش خاکی
		پوشش بتنی ۱۰ سانتی‌متری	۳۰ سانتی‌متر پوشش خاکی
		غلاف بتنی	۶۰ سانتی‌متر پوشش خاکی
		دال بتنی	۶۰ سانتی‌متر پوشش خاکی
	استفاده از علایم هشداردهنده از قبیل نوار هشدار (به عرض ۷۵ تا ۹۰ سانتی‌متر) برای متوقف کردن عملیات حفاری		
	نحوه‌ی در نظر داشتن نوار و شبکه محافظ در امتیاز عامل سوم	نوار هشدار (محافظ)	پوشش اضافی ۹ سانتی‌متر
		شبکه هشدار (محافظ)	پوشش اضافی ۴۵ سانتی‌متر
	تذکر: مجموع امتیازات فوق نباید از ۲۰ بیش‌تر شود. این امتیازات با فرض این در نظر گرفته شده‌اند که عمق آب مانعی برای دسترسی عامل سوم است.		

۱- ب- سطح فعالیت

پارامتر	وزن تعیین‌شده	توضیحات
ب- برآورد امتیاز پارامتر سطح فعالیت (وزن پیشنهادی ۲۰ درصد)	نقاط با سطح فعالیت بالا (صفر امتیاز)	مناطق پرجمعیت
		مناطق در حال ساخت‌وساز
		تعداد زیاد تماس‌های مردمی مبتنی بر یافتن خط لوله (۲ تماس در هفته و بیش‌تر)
		مجاورت یا تقاطع با ریل یا جاده‌ای که خطرساز باشد
		سایر تاسیسات مدفون به تعداد زیاد
		تخریب‌های مداوم از طریق حیات‌وحش
		محل لنگراندازی معمول
		محل معمول لایروبی
	نقاطی با سطح فعالیت متوسط (۸ امتیاز)	مناطق با تمرکز جمعیتی متوسط
		فعالیت‌های ساختمانی غیرمعمولی که تهدیدکننده نیستند
		تعداد کمی از گزارش‌های برخورد با خط لوله (کم‌تر از ۵ عدد در ماه)
		تعداد کم تاسیسات مدفون در منطقه
		آسیب‌های ناشی از فعالیت جانوران با تعداد کم
	نقاط با سطح فعالیت پایین (۱۵ امتیاز)	مناطق با تمرکز جمعیتی کم و مناطق روستایی
		گزارشات پیرامون برخورد با لوله کم‌تر از ۱۰ بار در سال باشند
		فعالیت‌های معمول آسیب‌رسانی در منطقه انجام نگیرند (فعالیت‌های کشاورزی با ابزار سنتی یا عمق زیاد لوله)
	مناطق بدون فعالیت دارای ۲۰ امتیاز می‌باشند	
	امتیاز تعیین‌شده	
	تذکر: در دسته‌بندی فوق، جمعیت یکی از عوامل کلیدی محسوب می‌شود (جمعیت با فعالیت‌هایی از قبیل: حصارکشی، باغبانی، حفر چاه آب و فاضلاب، ساخت دیوار حائل، ایجاد فضای سبز و ساخت استخر همراه است که از پتانسیل برخورد با خط لوله برخوردارند)	

۱- ج- تاسیسات رو سطحی

پارامتر		توضیحات	امتیاز پیشنهادی
ج- برآورد امتیاز پارامتر تاسیسات رو سطحی (وزن پیشنهادی ۱۰ درصد)		نبود تاسیسات رو سطحی	۱۰
		وجود تاسیسات رو سطحی	صفر
	در صورت وجود تاسیسات این مقادیر به صفر اضافه می‌شوند	فاصله تاسیسات تا محل عبور اتومبیل‌ها بیش از ۶۰۰ متر باشد	۵
		محدوده به کمک حصاری با فاصله‌ی ۲ متر حفاظت‌شده باشد	۲
		وجود نرده محافظ بین محل عبور اتومبیل‌ها و تاسیسات (به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر و ترجیحا از جنس لوله آهنی)	۳
		دیواره‌ای از درختان (با قطر ۴۰ سانتی‌متر یا سازه‌هایی با عملکرد مشابه بین تاسیسات و محل عبور اتومبیل‌ها)	۴
		خندق (به عمق و عرض حداقل ۱۰ سانتی‌متر) بین محل عبور اتومبیل‌ها و تاسیسات	۳
		وجود علایم هشداردهنده	۱
		امتیاز تعیین‌شده	
		تذکر: آسیب‌های (ناشی از عامل سوم) تاسیسات رو سطحی خطوط لوله در مقایسه با بخش‌های مدفون شامل برخورد وسایل نقلیه یا عملیات خراب‌کارانه است.	



شکل ۳-۸- مثالی از برآورد امتیاز پارامتر تاسیسات رو سطحی

۱- د- محل خط لوله

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی
د- برآورد امتیاز پارامتر محل خط لوله (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)	امتیاز پارامتر محل خط لوله	مشخص بودن دقیق مسیر	۱۵ امتیاز
		مشخص نبودن دقیق مسیر	صفر امتیاز
	امتیاز تعیین‌شده		
	مشخصات مورد انتظار از سیستم استعلام پیش از آغاز عملیات حفاری	ظرفیتی برای دریافت و ذخیره اطلاعات مربوط به فعالیت‌های حفاری برنامه‌ریزی‌شده	
		اعزام نیرو به محل انجام حفاری برای جانمایی دقیق علایم هشدار خطوط لوله	
		انجام فرآیندهای جانمایی و علامت‌گذاری کامل به همراه آموزش‌های لازم	
		داشتن نقشه‌های دقیق خطوط لوله شامل محل، عمق و مشخصات لوله	
		برقراری ارتباطات و جلسات موردنیاز با حفاران (پیمان‌کاران) قبل از آغاز کار	
		بازدید میدانی هنگام حفاری	
		سیستمی برای اطمینان از به‌روز بودن نقشه‌ها	
		بازدید از تاسیسات پس از اتمام حفاری	
	روش‌هایی برای تعیین محل لوله در صورت عدم وجود نقشه‌های اجرایی یا سیستم پاسخ‌گویی به استعلام	روش‌های جستجوی RF	
		روش‌های الکترومغناطیسی	
		روش‌های مغناطیسی	
		Vacuum extraction	
		نفوذ امواج رادار به درون زمین	
		هدایت الکتریکی محدوده موردبررسی	
		استفاده از GPS	
	تذکر: به‌منظور تعیین محل دقیق خطوط لوله راه‌اندازی سیستمی برای استعلام پیش از آغاز عملیات حفاری ضروری است. این سامانه بایستی با در دست داشتن نقشه‌های به‌روز شده از تاسیسات انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی، به‌صورت تمام‌وقت آماده پاسخگویی به استعلامات باشد.		

۱- ه-آموزش عمومی

پارامتر		توضیحات	امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ه-برآورد امتیاز پارامتر آموزش عمومی (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)	امتیازدهی پارامتر آموزش عمومی	اطلاع‌رسانی عمومی	۲	
		ملاقات سالانه با مقامات دولتی	۲	
		ملاقات سالانه با شرکت‌های محلی پیمان‌کار و حفار	۲	
		برنامه منظم برای آموزش‌های گروهی	۲	
		تماس خانه به خانه با ساکنان منطقه	۴	
		ارسال جزوات و بروشورها برای پیمان‌کاران و حفاران در ارتباط با حیطه کاری هریک	۲	
		تبلیغات سالانه در نشریات پیمان‌کاران	۱	
		مجموع	۱۵	
تذکر: در این بروشورها به مخاطبان میزان اثرپذیری خطوط لوله از عامل سوم توضیح داده خواهد شد.				

۱- و- شرایط حریم خط لوله

پارامتر	توضیحات	وزن پیشنهادی
و- شرایط حریم خط لوله (وزن پیشنهادی ۵ درصد)	عالی- مسیر کاملا قابل‌تشخیص بوده و علایم و نشان‌گرها به‌وضوح قابل‌تشخیص هستند. علایم کلیه موارد از قبیل تغییر جهت، تغییر ضخامت، تغییر قطر و... را نشان داده و مسیر خط حتی با حذف یک علامت نیز قابل‌تشخیص است.	۵ امتیاز
	خوب- حریم تمیز بوده و پوشش گیاهی چندانی روی آن وجود ندارد. درصورتی‌که علایم همه موجود باشند، اطلاعات خوبی در مورد وضعیت خط در اختیار قرار خواهند داد.	۳ امتیاز
	متوسط- مسیر کاملا تمیز نبوده و در محل رودخانه، جاده و راه‌آهن علایم بیش‌تری برای تعیین دقیق مسیر مورد نیاز است.	۳ امتیاز
	زیر متوسط- در برخی از نقاط مسیر با پوشش گیاهی محوشده و از بالا قابل‌مشاهده نبوده و یا این‌که از پایین به‌خوبی قابل‌تشخیص نیست. علایم یا به‌خوبی نصب نشده‌اند و یا گویا نیستند.	۱ امتیاز
	ضعیف- مسیر خط لوله قابل‌تشخیص نیست.	۱ امتیاز
	امتیاز تعیین‌شده	
تذکر: این پارامتر سنجه‌ای برای ارزیابی میزان قابل‌شناسایی بودن، در دسترس بودن و قابل بازدید بودن حریم خط لوله است.		

۱- ز- گشت‌زنی

پارامتر		توضیحات	وزن پیشنهادی
ز- دوره گشت (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)	امتیازدهی پارامتر دور گشت‌زنی	بازدید روزانه	۱۵ امتیاز
		چهار بار در هفته	۱۲ امتیاز
		سه بار در هفته	۱۰ امتیاز
		۲ بار در هفته	۸ امتیاز
		هفته‌ای یک‌بار	۶ امتیاز
		۱-۴ نوبت در ماه	۴ امتیاز
		کم‌تر از ۱ بار در ماه	۲ امتیاز
		بدون بازدید	صفر امتیاز
		امتیاز تعیین‌شده	
تذکر: گشت‌زنی زمانی اهمیت بیش‌تری خواهد یافت که برای مدت زمانی طولانی، گزارشی از وضعیت لوله ارائه نشده باشد.			

مواردی که در یک گشت‌زنی باید مورد بررسی قرار گرفته و گزارش گردند:

حرکات زمین: لغزش زمین، نشست‌ها، فرسایش سواحل رودخانه و ناپایداری شیب‌ها (همه موارد از مهم‌ترین عوامل حرکت زمین هستند که در صورت وقوع در محل خط لوله به آن آسیب جدی وارد خواهند کرد)

فعالیت‌های ساخت‌وساز: هرگونه ساخت‌وساز در حریم یا نزدیکی حریم خط لوله

تجاوز به حریم: احداث هرگونه سازه، تغییر منظره یا تغییر در باغات موجود

کم شدن یا از بین رفتن علایم هشداردهنده و نشان‌گرها

هرگونه حوادث جاده‌ای، ریلی و تصادفات که به حریم خط لوله تجاوز کرده باشند

ایجاد باغات جدید یا هر نوع درخت‌کاری

تغییرات ایجاد شده بر روی شیب‌ها و مسیرهای زهکشی، توسط عامل سوم

مقاطع زمانی گشت‌زنی در شرایط مختلف به شرح زیر خواهد بود:

در شرایط معمول بهره‌برداری برای کنترل دسترسی به حریم و جلوگیری از هرگونه تجاوز به حریم

در شرایطی که فعالیتی از سوی عامل سوم در محدوده موردنظر در حال انجام است.

۲- شاخص خوردگی

	زیر شاخص	محدوده امتیاز		امتیاز تعیین‌شده
شاخص خوردگی	الف- خوردگی در اثر عوامل جوی			
	الف-۱- قرارگیری در معرض جو	از ۰ تا ۵ امتیاز	۵	
	الف- ۲- شرایط جوی	از ۰ تا ۲ امتیاز	۲	
	الف-۳- پوشش جوی	از ۰ تا ۳ امتیاز	۳	
	مجموع	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	۱۰	
	ب- خوردگی داخلی			
	ب-۱- میزان خورندگی محصول	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	۱۰	
	ب-۲- میزان حفاظت داخلی	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	۱۰	
	مجموع	از ۰ تا ۲۰ امتیاز	۲۰	
	ج- خوردگی زیرسطحی			
	ج-۱- محیط زیر سطح	از ۰ تا ۲۰ امتیاز	۲۰	
	ج-۱-۱- خورندگی خاک	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	۱۵	
	ج-۱-۲- خوردگی مکانیکی	از ۰ تا ۵ امتیاز	۵	
	ج-۲- حفاظت کاتدیک	از ۰ تا ۲۵ امتیاز	۲۵	
	ج-۲-۱- سطح اثرگذاری	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	۱۵	
	ج-۲-۲- پتانسیل تداخل	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	۱۰	
	ج-۳- پوشش (Coating)	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	۲۵	
	ج-۳-۱- تناسب پوشش	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	۱۰	
	ج-۳-۲-شرایط	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	۱۵	
	مجموع	از ۰ تا ۷۰ امتیاز	۷۰	
	مجموع امتیازات		۱۰۰	

۲- الف- خوردگی در اثر عوامل جوی

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
الف- برآورد امتیاز پارامتر خوردگی اتمسفری (وزن پیشنهادی ۱۰٪ خطر خوردگی)	الف-۱-در معرض قرار گرفتن ۵۰٪ خوردگی اتمسفری		۵	
	الف-۲-شرایط محیطی ۲۰٪ خوردگی اتمسفری		۲	
	الف-۳-پوشش لوله ۳۰٪ خوردگی اتمسفری		۳	
	پوشش لوله ۳۰٪ خوردگی اتمسفری	تناسب پوشش ۵۰٪ پوشش	۱.۵	
		شرایط ۵۰٪ پوشش	۱.۵	
	شرایط ۵۰٪ پوشش	بازرسی چشمی ۵۰٪ از شرایط		
		تست‌های غیر مخرب ۳۰٪ از شرایط		
		تست‌های مخرب ۲۰٪ از شرایط		
	مجموع		۱۰	

۲- الف-۱- قرارگیری در معرض اتمسفر (وزن پیشنهادی ۵ امتیاز)

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی
الف-۱- قرارگیری در معرض اتمسفر (وزن پیشنهادی ۵ امتیاز)	پارامترهای ارزیابی برای یک لوله فولادی	فصل مشترک آب/هوا	۰ امتیاز
		پوسته‌ها	۱ امتیاز
		عایق‌بندی	۲ امتیاز
		تکیه‌گاه‌ها/ بست‌ها	۲ امتیاز
		فصل مشترک هوا/ زمین	۳ امتیاز
		قرارگیری در معرض سایر موارد	۴ امتیاز
		هیچ‌کدام	۵ امتیاز
	امتیاز تعیین‌شده		
	تذکر: ارزیاب باید بیش‌ترین خطر ناشی از خوردگی اتمسفری را برای بخشی از خط لوله که در معرض هوا قرارگرفته و برای سخت‌ترین شرایط آب و هوایی برآورد کند.		

۲- الف-۲- نوع اتمسفر (وزن پیشنهادی ۲۰٪ از خوردگی اتمسفری)

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی
الف-۲- نوع اتمسفر (وزن پیشنهادی ۲۰٪ از خوردگی اتمسفری)	امتیازبندی اثر متقابل چند مشخصه از اتمسفر برخوردگی خطوط لوله	دریایی (نمک بالا) و شیمیایی	۰ امتیاز
		شیمیایی و رطوبت بالا	۰/۵ امتیاز
		ساحلی، مردابی، دریایی (نمک بالا)	۰/۸ امتیاز
		رطوبت و دمای بالا	۱/۲ امتیاز
		شیمیایی و رطوبت پایین	۱/۶ امتیاز
		رطوبت پایین و دمای کم	۲ امتیاز
		بدون هیچ عاملی	۲ امتیاز
	امتیاز تعیین‌شده		
	مشخصه‌های اتمسفری که باید مورد پایش قرار گیرند	ترکیبات شیمیایی: برخی ترکیبات شیمیایی آلی هم‌چون نمک یا CO_2 یا ترکیبات معدنی هم‌چون کلراید یا SO_2 قادرند اکسیداسیون فلز را تسریع بخشند.	
		رطوبت و دما (دمای بالاتر منجر به تسریع خوردگی می‌گردد)	

۲- الف-۳- پوشش اتمسفری (وزن دهی ۳۰٪ خوردگی اتمسفری)

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی
الف-۳- پوشش اتمسفری (وزن دهی ۳۰٪ خوردگی اتمسفری)	بررسی کیفی هرکدام از این مولفه‌ها	خوب	۳ امتیاز
		متوسط	۲ امتیاز
		ضعیف	۱ امتیاز
		عدم وجود	۰ امتیاز
	تذکر: فاکتورهای کارایی پوشش خطوط لوله عبارتند از: کیفیت پوشش‌دهی، کیفیت کاربرد پوشش‌دهی، کیفیت برنامه بازرسی، کیفیت برنامه اصلاح نقص		

۲- الف-۳-۱- تناسب پوشش (وزن پیشنهادی ۵۰٪ ارزیابی پوشش)

		طبقه‌بندی و توضیحات
الف-۳-۱- تناسب پوشش (وزن پیشنهادی ۵۰٪ ارزیابی پوشش)	طبقه‌بندی برای امتیازدهی پارامتر تناسب پوشش	خوب- از مشخصات فنی با جزییات بالا استفاده شده است، توجه زیادی به تمامی جنبه‌های کاربردی صورت گرفته و سیستم کنترل کیفیت متناسب مورد استفاده قرار گرفته‌است.
		متوسط- مشابه موارد فوق، اما بدون سیستم‌های کنترل و کیفیت و نظارت منظم است.
		ضعیف- کاربرد پوشش و کنترل ضعیف (بدون توجه به نیازها) و بی‌دقت صورت گرفته است.
		فاقد وجود- کاربرد پوشش به طور ناصحیح و نامناسب انجام شد، مراحل نادیده گرفته شد، شرایط محیطی کنترل نشده است.
	امتیاز تعیین‌شده	

۲- الف-۳-۲- وضعیت پوشش (وزن‌دهی ۵۰٪ برآورد پوشش‌دهی)

پارامتر		طبقه‌بندی و توضیحات
الف-۳-۲- وضعیت پوشش (وزن‌دهی ۵۰٪ برآورد پوشش‌دهی)	طبقه‌بندی برای امتیازدهی پارامتر وضعیت پوشش	خوب- بازرسی منظم کامل و دقیق خط لوله، به‌ویژه برای تعیین خوردگی اتمسفری. این بازرسی توسط افراد آموزش‌دیده و از طریق پرکردن چک‌لیست‌های مشخص انجام خواهد شد.
		متوسط- بازرسی‌ها نامنظم ولی توسط افراد آموزش‌دیده انجام می‌گیرند.
		ضعیف- بازرسی کم و با تکیه بر رؤیت تصادفی نقاط مشکل‌دار صورت می‌گیرد.
		فاقد وجود- هیچ‌گونه بازرسی انجام نمی‌گیرد
	امتیاز تعیین‌شده	
	تذکر: بازرسی: کامل و دقیق بودن برنامه بازرسی بایستی مورد ارزیابی قرار بگیرد. مستندسازی و بایگانی درست اطلاعات برداشت‌شده در نوبت‌های مختلف، بخشی از برنامه‌های ایده‌ال بازرسی محسوب می‌شوند.	

۲-الف-۳-۳- اصلاح نقص‌ها

پارامتر		طبقه‌بندی و توضیحات
اصلاح نقص‌ها	طبقه‌بندی برای امتیازدهی پارامتر اصلاح نقص‌ها	خوب- هرگونه نقص گزارش‌شده در پوشش خط لوله، بلافاصله شده ثبت و بایگانی شده و طرح‌ریزی برای تعمیر به‌موقع آن انجام خواهد گرفت.
		متوسط- نقص‌های پوشش خط لوله به‌طور نامنظم گزارش شده و در وقت مناسب تعمیر می‌شود.
		ضعیف- نقص‌های پوشش خط لوله همواره و همیشه گزارش نمی‌شود و اقدام منظمی برای تعمیر آن صورت نمی‌گیرد.
		عدم وجود- توجه کم یا عدم توجه به نقص‌های موجود در پوشش خط لوله
	امتیاز تعیین‌شده	

۲- ب-خوردگی داخلی

۲- ب-۱- خورندگی محصول (وزن‌دهی ۵۰٪ پتانسیل خوردگی داخلی)

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی
ب-۱- خورندگی محصول (وزن‌دهی ۵۰٪ پتانسیل خوردگی داخلی)	هیدروکربن‌ها (نفت خام)	مشخصه‌های جریان	۳
		تغییر نرخ خورندگی	۷
	تذکر: در تدوین برنامه‌های مدیریت ریسک شکست خطوط لوله، بایستی ترکیبی از دو متغیر که بدترین حالت ممکن را تولید می‌کند، ارزیابی کرد. در مورد پایش وضعیت فعلی خطوط لوله ترکیب واقعی، مد نظر قرار خواهد گرفت		
	خورندگی محصول= مشخصه‌های جریان+ تغییر نرخ خورندگی		

روش اول محاسبه خوردگی داخلی

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ب- خوردگی داخلی (وزن پیشنهادی ۲۰٪ امتیاز)	خورندگی محصول ۵۰٪ خوردگی داخلی	ب-۱-۱- پتانسیل‌های تغییر نرخ خوردگی ۷۰٪ خورندگی محصول	۷	
		تجهیزات ۳۰٪ از ۷ امتیاز	۲	
		O&M و ۳۰٪ از ۷ امتیاز	۲	
		سرعت جریان ۴۰٪ از ۷ امتیاز	۳	
		ب ۱-۲- مشخصه‌های خطوط جریان ۳۰٪ خورندگی محصول	۳	
		خوردگی ناشی از جامدات ۴۰٪ از ۳ امتیاز	۱	
		خوردگی مرتبط با آب ۶۰٪ از ۳ امتیاز	۲	
		مجموع	۱۰	
	پیشگیری‌ها ۵۰٪ خوردگی داخلی		۱۰	

روش دوم محاسبه خوردگی داخلی

پارامتر	توضیحات		وزن پیشنهادی
امتیازدهی ساده‌شده برای تعیین خورندگی محصول	در مواردی که مقدار جزییات تشریح شده برای خوردگی داخلی ممکن نیست برای امتیازدهی پتانسیل خوردگی طرحی ساده پیشنهادشده است.	خورندگی قوی	۰ امتیاز
		خوردگی متوسط	۳ امتیاز
		خورندگی تحت شرایط ویژه و خاص	۷ امتیاز
		بدون خاصیت خورندگی (غیر خورنده)	۱۰ امتیاز
	وزن تعیین‌شده		

۲- ب-۱- ۱- پتانسیل تغییر نرخ خوردگی

پارامتر	امتیازدهی و توضیحات		امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
پتانسیل تغییر نرخ خوردگی	طبقه‌بندی برای امتیازدهی پارامتر پتانسیل تغییر نرخ خوردگی	تجهیزات: بررسی و ارزیابی تجهیزات و امکاناتی که برای فیلتراسیون ناخالصی‌ها و آلودگی‌های جریان مورد استفاده قرار می‌گیرند.	۲	
		تجارب O&M: ارزیابی نحوه پاسخ‌گویی پرسنل بهره‌برداری به وجود آلودگی در جریان داخل خط لوله.	۲	
		بالاترین سرعت و بالاترین سطح انرژی در خط لوله: بررسی حداکثر سرعت و انرژی جریان ممکن در مقطع مورد بررسی از خط لوله و اثر این شرایط بر فرسایش دیواره لوله.	۳	
		حداقل سرعت و حداقل سطح انرژی در خط لوله: بررسی حداقل سرعت و انرژی ممکن برای جریان در مقطع مورد بررسی و ارزیابی اثر آن بر خوردگی دیواره‌ها در اثر افزایش زمان تماس خط لوله و ماده انتقالی.		
	این پارامتر به تغییر توان خورندگی ماده انتقالی در شرایط غیرمعمول ارتباط دارد	تغییر فرآیند تحویل محصول به خط لوله		
		تغییر توان انتقال تاسیسات و یا احتمال خرابی آن‌ها		
		عملیات بهره‌برداری و نگه‌داری از تاسیسات تحویل محصول به خط لوله		
تذکر: امتیازدهی به فاکتورهای فوق می‌تواند براساس مشاهدات انجام‌شده یا گزارشات تهیه‌شده، با نگاهی بر ارزیابی نهایی پارامتر «پتانسیل تغییر نرخ خوردگی» و با نظرخواهی متخصصین و بهره‌برداران خط صورت گیرد				

۲- ب-۲- پیش‌گیری‌ها (وزن پیشنهادی ۵۰٪ از خوردگی داخلی)

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ب-۲- پیش‌گیری‌ها (وزن پیشنهادی ۵۰٪ از خوردگی داخلی)	امتیازدهی پارامتر پیش‌گیری	هیچ اقدامی صورت نگرفته است	۰	
		پایش داخل لوله	۲	
		تزریق مواد بازدارنده یا کند کننده روند خوردگی	۴	
		عدم نیاز به اقدامات پیشگیرانه (ماده انتقالی خورنده نیست)	۵	
		پوشش داخلی	۳	
		اقدامات لازم در قالب بهره‌برداری متناسب	۳	
		پیگ‌رانی	۳	
	مجموع امتیازات		۱۰	
	تذکر: در صورت به‌کارگیری چند مورد از موارد زیر امتیازات تا سقف ۱۰ جمع بسته خواهند شد			

۲- ج- خوردگی زیرسطحی

خطر خوردگی زیرسطحی در سه بخش عمده زیر خواهد بود:

۱- شرایط زیرسطحی محیط اطراف لوله،

۲- حفاظت کاتدی

۳- پوشش‌دهی، بررسی شده و تخمین زده می‌شود

پارامتر		توضیحات			امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ج- خوردگی زیرسطحی (وزن پیشنهادی ۷۰٪)	ج-۱-محیط زیرسطحی	ج-۱-۱- خورندگی خاک			۱۵	
		ج-۱-۲- خوردگی مکانیکی			۵	
		مجموع			۲۰	
	ج-۲- حفاظت کاتدی	ج-۲-۱-کارایی سیستم حفاظت کاتدیک (CP)			۱۵	
		ج-۲-۲- پتانسیل تداخل	ج-۲-۲-۱- مرتبط با AC		۲	
			ج-۲-۲-۲- پوسته گذاری		۱	
			ج-۲-۲-۳- مرتبط با DC	جریان‌های تلوریک	۱	
				ریل DC	۳	
				خطوط خارجی	۳	
		مجموع			۲۵	
	ج-۳- پوشش	ج-۳-۱-تناسب			۱۰	
		ج-۳-۲- وضعیت			۱۵	
		مجموع			۲۵	
	مجموع کل				۷۰	
	تذکر: عمده‌ترین خطر برای خط لوله، تشکیل سلول گالوانیکی است					

۲- ج-۱- محیط زیرسطحی

۲- ج-۱-۱- خورندگی خاک (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

وزن‌دهی‌ها بر پایه قضاوت‌های کارشناسی یا تجارب مختلف در این زمینه صورت گیرد. در این گزارش هدف داشتن برآورد ساده‌ای از وضعیت خط لوله در مقطعی کوچک است، لذا استفاده از اعداد فوق کافی است.

پارامتر		توضیحات	امتیاز پیشنهادی
ج-۱-۱- خورندگی خاک (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)	امتیازدهی پارامتر مقاومت الکتریکی	مقاومت الکتریکی کم‌تر از ۱ ohm/cm و خورندگی بالای خاک	۰
		مقاومت الکتریکی بین ۱ تا ۱.۵ ohm/cm یا با خاصیت خورندگی متوسط	۵
		مقاومت بالا (پتانسیل خورندگی پایین) بدون ملاحظه آثار خوردگی فعال	۱۰
		بدون اطلاع از مقاومت الکتریکی و میزان خورندگی بالا (بااحتیاط)	۰
	امتیاز تعیین‌شده		
	(خوردگی فولاد MIC)+(statsgo)+(رطوبت خاک)+[pH]+ (مقاومت الکتریکی خاک)= امتیاز خورندگی خاک		
	تذکر: در اغلب موارد فرض بر تماس مستقیم لوله و خاک است		

۲- ج-۱-۲-اثرات خوردی مکانیکی (امتیاز پیشنهادی ۵)

پارامتر	توضیحات	
ج-۱-۲-اثرات خوردی مکانیکی (امتیاز پیشنهادی ۵)	شامل ترک‌خوردگی ناشی از تنش هیدروژنی (HSCC)، ترک‌خوردگی ناشی از تنش سولفید (SSCC)، ترک‌خوردگی ناشی از اتصال هیدروژنی (HIC) یا ترد شدگی هیدروژنی، خستگی خوردگی و فرسایش است.	
	امتیاز تعیین‌شده	

۲-ج-۲- حفاظت کاتدی

۲- ج-۲-۱- کارایی سیستم حفاظت کاتدیک (CP)

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی
ج-۲-۱- کارایی سیستم حفاظت کاتدیک	امتیازدهی به پارامتر	خوب	۱۵
		متوسط	۱۰
		ضعیف	۵
		بدون اطلاع	۰
	ارزیابی بازه‌های برداشت اطلاعات	کم‌تر از ۶ ماه	بهترین حالت
		۶ ماه تا یک سال	متوسط
		بیش از یک سال	ضعیف
	امتیاز تعیین‌شده		
تذکر: امتیازدهی به این پارامتر بر اساس نظر کارشناسان بهره‌بردار خط لوله و با توجه به نحوه اجرا برنامه‌های تهیه‌شده برای بازدیدهای دوره‌ای، انجام خواهد شد.			

۲- ج-۲-۲-۱- تداخل مرتبط با AC (وزن پیشنهادی ۲۰٪ از پتانسیل تداخل)

پارامتر	توضیحات	امتیاز پیشنهادی
ج-۲-۲-۱- تداخل مرتبط با AC (وزن پیشنهادی ۲۰٪ از پتانسیل تداخل)	هیچ منبع فشارقوی AC در محدوده‌ی ۱۰۰۰ متری از خط لوله وجود ندارد	۳
	منبع فشارقوی AC در اطراف خط لوله وجود دارد، اما روش‌های محافظت از خط لوله مورداستفاده قرار گرفته‌اند	۱ تا ۲
	منبع فشارقوی AC در اطراف خط لوله وجود دارد و هیچ‌گونه اقدام پیش‌گیرانه‌ای اعمال نشده‌است	۰
	امتیاز تعیین‌شده	

۲- ج-۲-۲-۳- تداخل مرتبط با DC (وزن پیشنهادی ۷۰٪ از پتانسیل تداخل)

پارامتر	توضیحات
ج-۲-۲-۳- تداخل مرتبط با DC (وزن پیشنهادی ۷۰٪ از پتانسیل تداخل)	در صورت نبود سیستم حفاظت کاتدیک، دو سازه فلزی در زیر خاک تشکیل یک سلول گالوانیک داده و در صورت وجود، سیستم حفاظت کاتدیک بایستی پاسخ‌گوی خوردگی در هر دو سازه باشد. امتیاز این فاکتور نیز در دو حالت وجود و عدم وجود سازه همسایه داده خواهد شد.

۲- ج-۳- پوشش (وزن پیشنهادی ۲۵ درصد از خطر خوردگی)

پارامتر	توضیحات	امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ج-۳- پوشش (وزن پیشنهادی ۲۵ درصد از خطر خوردگی)	ج-۳-۱- تناسب پوشش	۱/۵	
	ج-۳-۲-شرایط	۱/۵	
	امتیازدهی به این فاکتور بر اساس چهار مشخصه اصلی آن ولی با وزن‌های مختلف صورت می‌گیرد. امتیازات مشابه بند الف-۳ اعمال می‌شوند.		

۳- شاخص طراحی

شاخص	پارامتر	امتیاز		امتیاز تعیین‌شده
شاخص طراحی	الف- ضریب اطمینان طراحی	از ۰ تا ۳۵ امتیاز	۳۵	
	ب-خستگی	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	۱۵	
	ج- پتانسیل ضربه قوچ	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	۱۰	
	د-یکپارچگی طراحی	از ۰ تا ۲۵ امتیاز	۲۵	
	هـ-حرکات زمین	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	۱۵	

پارامترهای موثر بر شاخص طراحی	ضریب اطمینان	حداکثر فشار
		فشار نرمال
		استحکام مواد
		ضخامت دیواره لوله
		بارگذاری خارجی
		قطر لوله
		استحکام بست‌ها، شیرها و بخش‌های مختلف
	خستگی	مقدار سیکل فشار
		دوره بازگشت سیکل فشار
		سفتی مواد
		نسبت قطر به ضخامت دیواره لوله
	پتانسیل موج	مدول‌حجم سیال
		مدل الاستیسیته لوله
		نرخ سد شدن جریان
		سرعت جریان
	صحت‌سنجی‌ها	تاریخ انجام صحت سنجی
		سطح تست فشار
		تکنیک بازرسی در حین کار
		دقت بازرسی در حین کار
	جابه‌جایی‌های زمین	تکان لرزه‌ای
		جابه‌جایی گسل
		فرونشست
		زمین‌لغزه
		فرسایش ساحل رودخانه

۳- الف- ضریب اطمینان (وزن پیشنهادی ۳۵ درصد)

پارامتر		توضیحات	امتیاز پیشنهادی
الف- ضریب اطمینان (وزن پیشنهادی ۳۵ درصد)	روش اول	=(t-1)*35امتیاز شاخص	
	روش دوم بر اساس مقدار t	مقدار t	امتیاز
		کم‌تر از ۱	۱۰- (هشدار)
		۱.۱-۱	۳.۵
		۱.۲-۱.۱۱	۷
		۱.۴-۱.۲۱	۱۴
		۱.۶-۱.۴۱	۲۱
		۱.۸-۱.۶۱	۲۸
		بیش‌تر از ۱.۸۱	۳۵
	ضخامتی که باید باشد/ ضخامت فعلی دیواره لوله =t		
	امتیاز تعیین‌شده		
	تذکر: مقدار مخرج این کسر با توجه به استانداردهای طراحی و کاربری خط لوله و بدون ضریب اطمینان به دست خواهد آمد		

۳-ب- خستگی (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

پارامتر	امتیاز خستگی بر اساس ترکیبات مختلفی از فشار و دوره بازگشت تغییرات آن در خطوط لوله					
ب- خستگی (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)	فشار	تعداد وقوع در زمان موردبررسی				
	درصد از MOP	کم‌تر از 10^{3}	10^{3}-10^{4}	10^{4}-10^{5}	10^{5}-10^{6}	بیش از 10^{6}
	۱۰۰	۷	۵	۳	۱	۰
	۹۰	۹	۶	۴	۲	۱
	۷۵	۱۰	۷	۵	۳	۲
	۵۰	۱۱	۸	۶	۴	۳
	۲۵	۱۲	۹	۷	۵	۴
	۱۰	۱۳	۱۰	۸	۶	۵
	۵	۱۴	۱۱	۹	۷	۶
	امتیاز تعیین‌شده					
	تذکر: ابتدا بر اساس مدارک و مشخصات فنی خط لوله در مقطع موردبررسی مقدار حداکثر فشار ممکن برای خط لوله استخراج‌شده و سپس بر اساس شرایط محیطی و یا نوع بهره‌برداری از خط، نوسانات فشار در آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت					

۳- ج- پتانسیل موج (وزن پیشنهادی ۱۰ درصد)

پارامتر		توضیحات	امتیاز پیشنهادی
ج- پتانسیل موج (وزن پیشنهادی ۱۰ درصد)	امتیازدهی به پارامتر پتانسیل موج	احتمال وقوع بالا-در مقاطع بالادست شیرهای قطع و وصل جریان (در مورد نفت خام و سایر سیالات تراکم‌ناپذیر)	۰ امتیاز
		احتمال وقوع پایین- برای شرایط وقوع افزایش فشار در مقاطع مجهز به کنترل‌کننده‌ها	۵ امتیاز
		امکان ناپذیر-سیالات تراکم پذیر و یا مقاطع بدون شیر و پمپ	۱۰ امتیاز
	امتیاز تعیین‌شده		
	تذکر: برای داشتن معیاری جهت انجام مقایسات، فشار با مقدار بیش از ۱۰٪ بیش‌تر از فشار MOP ملاک قرار می‌گیرد.		

برای ارزیابی و امتیازدهی به این پارامتر، ارزیاب باید از مواردی از قبیل نصب تجهیزات کنترل‌کننده اضافه فشار ناشی از ضربه قوچ، عملکرد صحیح این تجهیزات، علم بهره‌بردار از پتانسیل وقوع و کنترل افزایش فشار ناگهانی و توان مدیریت شرایط، اطمینان حاصل کند.

۳- د- صحت سنجی (وزن پیشنهادی ۲۵ درصد)

پارامتر	توضیحات	
د- صحت سنجی (وزن پیشنهادی ۲۵ درصد)	مراحل تعیین عدم نقص خط لوله در یک بازه انتخابی	جستجو و رفع هرگونه تهدید و ناهنجاری در عملکرد خط لوله (شامل پایش و بازرسی خطوط لوله)
		پرهیز و جلوگیری از تهدیدات محتمل در آینده (شامل مراحلی است که در این گزارش، تحت عنوان شاخص‌های مختلف موردبررسی قرار گرفته‌اند)
	امتیاز تعیین‌شده	
	تذکر: رایج‌ترین روش‌های صحت‌سنجی دوره‌ای خطوط انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی تست فشار و ILI می‌باشند.	

۳-هـ- حرکات زمین (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

پارامتر		طبقه‌بندی و توضیحات	امتیاز پیشنهادی
هـ- حرکات زمین (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)	امتیازدهی پارامتر حرکات زمین	بالا: مناطقی که سابقه حرکات زمین در آن‌ها ثبت‌شده و یا در اثر بروز این قبیل اتفاقات تلفات و خسارات سنگینی به منبع آبی مورد نظر وارد خواهد شد	۰ امتیاز
		متوسط: احتمال حرکت زمین است اما به دلیل موقعیت و عمق قرارگیری خط لوله حتما آن را تحت تاثیر قرار خواهد داد.	۵ امتیاز
		کم: شواهد حاکی از حرکت زمین به‌ندرت دیده شده، احتمال حرکت زمین کم است، هیچ‌گونه حوادث سازه‌ای ناشی از حرکت زمین در محدوده موردنظر ثبت نشده‌است	۱۰ امتیاز
		احتمال صفر: هیچ‌گونه شواهد و دلایلی برای حرکت زمین در این محدوده وجود ندارد.	۱۵ امتیاز
		ناشناخته: در صورت نبودن هیچ‌گونه اطلاعات و کارشناسان صاحب‌نظر و آشنا به محدوده، خط لوله در این رده قرار خواهد گرفت.	۰ امتیاز
		امتیاز تعیین‌شده	

شرایط لازم در مورد خطوط لوله گذرنده از حریم‌های آبی عبارتند از:

- خط لوله گسل‌هایی را در حریم منبع آبی قطع کرده باشد
- خط لوله از داخل یا روی سطح شیب‌دار ناپایدار عبور داده شده باشد (ممکن است شیب در طی چند سال اخیر ناپایدار شده باشد)
- زمین یا بستر زیر لوله در حال نشست باشند،

حوادث محتمل که منجر به حرکت زمین خواهند شد عبارتند از:

زمین‌لغزش، فرسایش خاک، جوشش ماسه (روان‌گرایی)، لغزش سنگ، حرکت رسوبات، سونامی، آتش‌فشان، حرکت گسل‌ها، شسته شدن مواد زیر لوله (در موارد قرارگیری خط لوله در شیب کناره رودها و دریاچه‌ها)، تخریب کانال انتقال آب مجاور لوله، فرسایش سواحل رودخانه در نزدیکی خط لوله، تغییر مسیر رود در جهتی که سبب تهدید خط لوله گردد.

۴- شاخص بهره‌برداری نامناسب

	پارامتر	محدوده امتیاز	امتیاز تعیین‌شده
شاخص بهره‌برداری نامناسب	الف- طراحی		
	الف-۱- تعیین خطرات	از ۰ تا ۴ امتیاز	
	الف-۲- پتانسیل MAOP	از ۰ تا ۱۲ امتیاز	
	الف-۳- سیستم‌های ایمنی	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	
	الف-۴- انتخاب مصالح	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	الف-۵- کنترل‌ها	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	مجموع	از ۰ تا ۳۰ امتیاز	
	ب- اجرا		
	ب-۱- بازرسی	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	
	ب-۲- مصالح	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	ب-۳- جوشکاری (joining)	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	ب-۴- بسترسازی	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	ب-۵- به‌کارگیری (handling)	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	ب-۶- پوشش	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	مجموع	از ۰ تا ۲۰ امتیاز	
	ج- بهره‌برداری		
	ج-۱- فرآیندها	از ۰ تا ۷ امتیاز	
	ج-۲- SCADA	از ۰ تا ۳ امتیاز	
	ج-۳- تست هوشیاری از کارکنان بهره‌برداری خط	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	ج-۴- برنامه تامین ایمنی	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	ج-۵- نقشه‌برداری و مطالعات میدانی	از ۰ تا ۵ امتیاز	
	ج-۶- آموزش	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	
	ج-۷- پیش‌گیری از مشکلات مکانیکی	از ۰ تا ۶ امتیاز	
	مجموع	از ۰ تا ۳۵ امتیاز	
	د- نگه‌داری		
	د-۱- بایگانی	از ۰ تا ۲ امتیاز	
	د-۲- زمان‌بندی	از ۰ تا ۳ امتیاز	
	د-۳- فرآیندها	از ۰ تا ۱۰ امتیاز	
	مجموع	از ۰ تا ۱۵ امتیاز	

۴- الف- طراحی (وزن پیشنهادی ۳۰ درصد)

پارامتر	توضیحات		امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
الف- طراحی (وزن پیشنهادی ۳۰ درصد)	موارد که در این بخش لازم است امتیازدهی شوند	شناسایی خطرات	۴	
		پتانسیل Mop	۱۲	
		سیستم ایمنی	۱۰	
		انتخاب مصالح	۲	
		کنترل‌ها	۲	
		مجموع	۳۰	
	تذکر: برای افزایش دقت ارزیابی‌ها توصیه می‌شود که ارزیاب علاوه بر مطالعه مدارک و مستندات به بررسی شواهد و پرسش از افراد مطلع نیز بپردازد			

۴- الف ۱- شناسایی خطرات

پارامتر	توضیحات
الف ۱- شناسایی خطرات (۴-۰ امتیاز)	ارزیابی‌ها با بررسی و مطالعه اسناد مربوط به طراحی و ساخت خط لوله و یا در صورت عدم دسترسی به اسناد از طریق مصاحبه با متخصصان و کارشناسان دخیل در طراحی و اجرای خط لوله موردنظر، صورت خواهد گرفت و امتیاز بین ۴- ۰ به آن اختصاص داده خواهد شد.
امتیاز تعیین‌شده	

۴- الف-۲- پتانسیل Mop

پارامتر	طبقه‌بندی و توضیحات	امتیاز پیشنهادی
الف-۲- پتانسیل Mop (۱۲-۰ امتیاز)	حالت معمول: هنگامی‌که در شرایط معمول بهره‌برداری در بخشی از لوله که مورد بررسی است، به فشار Mop رسیده و جلوگیری از فشار بیش‌ازحد صورت نگرفته یا با وسایل ساده انجام می‌شود. (یک سیستم کنترل فشار)	صفر امتیاز
	بعید: هنگامی‌که فشار بیش‌ازحد در اثر ترکیب بارهای ذکرشده و یا خرابی تجهیزات فشارشکن اتفاق بیفتد (مانند بالا رفتن فشار پمپاژ در اثر بسته شدن ناگهانی شیر در پایین‌دست) (حداقل دو سیستم کنترل فشار)	۵ امتیاز
	خیلی بعید: هنگامی‌که احتمال وقوع فشار بیش‌ازحد به‌صورت تئوریک بوده و تنها در اثر ترکیب عوامل مختلف با احتمال کم اتفاق خواهد افتاد.	۱۰ امتیاز
	غیرممکن: هنگامی‌که تحت هر شرایط مولد ایجاد فشار قادر به ایجاد فشار تا سطح Mop نباشد.	۱۲ امتیاز
	امتیاز تعیین‌شده	

تجهیزات کنترل فشار در خطوط لوله عبارتند از:

- شیرهای فشارشکن
- صفحات فشارشکن
- کلیدهای قطع خودکار مکانیکی، الکتریکی یا پنوماتیکی
- برنامه‌های ایمنی کامپیوتری

۴- الف-۳- سیستم‌های ایمنی

پارامتر		توضیحات	امتیاز پیشنهادی
الف-۳- سیستم‌های ایمنی (۱۰-۰ امتیاز)	امتیازدهی به پارامتر سیستم‌های ایمنی	عدم وجود سیستم ایمنی (حالتی که احتمال رسیدن به Mop وجود داشته و درعین‌حال هیچ‌گونه تجهیزات کنترل و تخفیف فشاری وجود ندارد)	۰ امتیاز
		تنها یک سیستم ایمنی در محل موجود است	۳ امتیاز
		تعداد ۲ یا بیش‌تر سیستم ایمنی موجود است (در این حالت باید منبع انرژی هر سیستم مجزا باشد)	۶ امتیاز
		بازدید از راه دور	۱ امتیاز
		بازدید و کنترل از راه دور	۳ امتیاز
		مشاهده فعال بهره‌بردار (توسط افراد متفرقه)	۲ امتیاز
		بدون دخالت بهره‌بردار	۳ امتیاز
		سیستم‌های ایمنی مورد نیاز نیستند	۱۰ امتیاز
		امتیاز تعیین‌شده	
	تذکر: هم‌چنین ارزیاب بایستی نحوه عملکرد سیستم‌های ایمنی را در نبود منبع انرژی بررسی کند، که سیستم در هنگام نبود منبع انرژی (الکتریکی، مکانیکی، پنوماتیکی) چه عکس‌العملی از خود نشان خواهد داد.		

۴- الف-۴- انتخاب مصالح

پارامتر	توضیحات
الف-۴- انتخاب مصالح (۲-۰ امتیاز)	به منظور تعیین امتیاز این فاکتور بایستی مشخصات فنی طراحی و اجرای خط لوله مورد بررسی قرارگرفته و بر اساس آن تعیین شود که مصالح موردنیاز برای لوله، مهارها، پیچ‌ها، خم‌ها و... به‌درستی انتخاب و اجرا شده‌اند یا خیر.
امتیاز تعیین‌شده	

۴- الف-۵- کنترل‌ها

پارامتر	توضیحات
الف-۵- کنترل‌ها (۲-۰ امتیاز)	امتیاز کامل این فاکتور به فرآیند طراحی که به‌خوبی توسط استانداردها و افراد خبره کنترل شده‌است، تعلق می‌گیرد.
امتیاز تعیین‌شده	

۴- ب- ساخت و اجرا (وزن پیشنهادی ۲۰ درصد)

پارامتر	توضیحات	امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ب- ساخت و اجرا (وزن پیشنهادی ۲۰ درصد)	انجام بازدیدها (بیش‌ترین امتیاز به حالتی تعلق می‌گیرد که در زمان ساخت و اجرای خط لوله، بازرس مجرب و متخصص بر کل فعالیت‌های اجرایی نظارت داشته باشد.)	۱۰ امتیاز	
	مصالح (کنترل لوله‌های موجود با دفترچه‌های محاسباتی برای تعیین امتیاز آن‌ها ضروری است.)	۲ امتیاز	
	اتصالات (جوش دادن) (نقاط اتصال نسبت به سایر نقاط خط لوله از آسیب‌پذیری بالاتری در برابر شکست برخوردارند چراکه در معرض عدم قطعیت‌هایی از قبیل شرایط محلی، مهارت نیروی انسانی، بازدید و... قرار دارند)	۲ امتیاز	
	بسترسازی (زیرسازی) (زیرسازی بایستی یکنواخت و متراکم شده باشد.)	۲ امتیاز	
	رسیدگی به خط (نگه‌داری از مصالح برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های حرارتی، پسماند، خوردگی یا خراب‌شدگی امتیاز حداکثر را به همراه خواهد داشت.)	۲ امتیاز	
	پوشش‌دار کردن	۲ امتیاز	
	مجموع امتیازات	۲۰ امتیاز	

۴- ج- بهره‌برداری

پارامتر	توضیحات	امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ج- بهره‌برداری (وزن پیشنهادی ۳۵٪)	ج-۱- روندها- روندهای کاری در بهره‌برداری از خطوط لوله نفت و فرآیندهای نفتی عبارتند از: نگه‌داری و کنترل شیرآلات خط اصلی، بازدید و کالیبره کردن تجهیزات ایمنی، راه‌اندازی و یا توقف انتقال خط، کارکرد پمپ‌ها و کمپرسورها، تغییرات در انتقال مواد، مراقبت از حریم خط، کالیبره کردن جریان‌سنج	۷ امتیاز	
	ج-۲- SCADA و سیستم ارتباطی	۳ امتیاز	
	ج-۳- تست مواد مخدر پرسنل	۲ امتیاز	
	ج-۴- برنامه‌های ایمنی	۲ امتیاز	
	ج-۵- نقشه‌برداری‌ها/ نقشه‌ها/ اطلاعات ثبت شده: اطلاعات موردنیاز عبارتند از اختلاف ولتاژ میان لوله و خاک، وضعیت پوشش لوله، نقاط عبوری از داخل آب، یافتن نقاط تغییر شکل یافته به کمک پیگ‌رانی (در محدوده‌های با طول زیاد)، عمق خاک سربار لوله، اطلاعات دمایی، نشست‌یابی، گشت زنی هوایی	۵ امتیاز	
	ج-۶- آموزش	۱۰ امتیاز	
	ج-۷- بازدارنده‌های مکانیکی خطاها	۶ امتیاز	
	مجموع امتیازات	۳۵ امتیاز	

پارامترهای ۴-ج-۱ تا ۴-ج-۵ نیاز به توضیح ندارند.

۴-ج-۶- اجزای برنامه‌ی آموزش کاهش ریسک شکست برای خطوط لوله

پارامتر	توضیحات	امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ج-۶- اجزای برنامه‌ی آموزش کاهش ریسک شکست برای خطوط لوله	بایگانی کردن حداقل داده‌های موردنیاز	۲ امتیاز	
	انجام آموزش‌های عمومی آزمایشات	۲ امتیاز	
	خصوصیات ماده انتقالی	۰/۵ امتیاز	
	تنش وارده بر مصالح خط لوله	۰/۵ امتیاز	
	خوردگی خط لوله	۰/۵ امتیاز	
	کنترل و بهره‌برداری	۰/۵ امتیاز	
	نگه‌داری	۰/۵ امتیاز	
	حفاری‌های اضطراری	۰/۵ امتیاز	
	روال انجام کارها	۲ امتیاز	
	برنامه زمان‌بندی آموزش مجدد	۱ امتیاز	
	مجموع امتیازات	۱۰ امتیاز	

۴-ج-۷- بازدارنده‌های مکانیکی خطاها

پارامتر	توضیحات	امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
ج-۷- بازدارنده‌های مکانیکی خطاها	شیرهای سه‌طرفه با کنترل‌کننده دوتایی	۴ امتیاز	
	تجهیزات محدودکننده	۲ امتیاز	
	برنامه‌های زمان‌بندی قفل‌کردن کلیدها	۲ امتیاز	
	کلیدهای کامپیوتری کنترل جریان	۲ امتیاز	
	بزرگ‌نمایی تجهیزات و قطعات حیاتی و حساس	۱ امتیاز	
	مجموع امتیازات	۶ امتیاز	
	تذکر: بیش‌ترین مقدار معادل با ۶ در نظر گرفته می‌شود		

۴- د- نگهداری (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

پارامتر	توضیحات	امتیاز پیشنهادی	امتیاز تعیین‌شده
د- نگه‌داری (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)	بایگانی کردن داده‌ها	۲ امتیاز	
	برنامه زمان‌بندی	۳ امتیاز	
	روندها	۱۰ امتیاز	
	مجموع امتیازات	۱۵ امتیاز	

۳-۳-۳-۲- برآورد احتمال شکست یا نشت در مقطع موردنظر از خط لوله

پس از محاسبه ۴ شاخص تشکیل‌دهنده شاخص مجموع، این شاخص برآوردی کلی از احتمال شکست یا نشت را در اختیار ارزیاب قرار خواهد داد. البته با بررسی هر یک از چهار جز شاخص می‌توان فرآیند محتمل‌تر در ایجاد شکست را تعیین نمود. در استفاده از شاخص مجموع بایستی دقت داشت که کوچک بودن هر یک از ۴ شاخص محاسبه‌شده در سایه زیاد بودن مقدار شاخص مجموع قرار نگیرد. به عنوان مثال ممکن است شاخص مجموع، در مواردی به دلیل رعایت

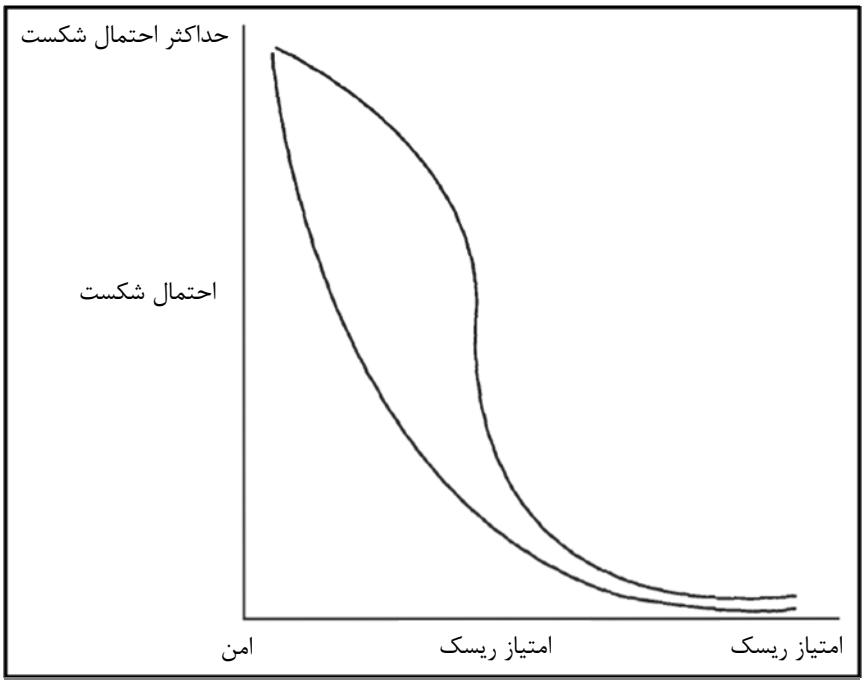
اقدامات مناسب شاخص عامل سوم، مقدار بالایی داشته باشد درحالی‌که عامل تخریب آن ممکن است فرآیند خوردگی بوده و در مقدار شاخص مجموع، در نظر گرفته نشود. برای همین منظور با تبدیل شاخص مجموع به «شاخص احتمال بقا» خط لوله که مقادیر را به صورت درصد بیان می‌کند، این اشکال تا حدی رفع گردیده است.

امتیاز مربوط به‌احتمال شکست به صورت زیر تعریف خواهد شد:

(۳-۲) (شاخص بهره‌برداری × شاخص طراحی × شاخص خوردگی × شاخص عامل سوم)-۱= امتیاز احتمال شکست

۳-۳-۳-۳- پیش‌بینی شکست

یک فرآیند ارزیابی ریسک مناسب، قادر به تخمین احتمال شکست و پیش‌بینی آن خواهد بود. در این فرآیند با توجه به دوره‌های آماربرداری و بازرسی، نرخ روندهایی از قبیل خوردگی، نشت، وضعیت تحلیل پوشش و... انجام شده و احتمال خرابی به همراه زمان آن تخمین زده خواهد شد. شکل (۳-۹) ارتباط میان امتیاز ریسک خط لوله و احتمال شکست آن را نشان می‌دهد. تفاوت میان دو منحنی از تفاوت بازه حساسیت خطوط لوله به یک یا چند پارامتر آسیب‌رسان ناشی شده است.



شکل ۳-۹- ارتباط میان امتیاز ریسک و احتمال شکست

با توجه به امتیاز ریسک تعیین‌شده در فرآیند فوق و استفاده از رابطه (۳-۲)، می‌توان احتمال شکست را در بازه‌ی منتخب از خط لوله تعیین کرد. براساس احتمال شکست تعیین‌شده ازسوی نماینده وزارت نیرو (شرکت آب منطقه‌ای ذی‌ربط) و با در نظر گرفتن برخی از پارامترها از قبیل هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری، میزان حساسیت منبع آب در معرض خطر و تصمیمات مشترک بهره‌برداران خط و نمایندگان وزارت نیرو، در مورد تقویت، تعمیر یا تعویض بخش موردنظر از خط، تصمیم‌گیری خواهد شد.

۳-۳-۳-۴- خسارت (آسیب‌پذیری)

پارامترهای تعیین‌کننده میزان آسیب‌پذیری محیط از یک حادثه آلودگی نفتی عبارت‌اند از:

- قابلیت اشتعال ماده نشت یافته
- حجم ماده نشت یافته
- حساسیت زیست‌گاه پذیرنده مواد نفتی
- مسافتی که مواد نفتی انتقال یافته‌اند (وسعت آلودگی)

میزان خسارات وارده در اثر وقوع حوادث آلودگی نفتی در سه رده تقسیم‌بندی گردیده است. این سه رده در هنگام انجام عملیات پاک‌سازی معیاری برای تعیین سطح بحران و فعال‌سازی برنامه متناسب با آن خواهند بود.

- دسته حوادث ۱- حوادث با خسارات کم

در چنین حوادثی یک یا چند شرط از شرایط زیر برقرار خواهد بود:

- زیست‌گاه پذیرنده مواد نشت یافته از حساسیت و اهمیت کمی برخوردار است
- قابلیت سازگاری زیستگاه با حادثه بالاست (رودخانه‌های خروشان با سواحل شن و ماسه‌ای یا شنی)
- حجم مواد نشتی کم است
- ویسکوزیته ماده نفتی بالا بوده و جمع‌آوری آن آسان خواهد بود (البته این شرط برای تعیین سطح حادثه کفایت ندارد)
- به طور خلاصه امکانات محلی و منطقه‌ای برای پاسخ به حادثه کافی هستند.

- دسته حوادث ۲- حوادث با خسارات متوسط

در چنین حوادثی یک یا چند شرط از شرایط زیر برقرار خواهد بود:

- زیست‌گاه پذیرنده مواد نشت یافته از حساسیت کم تا متوسطی برخوردار است و در صورت بالا بودن حجم مواد نشت یافته یا طولانی شدن زمان پاسخ به حادثه می‌تواند مشکل‌ساز گردد.
- زیست‌گاه قابلیت سازگاری چندانی با حادثه نداشته و انجام اقدامات پاسخ و پاک‌سازی نیازمند سرعت، دقت و ملاحظات خاص است. (مانند دریاچه‌ها، رودخانه‌هایی که از آب آن‌ها برای مصارف کشاورزی استفاده می‌شود، سواحل ماسه‌ای و یا پوشیده از گیاه)
- حجم مواد نشتی قابل‌ملاحظه اما وسعت منطقه تحت تاثیر زیاد نیست
- به طور خلاصه امکانات محلی و منطقه‌ای برای پاسخ به حادثه کافی نبوده و نیازمند هماهنگی‌های در سطح استان بوده و گاه از استان‌های مجاور نیز ممکن است درخواست کمک شود.

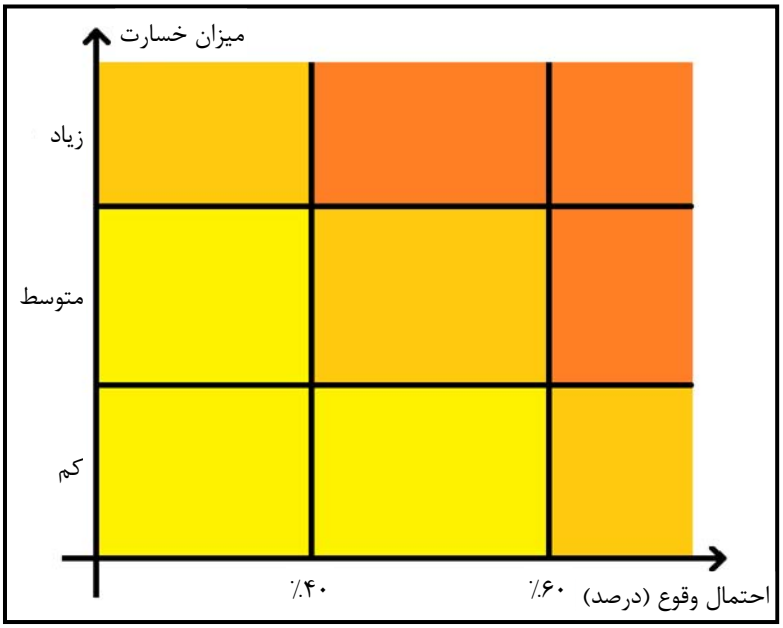
- دسته حوادث ۳- حوادث با خسارات زیاد

در چنین حوادثی یک یا چند شرط از شرایط زیر برقرار خواهد بود:

- زیست‌گاه پذیرنده مواد نشت یافته از حساسیت بالایی برخوردار بوده و تحت هر شرایط خسارتی را بـه همـراه خواهد داشت.
- زیست‌گاه قابلیت سازگاری چندانی با حادثه نداشته و انجام اقدامات پاسخ و پاک‌سازی نیز شرایط زیست‌گاه را برهم خواهند زد. (مانند تالاب‌ها، مرداب‌ها، سواحل گلی و زیست‌گاه‌های غنی و یا منابع آب شرب)
- حجم مواد نشتی قابل‌ملاحظه بوده و وسعت منطقه تحت تاثیر زیاد است.
- به طور خلاصه برای پاسخ به حادثه ممکن است نیاز به کمک در سطوح ملی باشد.

۳-۴- سطح‌بندی ریسک وقوع حادثه و اقدامات متناسب با هر سطح

با توجه به تعریف ارائه شده از ریسک حادثه در ابتدای فصل ریسک حوادث آلودگی نفتـی ترکیبـی از احتمـال وقـوع شکست و میزان خسارات ناشی از نشت نفت در منابع آب خواهند بود. با توجه به این‌که میزان خسارت ناشی از حـوادث آلودگی نفتی محدوده گسترده‌ای از حوادث را در برمی‌گیرد، لذا کمی‌سازی آن نیازمند توافقات صاحب‌نظران بخش‌هـای آب، محیط زیست، منابع طبیعی و نفت خواهد بود، لذا در برآورد ریسک حوادث از این شاخص به صورت کیفی اسـتفاده شده و نمودار زیر در مورد آن پیشنهاد شده است.



شکل ۳-۱۰- ریسک حوادث آلودگی نفتی

در شکل (۳-۱۰) ریسک حوادث آلودگی نفتی در محل تقاطع خطوط لوله با حریم‌های منابع آب، به طور کیفی و با توجه به پارامترهای ریسک به سه دسته تقسیم‌بندی شده است که در جدول زیر خصوصیات هر دسته و اقدامات پیشنهادی آمده‌اند.

سطح ریسک	توضیحات	اقدامات پیشنهادی
سطح ۱- نقاط با ریسک کم	در این نقاط احتمال وقوع حادثه کم بوده (زیر ۴۰ درصد) و یا در اثر وقوع حادثه میزان خسارات کم و قابل‌کنترل خواهد بود.	- کاهش دوره بازگشت پایش خط لوله در مواردی که احتمال وقوع پایین است - در مواقعی که احتمال وقوع متوسط یا زیاد است پیگرانی[1] کنترل حفاظت کاتدیک در بازه‌های زمانی کوتاه و در صورت لزوم تعمیرات جزئی پیشنهاد می‌شود - در مواقعی که حساسیت منبع و میزان خسارات احتمالی بالاست احداث موانع میان خط لوله و منبع آبی و یا تقویت پوشش خطوط مدفون پیشنهاد می‌شود
سطح ۲- نقاط با ریسک متوسط (ریسک قابل‌قبول)	در این نقاط احتمال وقوع شکست بین ۴۰ تا ۶۰ درصد بوده و یا در صورت وقوع خسارات قابل‌توجه خواهند بود	- درصورتی‌که احتمال وقوع کم‌تر از ۶۰ درصد باشد انجام تعمیرات سریع خط لوله پیشنهاد می‌شود - در صورت بالا بودن احتمال وقوع شکست تعویض خط لوله پیشنهاد می‌شود
سطح ۳- نقاط با ریسک بالا (ریسک غیرقابل‌قبول)	در این نقاط احتمال وقوع حادثه بالا بوده و یا در صورت وقوع خسارات سنگینی به همراه خواهد داشت	- در چنین مواردی گزینه موکد تعویض خط لوله در محدوده حریم (در محدوده موردنیاز) خواهد بود.

۳-۵- تشکیل پایگاه داده‌ها و ثبت، نگه‌داری و طبقه‌بندی اطلاعات

تعیین لیست دقیق از اطلاعاتی که باید گردآوری شوند باعث صرفه‌جویی در زمان و هزینه و کاهش احتمال خطا خواهد شد. گردآوری اطلاعات علاوه بر این‌که در برنامه‌ی مدیریت ریسک خطوط لوله به‌عنوان اولین گام، نقش مهمی بر عهده دارد می‌تواند شامل اهداف زیر نیز باشد:

- تعیین نقاط حساس
- اطمینان از بازرسی مداوم خطوط
- تعیین و یا تغییر نرخ بیمه خطوط لوله
- تعیین حدود ریسک قابل قبول
- اولویت‌بندی محل صرف هزینه‌های نگه‌داری
- استفاده برای تهیه یک مدل تخصیص منابع
- تعیین ارزش پولی خطوط لوله
- پی‌گیری فعالیت‌های لوله‌گذاری

۱- پیگ وسیله‌ای است که پس از قرار دادن در داخل خط لوله و با اعمال فشار به نحو مناسب توسط محصول انتقالی از خط لوله یا سیال دیگر (از جمله آب یا هوا و ...) به منظور تمیزکاری (Cleaning)، اندازه‌گیری ابعادی (Dimensioning) و بازرسی (Inspection) در طول خط لوله به حرکت در می‌آید. به عمل استفاده از پیگ در داخل لوله‌ها، پیگرانی گفته می‌شود.

تهیه چنین بانک‌های اطلاعاتی در مورد برخی از خطوط لوله سبب پیدایش موارد کاربردهای متعددی فراتر از مدیریت ریسک خطوط لوله می‌گردد.

فصل ۴

تدوین برنامه مدیریت بحران حوادث آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها

۴-۱- کلیات

پس از اطلاع از وقوع حادثه، نخستین گام از چرخه مدیریت بحران، برای شناسایی نقاط آسیب‌دیده و تعیین شدت آسیب‌دیدگی‌ها انجام خواهد شد. پس از ارزیابی اثرها، خسارات و گستردگی حادثه، اقدامات واکنشی جهت کاهش عواقب صورت می‌پذیرد. گام بعد، فاز توانمندسازی و بازسازی است که باهدف تامین خدمات موردنیاز، بازسازی زیرساخت‌های آسیب دیده و بهبود شرایط زیست‌محیطی در محدوده حادثه آغاز خواهد شد. کارایی و طول مدت اجرای این نوع فعالیت‌ها به عواملی هم‌چون وسعت خرابی‌ها، میزان آمادگی، دسترسی به منابع مالی و انسانی، نحوه ارتباطات میان سازمان‌ها و مسوولان مرتبط و قوانین موجود برای سرعت‌دهی به روند مدیریت شرایط بستگی دارد.

یکی از مسایل موجود در رویکرد مدیریت بحران، بالا رفتن احتمال عدم هماهنگی میان دستگاه‌های مختلف تصمیم گیر و اجرایی است. تجارب مدیریت مبتنی بر بحران نشان می‌دهد که همواره مشکلات مهمی در مسیر اتخاذ تصمیمات، پیش روی برنامه‌ریزان وجود دارد. تصمیم‌سازان غالبا در فرآیند تصمیم‌سازی خویش با دخالت‌های دیگر عوامل هم‌چون، مقامات منطقه‌ای و مرکزی، گروه‌های مختلف امدادی و امنیتی، سازمان‌های غیردولتی و سایر سازمان‌های داخلی و خارجی مواجه می‌گردند.

برای حداقل سازی تداخل‌های احتمالی در روند مدیریت بحران، تهیه و تدوین یک سامانه فرماندهی حادثه[1] و تصویب آن در جلسه مشترکی میان کلیه ذی‌نفعان، ضروری است.

۴-۱-۱- مدیریت بحران بر مبنای هدف

عملیات مقابله باید بر مبنای هدف مدیریت شود. اهداف باید از طریق فرآیند برنامه‌ریزی و مدیریت اطلاعات حادثه به تمام افراد فعال در عملیات منتقل شوند. اولویت‌های اصلی که باید در هدف‌گذاری در چنین شرایطی، مدنظر قرار گیرند عبارتند از:

- حفظ جان انسان‌ها
- کنترل و تثبیت حادثه
- حفظ اموال و دارایی‌ها

پس از تعیین اهداف، تهیه طرح عملیات مقابله در اولویت بعد قرار دارد. مهم‌ترین مشخصات یک طرح عملیاتی عبارتند از:

- اهداف عملیات مقابله باید مشخص‌شده باشند
- اقدامات لازم نوشته شده باشند
- یک دوره زمانی مشخص (محدوده زمانی عملیات) را پوشش دهد
- شفاهی یا کتبی باشد (در مورد حوادث مواد خطرناک باید حتما کتبی باشد)

1- Incident Command System (ICS)

طرح عملیات مقابله به کمک چهار سوال اساسی تهیه می‌شود:

۶- چه کسی مسوول انجام کارهای مشخص شده است؟

۷- زمان شروع و انجام کار چه زمانی است؟

۸- چگونه با هم ارتباط برقرار کنیم؟

۹- رویه اقدامات درصورتی‌که... چیست؟

اقداماتی که در زمینه مدیریت بحران انجام می‌گیرند، باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن با حداکثر هماهنگی (بین سازمان‌های شرکت‌کننده در عملیات) انجام پذیرند. در همین راستا فرماندهی عملیات یکی از مهم‌ترین شروط موفقیت در عملیات مقابله به‌حساب خواهد آمد.

۴-۱-۲- سامانه فرماندهی حادثه در مدیریت بحران حوادث آلودگی نفتی

از آن جایی‌که پست‌های مختلف سامانه فرماندهی حادثه توسط اشخاص حقیقی و حقوقی از سازمان‌ها و ارگان‌های ذی‌ربط تصدی خواهند شد، انجام مرزبندی دقیق میان سطوح مختلف بحران به منظور حداقل‌سازی تداخل‌های سازمانی و روندهای اداری برای سرعت بخشی به روند اقدامات ضروری به نظر می‌رسد. در کشورهای مختلف موارد مختلفی مبنای مرزبندی یا سطح‌بندی حادثه، بسته به نقاط ضعف و قوت موجود در آن کشور، قرارگرفته است. به عنوان مثال در کشور ژاپن مبنای سطح‌بندی بحران میزان خسارات و یا تلفات ناشی از یک حادثه است.

۴-۱-۲-۱- تعیین سطوح بحران

در کشور ایران همکاری و هماهنگی بین سازمانی در شرایط بحرانی از معضلات اساسی محسوب شده و با ارتقای سطح سازمان‌های ذی‌ربط این هماهنگی نیازمند بوروکراسی و صرف زمان بیش‌تری است. لذا با توجه به‌سرعت موردنیاز در زمان بحران، حداقل سازی رفت و برگشت‌های بین سازمانی در اولویت قرار خواهد گرفت؛ بنابراین سطوح بحران با توجه به اختیارات و امکاناتی سازمانی در محدوده‌های سیاسی (محلی، استانی و ملی) تعیین‌شده‌اند. چراکه جهش از هریک از سطوح به سطح بالاتر نیازمند هماهنگی‌های زمان‌بر خواهد بود. با این مقدمه سطوح بحران در حوادث آلودگی نفتی عبارتند از:

- **سطح محلی:** در این سطح امکانات و پرسنل شرکت‌های آب منطقه‌ای (در حوادث واقع در رودخانه‌ها و دریاچه سدهای کوچک) برای پاسخ‌دهی به حادثه کفایت خواهد داشت. با این وجود شرکت‌های تابعه وزارت نفت به عنوان متولی بهره‌برداری و نگه‌داری خطوط انتقال نفت یا جابه‌جایی آن در سطح محلی لازم است از نظر پاسخ‌گویی و ارائه کمک‌های لازم در کنار شرکت‌های آب منطقه‌ای قرار داشته باشند. هم‌چنین به‌منظور کنترل و تسکین اثرهای آلودگی در این مرحله ممکن است از ارگان‌هایی از قبیل آبفا، آبفار، آتش‌نشانی، شهرداری و... با هماهنگی فرمانداری، درخواست کمک و تجهیزات گردد. مواردی که می‌توانند در این سطح از بحران دسته‌بندی شوند عبارتند از:

- حجم مواد نشتی کم باشد (کم بودن مواد نشتی پارامتر اساسی خواهد بود)
- منبع آب پذیرنده بده کمی داشته یا برای مصارف خاصی در نظر گرفته نشده باشد
- منبع آب مورد نظر از حساسیت زیست‌محیطی خاصی برخوردار نباشد
- عملیات پاک‌سازی نیازمند نیروی انسانی حرفه‌ای و تجهیزات خاص نباشد

نشت مقادیر کمی از مواد نفتی در مسیل‌ها، آبراهه‌ها و رودخانه‌های کوچک و حتی سدهای تنظیمی کوچک و محلی (باهدف تامین آب کشاورزی برای سطح محدود) در این رده قرار خواهند گرفت.

- **سطح استانی:** در این سطح به منظور کنترل و کاهش اثرهای حادثه ستاد مدیریت بحران استانداری فعال شده و به کلیه ارگان‌های ذی‌ربط دستورات لازم صادر خواهد شد. در این سطح از سایر استان‌هایی که امکان اثرپذیری آن‌ها از حادثه وجود دارد درخواست کمک شده و یا هشدارهای لازم داده خواهد شد.

  مواردی که می‌توانند در این سطح از بحران دسته‌بندی شوند عبارتند از:

  - حجم مواد قابل‌توجه بوده و یا در محدوده وسیعی از منبع آبی پراکنده شده باشد،
  - منبع آبی از اهمیت بالایی برخوردار باشد (کاربری شرب یا کشاورزی با سطح زیر کشت بالا)
  - محیط زیست مرتبط با منبع آبی از حساسیت بالایی برخوردار باشد
  - عملیات پاک‌سازی و تجهیزات مربوطه فراتر از حد توان فرمانداری ارگان‌های محلی بوده و نیازمند دستورات از رده‌های بالاتر برای انجام هماهنگی‌ها و تامین تجهیزات است.

لازم به ذکر است که اغلب حوادث واقع شده در کشور از قبیل نشت در رودخانه‌های با بده متوسط و زیاد، منابع آب شرب، مخازن تامین‌کننده آب شرب و یا شبکه‌های وسیع آبیاری با حجم زیاد در این رده قرار می‌گیرند.

در جلسات تعیین ساختار فرماندهی حادثه در این سطح تعیین استان‌های معین پیشنهاد می‌شود.

- **سطح ملی:** در این سطح شدت و وسعت اثرات تا اندازه‌ای است که کنترل حادثه و تسکین اثرات آن به فرماندهی حادثه از سوی بالاترین مقام ذی‌ربط یا ستاد مدیریت بحران وزارت کشور است. این سطح می‌تواند شامل حوادث نشت گسترده در مناطق حفاظت شده، یا منابع آب شرب کلان شهرها و یا حوادثی که چند استان را تحت تاثیر قرار خواهند داد، باشد. در این سطح ازآن‌جایی که نیاز به تجهیزات خاص یا انجام هماهنگی در سطوح گسترده است، انجام هماهنگی‌ها ممکن است از حیطه اختیارات استانداری یک استان خارج باشد. مواردی که می‌توانند در این سطح از بحران دسته‌بندی شوند عبارتند از:

- حوادثی که چندین استان را تحت تاثیر قرار خواهند داد (عبور یک رودخانه از چند استان که در صورت بالا بودن حجم مواد نشت یافته، آلودگی به استان‌های مسیر خواهد رسید)
- آلودگی در نقاط حساس زیست‌محیطی از قبیل تالاب‌ها و سواحل یا رودخانه‌های منتهی به آن‌ها
- آلودگی در منابع تامین آب مراکز جمعیتی از قبیل کلان‌شهرها که در صورت وقوع مشکلات جدی به همراه خواهد داشت.

۴-۱-۲-۲- ساختار سامانه مدیریت حوادث آلودگی نفتی

ساختار ICS در مورد هریک از سطوح بحران متناسب با آن سطح تنظیم خواهد شد؛ اما تعیین ساختار دقیق و به‌کارگیری افراد در پست‌های از پیش تعیین‌شده، نیازمند تشکیل جلسات با حضور ذی‌ربطان و ثبت صورت‌جلسات مصوب است. بر مبنای این صورت‌جلسات پست‌های تعیین‌شده برای هر یک از اشخاص حقیقی و حقوقی به آن‌ها ابلاغ خواهد شد.

از آن‌جا که تا به امروز فراوانی حوادث در سطح ۲ بیش از سایر سطوح بوده است، در این دستورالعمل نمونه‌ای از ساختار پیشنهادی برای سامانه مدیریت حادثه، به‌عنوان پیش‌فرض می‌تواند به صورت زیر باشد. در این ساختار تنها ارگان پیشنهادی برای پست‌های اصلی تعیین‌شده و تدقیق آن باید در سطوح استانی و با مشارکت ذی‌ربطان در جلسات ستاد مدیریت بحران استانداری، صورت گیرد.

فرمانده حادثه
استاندار
مسوول بخش برنامه‌ریزی
شرکت آب منطقه‌ای بخش برنامه‌ریزی بایستی تیمی متشکل از کارشناسان خبره و باتجربه از بخش‌های نفت، آب و محیط زیست بوده و نماینده‌ای از ستاد مدیریت بحران حوادث استانداری نیز در این گروه قرار گیرد؛ اما با توجه به اولویت حفاظت از منبع آب آلوده‌شده مسوولیت این بخش با نماینده شرکت آب منطقه‌ای استان خواهد بود.
فرمانده عملیات
بخش عملیاتی متشکل از ارگان‌های آب منطقه‌ای، آبفا، آبفار، جهاد کشاورزی، سازمان محیط زیست، اورژانس، هلال‌احمر، نیروی انتظامی، آتش‌نشانی، شهرداری، استانداری، فرمانداری، وزارت نفت و وزارت راه و شهرسازی است که با توجه به تعدد ذی‌ربطان مسوولیت این بخش به بالاترین مقام مسوول یعنی استانداری داده خواهد شد. باید توجه داشت که با توجه به تفاوت شرایط در هر استان این گزینه کاملا انعطاف‌پذیر بوده و فرماندهی عملیات در درجه اول به خصوصیات فردی فرمانده وابسته خواهد بود.
مسوول بخش اداری و مالی
ستاد حوادث استانداری- با توجه به درد دست داشتن ابزارهای حاکمیتی از قبیل بودجه‌های مصوب منابع مالی
مسوول بخش پشتیبانی
وزارت نفت
مستندسازی حادثه
هر ارگان به‌تناسب نیاز خود

۴-۱-۳- انتخاب روش مقابله با آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها

مقابله با آلودگی نفتی ایجادشده در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها نیازمند آمادگی و پاسخ سازمانی (و در حوادث بزرگ چندسازمانی) به حادثه است. با توجه به میزان نفت نشت شده و نیز حساسیت منطقه و نواحی پایین‌دست محل نشت اهمیت مقابله سریع و جمع‌آوری نفت و جلوگیری از گسترش آن بسیار زیاد است. در این شرایط گروه‌های عملیاتی که در محل حادثه حاضر می‌شوند باید بر اساس تجربیات و نیز شرایط منطقه در مورد روش خود برای مقابله با حادثه واکنش نشان دهند. برای انتخاب روش مقابله با آلودگی نفتی مطابق جدول (۴-۱) مراحل زیر باید طی شود.

- **جمع‌آوری اطلاعات حادثه:** این گام از زمانی‌که خبر به روز حادثه به سازمان متولی اعلام می‌شود آغاز می‌شود. در این شرایط با استفاده از اطلاعات چک لیست جمع‌آوری اطلاعات که توسط افراد حاضر در محل تکمیل می‌شود (گروه ارزیابی)، اطلاعات کامل حادثه جمع‌آوری خواهد شد.
- **تعیین مسیر حرکت لکه نفتی:** در این گام تعیین می‌شود که مسیر حرکت لکه نفتی چگونه است؟ چه مناطق حساسی در مسیر حرکت آن وجود دارد و موارد مشابه آن.
- **تعیین تاکتیک‌های امکان‌پذیر مقابله:** با توجه به شرایط و ویژگی‌های حادثه و منطقه، روش‌های امکان‌پذیر مقابله با آلودگی نفتی را تعیین نمایید. در جدولی که در ادامه این بخش آمده است معیارهایی که باید موردنظر قرار بگیرد، ارائه شده است. با توجه به این موارد و نیز تجهیزات در اختیار روش‌های انجام عملیات مقابله باید تعیین شود.
- **تحلیل ریسک و فایده:** ریسک‌های این روش‌های مقابله برای افراد و محیط زیست دارد نیز باید بررسی شوند. برخی از روش‌ها برای محیط زیست آسیب کم‌تری به همراه دارند و برخی دیگر نیز آسیب بیش‌تری دارند. در این شرایط باید روش‌های جایگزین با ریسک کم‌تر را انتخاب نمود.
- **انتخاب روش نهایی:** در این گام باید روشی را که بیش‌ترین فایده زیست‌محیطی و ایمنی را برای افراد دارد از میان روش‌های موجود انتخاب نمود.
- **اجرای روش:** برای اجرای روش باید محل قرارگیری افراد و تجهیزات را تعیین نمود این کار باید در قالب یک ساختار تمرین شده فرماندهی انجام شود. تجهیزات موجود را باید در زمان مناسب به بهترین مکان‌های در دسترس منتقل نموده و عملیات مقابله باید با لحاظ ایمنی افراد انجام شود.
- **نظارت و اصلاح روش‌ها در صورت نیاز:** با توجه به ویژگی‌های هر حادثه باید بر مراحل انجام فعالیت‌ها نظارت وجود داشته باشد و در صورت نیاز با توجه به مشکلاتی که در حین عملیات به‌وجود می‌آید روش‌ها اصلاح شوند.

عملیاتی نمودن گام‌های فوق باید با شناخت دقیق تجهیزات، در اختیار داشتن تجهیزات مناسب، افراد عملیاتی آموزش‌دیده انجام شود. گام‌هایی که برای عملیاتی نمودن مراحل بالا باید طی شود به ترتیب جدول (۴-۱) خواهند بود.

جدول ۴-۱- گام‌های انتخاب روش مقابله با آلودگی نفتی

گام	فعالیت
اول	محل وقوع حادثه را تعیین نمایید.
دوم	وضعیت حادثه و منطقه و ملاحظات آن را بررسی و چک‌لیست را تکمیل نمایید.
سوم	تمام ابزارها و تکنولوژی‌های در دسترس را مرور و محدودیت به‌کارگیری آن‌ها را تعیین نمایید.
چهارم	تعداد گروه‌ها و نیروهای موردنیاز را تعیین نماید.
پنجم	بر اساس ارزیابی انجام‌شده مناطق در معرض آلودگی را تعیین و سازمان‌های مرتبط با آگاه سازید.
ششم	بر اساس پیش برنامه‌ریزی انجام شده و یا مانورها و آموزش‌های قبلی عملیات مقابله را آغاز نمایید.
هفتم	شرایط و ملاحظات حادثه را در زمان انجام عملیات مقابله ثبت و ضبط نمایید.
هشتم	در صورت تغییر شرایط و با لحاظ ایمنی افراد روش خود را مورد ارزیابی یا تغییر قرار دهید.
نهم	خلاصه‌ی تصمیم‌های اتخاذشده را در فرم‌ها وارد نمایید.
دهم	پس از عملیات تمام زباله‌ها و آلودگی‌ها را از منطقه خارج نمایید.

در بخش‌های بعدی از این فصل مراحل مختلف مدیریت بحران حوادث آلودگی نفتی در مراکز آبی به ترتیب زیر آمده است.

۱- ارزیابی حادثه و تعیین سطح بحران
۲- انتخاب روش مناسب برای پاک‌سازی (پیش‌ازاین بخش روش‌های مختلف پاسخ و اثرهای زیست‌محیطی هر روش در زیستگاه‌های آبی مختلف در یک بخش جداگانه بررسی‌شده است)
۳- ابزارهای پاک‌سازی و نحوه به‌کارگیری آن‌ها

۴-۲- ارزیابی حادثه

۴-۲-۱- تعیین سطح حادثه

پس از اعلام وقوع حادثه، تیم ارزیابی حادثه به همراه تیم تعمیرات خط لوله به محل حادثه اعزام شده و ارزیابی و قضاوت خود را در مورد سطح حادثه به اطلاع گروه فرماندهی حادثه خواهند رساند. این ارزیابی با توجه به حجم مواد نشتی، نوع ماده به لحاظ سمیت یا قابلیت اشتعال، وسعت آلودگی و درنهایت حساسیت زیست‌گاه یا محیط پذیرنده آلودگی انجام خواهد شد. ترکیبی از این پارامترها به همراه قضاوت گروه ارزیابی، حادثه را در یکی از سه سطح منطقه‌ای، استانی یا ملی قرار خواهد داد.

۴-۲-۱-۱- تقسیم‌بندی نوع ماده نفتی

در حوادث آلودگی نفتی ناشی از نشت مواد نفتی از خطوط لوله، نوع ماده نشت یافته و خواص آن در توسعه روش مقابله و پاک‌سازی از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود. خواصی از نفت خام و فرآورده‌های آن که در ارتباط با آلودگی‌های منابع آب اهمیت دارند عبارتند از:

- **دمای اشتعال:** مواد نفتی فراری که پس از نشت از خط لوله به سرعت تبخیر می‌شوند، ریسک وقوع آتش‌سوزی را افزایش می‌دهند. در چنین مواردی بهترین گزینه، فراهم ساختن امکان تبخیر برای فرآورده است، چراکه پاک‌سازی این مواد از طریق تبخیر ایمن‌ترین و به‌صرفه‌ترین روش بوده و حداقل خسارات جانبی را به همراه خواهد داشت.
- **وزن مخصوص:** مواد نفتی با وزن مخصوص بیش از ۱ (وزن مخصوص آب) در آب ته‌نشین خواهند شد. هم‌چنین مواد نفتی با وزن مخصوص ۰/۹۵ و بیش‌تر نیز در صورت اختلاط جریان احتمال ته‌نشینی خواهند داشت.
- **ویسکوزیته:** ویسکوزیته دو مساله مهم در نشت نفت را کنترل می‌کند. نخست نرخ پخش شدن ماده نفتی در سطح آب و دوم عمق احتمالی نفوذ ماده نفتی به لایه‌های مختلف در سواحل. پاک‌سازی مواد نفتی با ویسکوزیته بالا آسان‌تر و سریع‌تر خواهد بود.
- **قابلیت تشکیل امولسیون (مخلوط مایع در مایع):** در شرایط خاص لکه‌های نفتی مخلوطی از آب در نفت را تشکیل می‌دهند که گاه می‌تواند تا ۸۰ درصد شامل آب بوده و ویسکوزیته بالاتری نسبت به مواد نفتی خالص

نشت یافته خواهد داشت. عددی معین برای نشان دادن میزان تمایل یک ماده نفتی به تشکیل امولسیون وجود ندارد. به‌عنوان مثال بنزین تمایلی برای تشکیل این مخلوط ندارد درحالی‌که گازوئیل به‌سرعت این مخلوط را تشکیل می‌دهد. بسیاری از ترکیبات نفتی تمایل به تشکیل چنین مخلوطی دارند. تشکیل این مخلوط مشخصات ماده نفتی را تغییر می‌دهد به‌نحوی‌که ویسکوزیته ماده افزایش یافته و پمپاژ کردن آن دشوار خواهد شد. هم‌چنین تشکیل امولسیون سبب افزایش حجم مواد نشت یافته بین ۴ تا ۵ برابر مقدار اولیه خواهد شد.

- **چسبندگی:** سادگی پاک‌سازی فیزیکی ماده نفتی چسبیده به سطوح به کمک آب‌پاشی و یا مکش آن، فاکتور مهمی در تعیین روش پاک‌سازی است. درواقع تعیین روش پاک‌سازی سواحل تا حد زیادی به میزان چسبندگی ماده نفتی به لایه‌های مختلف بستگی دارد.

بر اساس خواص ذکرشده دسته‌بندی مواد نفتی به صورت زیر خواهد بود:

جدول ۴-۲- تقسیم‌بندی مواد نفتی بر اساس خواص آن‌ها

خواص	محصولات بنزینی	مواد گازوییلی و نفت خام سبک	نفت خام رده متوسط و محصولات میانه	نفت خام سنگین
فراریّت	بسیار فرار و قابل اشتعال	فراریت متوسط	فراریت متوسط	فراریت کم
دمای اشتعال	نزدیک ۴۰^0C	بین ۴۰^0C تا ۶۵^0C	بیش از ۵۰^0C	بیش از ۶۵^0C
تبخیر	سرعت تبخیر بالا	مواد پالایش‌شده می‌توانند بدون باقی گذاشتن اثری تبخیر شوند نفت خام سبک بعد از تبخیر مقادیری مواد باقی‌مانده خواهد داشت	تا یک‌سوم از حجم آن‌ها در ۲۴ ساعت اول تبخیر خواهد شد	در اثر تبخیر مقدار کمی از آن از بین خواهد رفت
ویسکوزیته	پایین (سرعت پخش بالا و تشکیل لکه‌های نازک)	کم تا متوسط (سریع و در لایه‌های نازک پخش خواهند شد)	متوسط تا زیاد	بالا تا حالت نیمه جامد (در اثر گرم شدن ویسکوزیته ممکن است کاهش یابد)
وزن مخصوص	کم‌تر از ۰/۸	۰/۸ تا ۰/۸۵	۰/۸۵ تا ۰/۹۵	۰/۹۵ تا ۱/۰۰
سمیت	سمیت بالا برای محیط‌زیست	سمیت متوسط تا زیاد برای محیط‌زیست	سمیت متفاوت به ازای محصولات مختلف	سمیت کم در مقایسه با سایر مواد نفتی
قابلیت تشکیل امولسیون	عدم تشکیل امولسیون	توانایی تشکیل امولسیون‌های پایدار	توانایی تشکیل امولسیون‌های پایدار	توانایی تشکیل امولسیون‌های پایدار
چسبندگی	بدون چسبندگی (در لایه‌های مختلف نفوذ خواهد کرد)	تمایل به نفوذ درون لایه‌ها (مواد تازه نشت یافته چسبندگی ندارند)	قابلیت نفوذ و چسبندگی متفاوت به ازای محصولات مختلف	چسبندگی بالا (عمق نفوذ کم در لایه‌ها)

باید توجه داشت که فرآیند هوازدگی به مرور خواص مواد نفتی را تغییر داده و پاک‌سازی آن‌ها را دشوارتر خواهد نمود. به همین دلیل باید به مرور و با گذشت زمان از عملیات پاک‌سازی، روش انتخاب شده در آغاز عملیات، متناسب با تغییرات ماده نفتی، تغییر یابد.

۴-۲-۱-۲- دسته‌بندی زیستگاه‌های پذیرنده آلودگی و تعیین حساسیت هر یک

از آن جا که محدوده موردبررسی شامل آب‌های داخلی از نوع دریاچه‌ها و رودخانه‌هاست، لذا محیط‌ها و زیست‌گاه‌های اطراف آن‌ها نیز در تعیین حساسیت منبع آب پذیرنده آلودگی تاثیرگذار خواهند بود. بر همین اساس ۱۲ محیط یا زیست‌گاه در دسته‌بندی حاضر، مشخص‌شده و میزان حساسیت هریک در برابر هر یک از انواع مواد نفتی مشخص‌شده و روش

پیشنهادی برای پاک‌سازی آلودگی مشخص شده است. این ۱۲ زیست‌گاه عبارتند از: آب‌های آزاد، رودخانه‌های بزرگ، دریاچه‌ها و مخازن کوچک، رودخانه‌های کوچک و نهرها، سواحل سنگی، سازه‌های مصنوعی (مخازن و تاسیسات مصنوعی)، سواحل ماسه‌ای، سواحل شن و ماسه‌ای، سواحل شنی، سواحل پوشیده از گیاه، سواحل گلی، تالاب‌ها

۴-۲-۲- تهیه چک‌لیست مشخصات حادثه

جدول (۴-۳) چک‌لیست مشخصات حادثه را نمایش می‌دهد. پر کردن این چک لیست به گروه فرماندهی حادثه در تعیین سطح بحران کمک خواهد نمود.

جدول ۴-۳- چک‌لیست ویژگی‌های حادثه و منبع آبی آلوده شده

ردیف	فاز مقابله	بلی	خیر
۱	فوری (۱ تا ۳ روز)	□	□
۲	گسترش آلودگی (آلودگی درحرکت است)	□	□
۳	زدودن نفت (آلودگی متوقف شده است)	□	□
۴	دفع (جمع‌آوری و انتقال آب و خاک آلوده)	□	□
۵	نوع نفت (ماده نفتی)		
	خیلی سبک / سبک	□	
	متوسط	□	
	سنگین	□	
	خیلی سنگین	□	
	ماده نفتی غیرشناور	□	
۶	حجم ماده نفتی نشت کرده		
	کم‌تر از ۱۰ لیتر	□	
	بین ۱۰ تا ۱۰۰ لیتر	□	
	بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ لیتر	□	
	بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لیتر	□	
	بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ لیتر	□	
	بیش‌تر از ۱۰۰۰۰۰ لیتر	□	
۷	وضعیت آب‌وهوا		
	خیلی گرم (هوا>°۳۳؛ آب> °۲۷)	□	
	گرم (هوا>°۲۴-°۳۲؛ آب> °۱۸-°۲۶)	□	
	خنک (هوا>°۵-°۲۳؛ آب> °۱۳-°۱۸)	□	
	سرد (هوا<°۵؛ آب< °۱۳)	□	
	باد شدید	□	
	باد متوسط	□	
	باد کم	□	
۸	نوع منبع پذیرنده آلودگی (ازنظر میزان حساسیت)		
۹	بده جریان (در صورت جاری بودن)		
۱۰	سرعت جریان (در صورت جاری بودن)		
۱۱	حجم منبع پذیرنده (در مورد مخازن)		
۱۲	کاربری منبع پذیرنده (در مورد مخازن)		
۱۳	بار آلودگی راه‌یافته به مخزن		

جدول ۴-۳- چک‌لیست ویژگی‌های حادثه و منبع آبی آلوده شده

ردیف	فاز مقابله	بلی	خیر
۱	تجهیزات و توانایی محدودی برای جابه‌جایی و ذخیره ماده نفتی وجود دارد	□	□
۲	ماده نفتی در حال اشتعال است و یا احتمال آتش گرفتن آن وجود دارد	□	□
۳	امکان استفاده از تجهیزات محدودسازی ماده نفتی و بازیابی آن وجود ندارد	□	□
۴	ماده نفتی به لایه‌های زیرین نفوذ کرده است	□	□
۵	ماده نفتی از نوع سبک است و به سختی با اسکیمرها جمع‌آوری می‌شود	□	□
۶	ماده نفتی به شکل محلول رقیقی ممکن است درآید	□	□
۷	ماده نفتی به شکل محلول رقیقی است	□	□
۸	ماده نفتی ممکن است رسوب نماید و یا در حال رسوب کردن است	□	□
۹	نشت ماده نفتی در روی زمین بوده است	□	□
۱۰	سرعت جریان آب مانع انجام عملیات بوم‌گذاری موثر می‌شود	□	□
۱۱	نیاز به محافظت از مناطق ساحلی و سطح آب و زمین‌های اطراف است.	□	□
۱۲	نیاز به مراقبت در مقابل اثر آب‌های جاری دارد	□	□
۱۳	دسترسی به محل آلودگی دشوار است	□	□
۱۴	حجم زیاد آلودگی تولید شده است	□	□
۱۵	ماده نفتی رسوب‌کرده بر روی خطوط راه‌آهن است	□	□
۱۶	مخازن آب درخطر آلودگی قرار دارند	□	□
۱۷	ماده نفتی در میان گیاهان گیرکرده است	□	□
۱۸	ماده نفتی در برف و یخ نشت کرده است	□	□
۱۹	ماده نفتی در فضاهای بسته مانند مجرای فاضلاب، کانال‌ها و... نشت کرده است	□	□
۲۰	ملاحظات		

۴-۳- معرفی روش‌های مقابله و پاک‌سازی

۴-۳-۱- کلیات

پس از ارزیابی حادثه توسط تیم و تعیین سطح بحران توسط کمیته مدیریت بحران، روش پاک‌سازی متناسب با شرایط انتخاب‌شده و درخواست تجهیزات و نیروی انسانی به سازمان‌های ذی‌ربط ارسال خواهد شد. درمجموع سه گروه از روش‌های مختلف برای مقابله و پاک‌سازی مواد نفتی در مراکز آبی وجود دارد. پاک‌سازی فیزیکی، شیمیایی و طبیعی سه شیوه‌ای هستند که بسته به شرایط مورد استفاده قرار می‌گیرند. هریک از این روش‌ها، مزایا و معایب خاص خود را دارا بوده و به مهارت و تجربه نیازمندند.

۴-۳-۲- روش‌های مقابله با آلودگی نفتی

روش‌های زیادی برای مقابله با آلودگی نفتی در آب‌های سطحی وجود دارد که ازجمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- بازیابی تدریجی نفت توسط محیط (نظارت و صبر کردن و انجام ندادن هیچ‌گونه فعالیت مقابله‌ای)
- درجا سوزاندن نفت نشت شده به محیط

- استفاده از مواد شیمیایی مختلف (سفت کننده‌ها، پراکنده‌کننده‌ها، روان کننده‌ها، و ...)
- پاک کردن فیزیکی آلودگی نفتی (توسط ابزارهای دستی و مکانیکی)
- محدود کردن فیزیکی گسترش نفت (توسط بوم‌های تجاری و روش‌های صحرایی)
- پاک کردن نوار ساحلی/ ساحل (با روش‌های دستی و شیمیایی)
- جابه‌جا کردن و تصفیه آلودگی‌ها (خاک و آب آلوده‌شده)
- ترمیم و بهسازی مناطق آلوده

این روش‌ها به منظور محافظت، بازیابی و زدودن آلودگی‌های نفتی در زمان نشت نفت به آب‌های سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهم‌ترین هدف از فرآیند محافظت، دور نگه‌داشتن نفت از منابع آبی و اکوسیستم‌های پیرامون آن و یا کاستن از میزان ورود نفت به این منابع است.

در فرآیند بازیابی، نفت شناور بر روی سطح آب جمع‌آوری می‌شود.

فرآیند زدودن شامل پاک‌سازی فیزیکی و شیمیایی نفت از مناطق ساحلی آلوده و بهبود شرایط بیولوژیکی منطقه است. در بسیاری از حوادث نشت، مراحل محافظت و بازیابی مناطق آلوده به عنوان اهداف اصلی و فوری عملیات مقابله با آلودگی نفتی هستند.

در زمان مقابله ترکیبی از تکنیک‌های محافظت، بازیابی و زدودن نفت به صورت مشترک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به منظور معرفی روش‌های مختلف، خلاصه‌ای از هر روش، دلایل و اهداف به‌کارگیری آن، نوع منبع آبی که استفاده از این روش در آن مناسب است، شرایط و پیش‌نیازهای به‌کارگیری و اثرهای زیست‌محیطی به‌کارگیری هر یک از این شیوه‌ها بررسی شده است.

در یک تقسیم کلی انواع روش‌های مقابله با نشت نفت به رودخانه‌ها و منابع آبی به سه دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند. این سه دسته کلی عبارتند از:

- شیوه‌های فیزیکی مقابله با حادثه
- شیوه‌های شیمیایی مقابله با حادثه
- شیوه‌های بیولوژیکی مقابله با حادثه

درمجموع ۲۹ شیوه مقابله با حوادث نشت نفت به رودخانه‌ها و انواع منابع آبی وجود دارد. لیست این روش‌ها در جدول (۴-۴) مشاهده می‌شود[1]. تشریح این روش‌ها در پیوست شماره ۴ آمده است.

1-Options for Minimizing Environmental Impacts of Freshwater Spill Response, API, 1994

جدول ۴-۴- انواع روش‌های مقابله با آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و منابع آبی درون سرزمینی

گروه	عنوان روش
شیوه‌های فیزیکی واکنش به حادثه Physical Response Methods	۱- بازیابی طبیعی توسط محیط زیست (Natural Recovery)
	۲- به‌کارگیری بوم‌های تجاری و صحرایی (Booming)
	۳- استفاده از پمپ‌های کف گیر (Skimming)
	۴- جداکننده‌ها و غشاها (Barrier/Berm)
	۵- جمع‌کردن فیزیکی نفت (Physical Herding)
	۶- پاک‌سازی دستی با کمک نیروی انسانی (Manual Oil Removal)
	۷- پاک‌سازی مکانیکی با کمک تجهیزات (Mechanical Oil Removal)
	۸- استفاده از جذب‌کننده‌ها (Sorbents)
	۹- جمع‌آوری سطحی نفت با کمک مکش (Vacuum)
	۱۰- جمع‌آوری نخاله‌های آغشته به نفت (Debris Removal)
	۱۱- جمع‌آوری و اصلاح رسوب‌های آلوده (Sediment Reworking)
	۱۲- جمع‌آوری گیاهان آغشته به نفت (Vegetation Removal)
	۱۳- سوزاندن درجای نفت (In-Situ Burning)
	۱۴- شستشو با آب فراوان و ایجاد سیل مصنوعی (Flooding)
	۱۵- آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد) (Low-Pressure,Cold-Water Flushing Cleaning)
	۱۶- آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد) (High-Pressure, Cold-Water Flushing)
	۱۷- آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم) (Low-Pressure, Hot-Water Flushing)
	۱۸- آب‌پاشی با فشار بالا (آب گرم) (High-Pressure, Hot-Water Flushing)
	۱۹- تمیز کردن با بخار آب (Steam Cleaning)
	۲۰- تمیز کردن با ماسه پاشی (Sand Blasting)
شیوه‌های شیمیایی واکنش به حادثه Chemical Response Methods	۲۱- استفاده از مواد جداکننده‌ها (Dispersants)
	۲۲- جداکننده‌های مخلوط (Emulsion Treating Agents)
	۲۳- استفاده مواد افزاینده ویسکوالاستیسته (Visco-Elastic Agents)
	۲۴- استفاده از مواد یکپارچه‌ساز (Herding Agents)
	۲۵- استفاده از جامد کننده‌ها (Solidifiers)
	۲۶- استفاده از مواد غیر جذاب در کناره رودخانه‌ها (Chemical Shoreline Pretreatment)
	۲۷- استفاده از مواد تمیزکننده سواحل (Shoreline Cleaning Agents)
شیوه‌های بیولوژیکی واکنش به حادثه Biological Response Methods	۲۸- غنی‌سازی به کمک ریزمغذی‌ها (Nutrient Enrichment)
	۲۹- پاک‌سازی به کمک پخش میکروب‌ها (Natural Microbial Seeding)

۴-۴- انتخاب روش مناسب

۴-۴-۱- اثر روش‌های پاسخ در غیاب ماده نفتی

انتخاب روش مناسب برای انجام عملیات پاک‌سازی از اساسی‌ترین تصمیماتی است که در گروه فرماندهی حادثه و با نظرات کارشناسان انجام خواهد شد. در این تصمیم سطح بحران یا پارامترهای تعیین‌کننده آن نقشی اساسی خواهند داشت؛ اما یکی از عوامل موثر در این تصمیم‌گیری، اثرات منفی ناشی از به‌کارگیری ابزارها و مواد مورد استفاده است که در مراحل بعد آشکار خواهند شد. غالب این اثرات زیست‌محیطی بوده و گاه تا مدت‌ها ماندگار خواهند بود.

برای این منظور حریم‌های منابع آب (رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) حسب شرایط فیزیکی و زیست‌محیطی در ۱۲ دسته، تقسیم‌بندی شده و برای ارزیابی اثرات احتمالی روش‌های مختلف پاک‌سازی در هریک، معیارها و ضوابطی تعیین‌شده است. در این دستورالعمل ابتدا به بررسی این اثرات به کمک معیارها پرداخته و سپس برای هریک از ۱۲ دسته از زیست‌گاه‌ها، اثرات روش‌های مختلف به تفکیک بررسی‌هایی صورت گرفته است.

۴-۴-۲- ارزیابی اثرات روش‌های پاک‌سازی در حریم‌های منابع آب داخلی

معیارهای زیر به منظور ارزیابی اثر وابسته هر تکنیک در غیاب ماده نفتی استفاده می‌شوند که در درجه اول اختلالات فیزیکی ناشی از روش‌های مکانیکی و اثرات مسمومیت ناشی از روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی را شامل می‌شود. اثرات استعمال مواد و تجهیزات مختلف منحصربه‌فرد و متغیر است که جدول ۴-۵ به تفکیک روش‌های مختلف پاک‌سازی، اثرات را در زیستگاه‌ها و محیط‌های مختلف طبقه‌بندی شده است. مبنای این طبقه‌بندی به شرح زیر است:

- **کم:** تخریب فیزیکی بر روی لایه‌ها و گیاهان حداقل است. احتمال اثر مسمومیت برای مدت‌زمان کوتاه و در محدوده مکانی کوچکی وجود دارد. احتمال احیا و ترمیم زیستگاه در طی شش ماه وجود دارد.
- **متوسط:** تخریب فیزیکی بر روی لایه‌ها و گیاهان با افزایش پتانسیل فرسایش در زیست‌گاه‌های رسوبی ممکن است رخ دهد. اثر مسمومیت به‌گونه‌ای است که احیا و تشکیل زیست‌گاه ممکن است شش تا دوازده ماه طول بکشد.
- **زیاد:** تخریب فیزیکی لایه‌ها و گیاهان مورد انتظار است. تکنیک‌های پاک‌سازی ممکن است پتانسیل ایجاد فرسایش بالایی داشته باشند. تاثیرات منفی و مسمویت اکوسیستم احتمالا قابل‌ملاحظه بوده و احیا و ترمیم زیست‌گاه ممکن است بیش از دوازده ماه طول بکشد.
- (-): آن دسته از تکنیک‌هایی که برای یک زیستگاه به وضوح غیر موثر یا غیرقابل اجرا هستند با این علامت نشان داده می‌شود.
- ه: برای مواردی که اطلاعات ناقص برای ارزیابی و تحلیل در غیاب ماده نفتی وجود دارد، استفاده می‌گردد.

جدول ۴-۵- اثر مرتبط روش‌های پاسخ در غیاب ماده نفتی

	محیط آبی				زیستگاه ساحلی						
روش پاسخ	آب‌های آزاد	دریاچه‌ها و مخازن کوچک	رودخانه‌های بزرگ	رودخانه‌های کوچک/نهرها	سواحل سنگی	سازه‌های مصنوعی	سواحل ماسه‌ای	سواحل پوشیده از گیاه	سواحل شن و ماسه‌ای	سواحل شنی	سواحل گلی	تالاب‌ها
روش‌های پاسخ فیزیکی												
بازیافت طبیعی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بوم‌گذاری	ک	ک	ک	ک	-	-	-	-	-	-	-	-
سرباره‌گیری	ک	ک	ک	ک	-	-	-	-	-	-	-	-
سدها/ خاک‌ریزها	-	-	-	ز	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع‌آوری فیزیکی	ک	ک	ک	ک	-	-	-	-	-	-	-	-

ادامه جدول ۴-۵- اثر مرتبط روش‌های پاسخ در غیاب ماده نفتی

	محیط آبی				زیستگاه ساحلی							
روش پاسخ	آب‌های آزاد	دریاچه‌ها و مخازن کوچک	رودخانه‌های بزرگ	رودخانه‌های کوچک/نهرها	سواحل سنگی	سازه‌های مصنوعی	سواحل ماسه‌ای	سواحل پوشیده از گیاه	سواحل شن و ماسه‌ای	سواحل شنی	سواحل گلی	تالاب‌ها
روش‌های پاسخ فیزیکی												
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	ک	ز	ک	م	ک	ک	ک	ز	م	م	ز	ز
حذف مکانیکی	ک	ز	ز	ز	-	م	م	ز	م	م	ز	ز
جاذب‌ها	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	م	م
مکش	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	م	ک	ک	ز	م
خارج کردن نخاله‌ها	-	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	م	م
اصلاح رسوبات	-	ز	-	ز	-	-	م	ز	م	م	ز	ز
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	ک	ز	م	ز	-	-	-	ز	-	-	-	ز
سوزاندن در محل	ک	م	ک	م	ک	ک	م	م	م	م	ز	م
شسته شدن با آب	-	-	-	-	ک	ک	ک	ک	م	ک	ک	ک
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	-	-	-	-	ک	ک	م	ک	ک	م	ز	ک
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	-	-	-	-	ک	ک	ز	ز	ز	ز	ز	ز
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	-	-	-	-	م	ک	ز	ز	م	م	ز	ز
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	-	-	-	-	م	ک	ز	ز	ز	ز	ز	ز
پاک‌سازی با بخار	-	-	-	-	م	ک	ز	ز	م	م	ز	ز
ماسه‌پاشی	-	-	-	-	ز	م	-	-	-	-	-	-
روش‌های پاسخ شیمیایی												
پخش‌کننده‌ها	ک	ز	ک	ز	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل امولسیون‌ساز	ک	ک	ک	م	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل ویسکوالاستیک	ک	م	ک	ک	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل جمع‌کننده	ک	م	ک	ز	-	-	-	-	-	-	-	-
جامدکننده‌ها	ک	ک	ک	ک	ک	ک	م	م	م	ک	م	م
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-	م	ک	م	ه	م	م	م	ه

ادامه جدول ۴-۵- اثر مرتبط روش‌های پاسخ در غیاب ماده نفتی

روش پاسخ	محیط آبی				زیستگاه ساحلی							
	آب‌های آزاد	دریاچه‌ها و مخازن کوچک	رودخانه‌های بزرگ	رودخانه‌های کوچک/نهرها	سواحل سنگی	سازه‌های مصنوعی	سواحل ماسه‌ای	سواحل پوشیده از گیاه	سواحل شن و ماسه‌ای	سواحل شنی	سواحل گلی	تالاب‌ها
روش‌های پاسخ بیولوژیکی												
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	ک	م	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک	ک
پخش میکروب طبیعی	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه

ک: کم؛ م: متوسط؛ ز: زیاد؛ ه: اطلاعات ناقص؛ -: برای این نوع از ماده نفتی قابل‌اجرا نیست

۴-۴-۳- طبقه‌بندی روش‌های پاسخ به ماده نفتی در حریم‌های منابع آب

این طبقه‌بندی می‌تواند به عنوان یک راهنما برای انتخاب روش پاک‌سازی بر مبنای اثرات محیطی مرتبط با آن در یک محیط یا زیست‌گاه معین، مورداستفاده قرار گیرد. سنجش هر روش با خود آن و در شرایط مختلف مساله قابل‌توجهی است که درنتیجه استاندارد و یگانه نبودن راه‌کار مورد نیاز برای پاک‌سازی است. اثربخشی مرتبط تنها داخل طبقه‌بندی گنجانده می‌شود به طوری‌که روش‌هایی با حداقل اثر می‌توانند کاربرد بیش‌تری داشته باشند و از این جهت اثر زیست‌محیطی بیش‌تری داشته و یا اضافات بیش‌تری از ماده نفتی از زیست‌گاه حذف می‌شود.

رده‌های طبقه‌بندی به شرح زیر تعریف‌شده‌اند:

- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد.
- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد.
- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی(محتمل نامطلوب) بر روی زیست‌گاه داشته باشد.
- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد.
- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است.
- (-) آن دسته از تکنیک‌هایی که به وضوح برای یک نوع ماده نفتی یا زیست‌گاه اثری ندارند (به عنوان مثال؛ عوامل جمع‌کننده بر روی مواد نفتی سنگین) و یا برای یک نوع از ماده نفتی قابل اجرا و کاربردی نیستند (به عنوان مثال؛ ماسه‌پاشی زیست‌گاه‌های گلی) با این علامت مشخص شده‌اند(اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد).

۴-۴-۳-۱- فرضیات استفاده شده

اثرات منفی و شدت اثربخشی هر یک از روش‌هایی که در این دستورالعمل مورد بررسی قرار گرفته‌اند با فرضیاتی به شرح زیر، بیان شده‌اند:

- **اجرای کامل روش‌ها:** فرض بر این است که هر روش به صورت کامل و توسط نیروی انسانی مجرب و کارآزموده اجرا شود. به این معنی که برنامه زمان‌بندی و مکان‌یابی برای نصب و فعال‌سازی تجهیزات درست انتخاب شده باشند.
- **ارزیابی اثرات براساس کاربرد منفرد هر روش است:** ارزیابی‌های صورت گرفته در مورداستفاده از هر روش به تنهایی و بدون ترکیب با سایر روش‌هاست. بدیهی است که شرایط حادثه در اکثر اوقات ایجاب می‌کند که از روش‌های مختلفی به صورت هم‌زمان و ترکیبی استفاده نمود. در چنین شرایطی ارزیابی هر روش به صورت منفرد، دشوار خواهد بود.
- **اثربخشی مرتبط روش‌ها:** اثربخشی نسبی هر روش، از ملاحظات اساسی در انتخاب روش پاک‌سازی است. در این دستورالعمل این اثرگذاری تنها از دیدگاه زیست‌محیطی و در سه دسته موردبررسی قرارگرفته است.
  - دسته اول روش‌هایی که در یک زیست‌گاه خاص کاملا بی‌تاثیر بوده و یا بلااستفاده هستند. این روش‌ها در لیست روش‌های قابل کاربرد برای زیست‌گاه مربوط آورده نشده‌اند
  - دسته دوم به روش‌های بلااستفاده و بی‌تاثیر برای یک ماده نفتی تعلق داشته و در جداول روش‌های پاک‌سازی هر زیست‌گاه با خط تیره (-) نمایش داده می‌شوند.
  - دسته سوم روش‌های قابل‌استفاده‌ای هستند، که پس از اتمام عملیات پاک‌سازی، مقادیر قابل‌توجهی از مواد نفتی را برجای خواهند گذاشت.
- **رعایت محدودیت‌های موجود برای استفاده از یک روش خاص پاسخ**: محدودیت‌هایی از قبیل ایمنی، شرایط جوی، حجم مواد نشتی و... محدوده وسیعی از سناریوهای محتمل را تشکیل می‌دهند؛ که در هر سناریو انتخاب گروهی از ابزارها و روش‌ها انتخاب خواهند شد.

۴-۴-۳-۲- دسته‌بندی حریم‌های منابع آب و اثرات استفاده از روش‌های پاک‌سازی در هر یک

۴-۴-۳-۲-۱- آب‌های آزاد

الف- توصیف زیست‌گاه

محیط‌های اطراف آب‌های آزاد (مثل دریای عمان و خلیج‌فارس) در بدنه آب‌های فراوان هم‌چون دریاچه‌های بزرگ وجود دارند. بدنه آب‌های فراوان شرایط موج و جریان اقیانوسی را دارا هستند. هرچند جریان‌های دریاچه‌ای به طورکلی ضعیف است (کم‌تر از ۰/۵ متر بر ثانیه).

ب- میزان حساسیت

آب‌های آزاد نسبت به اثر نشتی مواد نفتی حداقل و متوسط حساسیت را دارند زیرا نرخ‌های انتقال و جابه‌جایی فیزیکی در آن‌ها بالاست. در چنین محیط‌هایی غلظت مواد نفتی در ستون آب به سرعت قادر به کاهش بوده و اغلب ارگانیسم‌ها به اندازه کافی سیال هستند تا از ناحیه تاثیر گرفته توسط نشتی خارج گردند.

نواحی محصورشده و محافظت شده در دریاچه‌های بزرگ، آب‌های ساحلی و یا جنب ساحلی به دلیل نرخ رقیق‌سازی کندتر حساسیت بیش‌تری دارند. در صورت نشت مواد نفتی استفاده از نواحی و مناطقمتاثر شده، بایستی برای یک دوره زمانی، برای کشتیرانی و دریانوردی، حمل و نقل، آب‌گیری و فعالیت‌های تفریحی و توریستی محدود گردد.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر زیستگاه

- بوم‌گذاری
  - بهترین کارایی در شرایط کم موج و جریانات آرام
  - نگه‌داری مواد بنزینی نشت یافته به کمک بوم‌ها، ازنظر ایمنی می‌تواند مشکل‌ساز گردد، اما از بوم‌ها می‌توان برای منحرف کردن و دور کردن این مواد از منابع حساس نیز استفاده نمود.
- سرباره گیری/ مکش
  - کارایی این روش با سرعت گرفتن جریان محدود می‌شود،
  - برای نشت بنزین به دلیل ملاحظات ایمنی قابل‌اجرا نیست.
- سوزاندن در محل
  - این روش بیش‌تر مناسب نواحی دور از ساحل است.
  - در مورد مواد نفتی سنگین و نامحلول اشتعال و ادامه سوختن دشوار خواهد بود.
  - مسایل ایمنی برای کارگرها، کشتی‌ها و هواپیما باید مورد توجه قرار گیرند.
  - برای نشتی‌های بنزینی به علت مسایل ایمنی قابل اعمال نیست.
- بازیافت طبیعی
  - از اجرای این روش کم‌ترین اثرگذاری بر مواد نفتی متوسط و سنگین انتظار می‌رود چراکه ماندگار بوده و مدت‌ها بر روی خطوط ساحلی قابل‌مشاهده خواهند بود.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب برای زیستگاه

- جمع‌آوری فیزیکی
  - ممکن است نیاز باشد تا مواد نفتی به سمت تجهیزات بازیافت تحت شرایط آرام منتقل شوند.

- به منظور اختلاط مواد در ستون آب، به مواد بنزینی شناور در سطح، آب اسپری می‌شود.

– مواد جذب‌کننده

- یک تکنیک، به جز برای نشتی‌های خیلی کم، به طور مستقل قابل استفاده نیست.
- از تبخیر نشتی‌های مواد بنزینی جلوگیری می‌کند.

– حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی

- درصورتی‌که مواد نفتی در گیاهان سطح آب به دام افتاده باشند، راه‌حل موثری خواهد بود.

– عوامل امولسیون‌ساز

- برای مواد نفتی هم‌چون مواد بنزینی که امولسیون ایجاد نمی‌کنند قابل اجرا نیست.

– عوامل ویسکوالاستیک/ جامد کننده‌ها

- برای نشت مواد بنزینی به دلیل مسایل ایمنی در طی استعمال و ممانعت تبخیر مناسب نیست.
- امکان بازیافت مواد نفتی جمع‌آوری‌شده باید در نظر گرفته شود.
- این مواد اغلب برای مواد نفتی سنگین خیلی موثر و کارآمد نیست، زیرا به علت غلظت بالا فرصت مخلوط شدن در داخل مواد نفتی را پیدا نمی‌کنند.

– پخش‌کننده‌ها

- مانع تبخیر مواد بنزینی نشتی می‌شوند.
- استفاده از آن برای مقایسه اثر مواد نفتی پخش‌شده در مقابل اثر مواد نفتی پخش نشده مورد نیاز است.
- بر روی مواد نفتی سنگین یا هوازده اثری ندارد.

– عوامل جمع‌کننده

- اغلب تحت شرایط آرام موثر است.
- برای مواد نفتی سنگین قابل‌اجرا نیست زیرا ماده نفتی باید سیال باشد.
- مانع تبخیر نشتی‌های بنزینی می‌گردد.

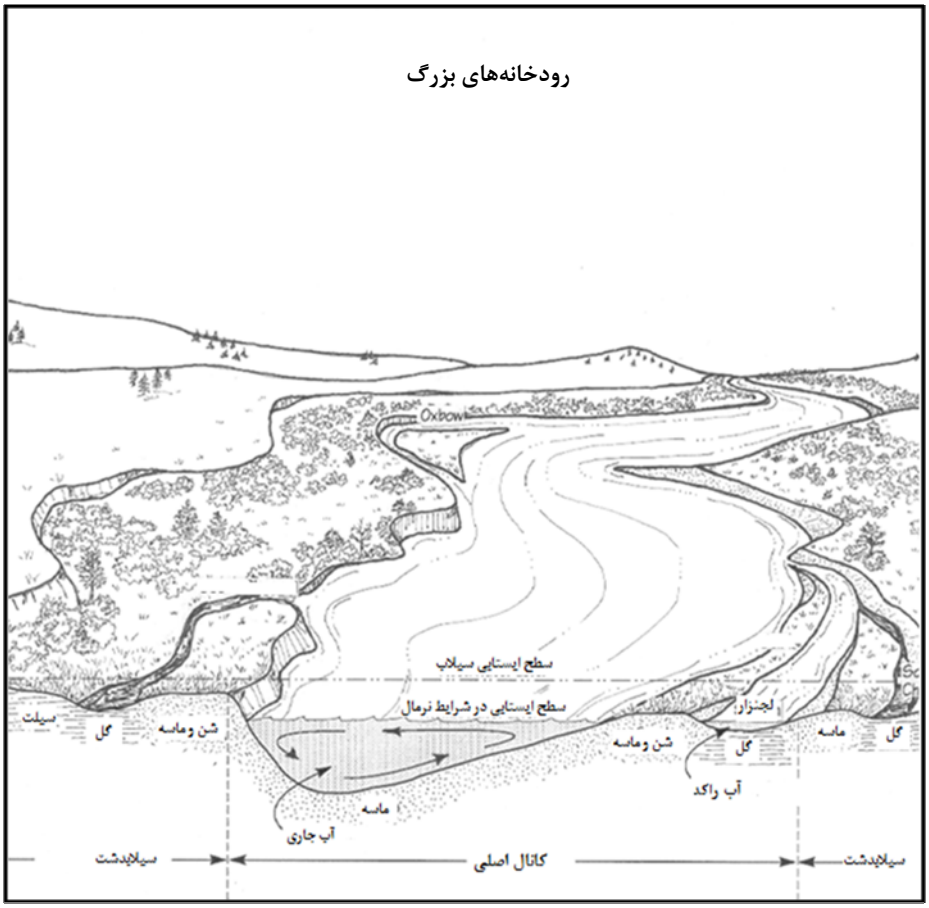
– حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی و حذف مکانیکی مواد نفتی

- تنها زمانی کارآمد هستند که مواد نفتی سنگین به صورت توده‌های بزرگ منعقد شده باشند.
- انتقال کامل ماده نفتی سنگین به ندرت امکان‌پذیر است.

– غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها) و پخش میکروب طبیعی

- برای مواد بنزینی و مواد گازوییلی و نفت خام سبک به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل‌اجرا نیست.
- اطلاعات در زمینه اثربخشی و اثرات جانبی استفاده از این روش برای انواع دیگر مواد نفتی و کاربرد این روش در آب‌های آزاد، در آب‌های آزاد و شیرین، بسیار محدود است.

۴-۴-۳-۲-۲- رودخانه‌های بزرگ



الف- توصیف زیست‌گاه

رودخانه‌های بزرگ شوری‌های متغیر، کانال‌های پر پیچ و خم و نرخ‌های جریان بالا (جریانات معمولا بیشتر از ۰/۵ متر بر ثانیه) دارند. این رودخانه‌ها لزوما قابلیت کشتیرانی برای کشتی‌های بزرگ را ندارند. محیط اطراف این رودخانه‌ها می‌تواند شامل سدها، برکه‌ها و دیگر سازه‌های مصنوعی باشد و سیلاب‌ها از مشخصه‌های اصلی رودخانه‌های بزرگ هستند.

ب- میزان حساسیت

رودخانه‌های بزرگ میزان حساسیت متوسطی نسبت به اثرات نشت مواد نفتی دارند زیرا آن‌ها از نرخ‌های جابجایی طبیعی بالایی برخوردارند. هم‌چنین فواید بیولوژیکی و انسانی وسیعی دارند. منابع بیولوژیکی مرتبط شامل تجمع مرغان آبزی مهاجر و پرستوها، ماهی‌ها و جانداران کف‌زی هستند که با نشت مواد نفتی با خطر مواجه می‌شوند. تحت شرایط سیل، سیلاب‌های رودخانه نواحی با حساسیت خیلی بالا را شامل می‌شوند که زیست‌گاه‌های پر اهمیتی برای گونه‌های با ارزش بسیاری هستند. استفاده از این رودخانه‌ها برای مقاصد تفریحی یا حمل و نقل نیز امکان‌پذیر است. در این محیط

آب‌گیرهای آب شرب، صنعت و خنک‌سازی به طور کامل در معرض خطر نشت مواد نفتی قرار دارند. هنگامی که لکه‌های نفت بر روی آب مشاهده می‌شوند، جریان‌های مختلط این لکه‌ها را در ستون آب محو می‌کنند. جریان‌های سریع، گرداب‌ها، بند آب‌های میانی رودخانه، یخ‌بندان و سیلاب‌ها، ممکن است اقدامات پاسخ به نشت مواد نفتی را در رودخانه‌های بزرگ، دچار مشکل نمایند.

از آن جایی که مواد نفتی امولسیون شده چگالی نزدیک به چگالی آب دارند، می‌توانند به سهولت در زیر سطح معلق و شناور گشته و در ستون آب باقی بمانند. هم‌چنین مواد نفتی قادرند در داخل ذرات رسوبی، جذب سطحی شوند. سپس در مرداب‌های ساکن ته نشین شوند، به طوری‌که پتانسیل آلوده نمودن این نوع از زیست‌گاه‌ها را دارا هستند.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب زیست‌گاه

- بوم‌گذاری
  - اصولا برای منحرف کردن لکه‌های مواد نفتی بر روی آب به طرف نواحی کم جریان استفاده می‌شود.
  - نگه‌داری مواد بنزینی نشت یافته به کمک بوم‌ها، از نظر ایمنی می‌تواند مشکل‌ساز گردد، اما از بوم‌ها می‌توان برای منحرف کردن و دور کردن این مواد از منابع حساس استفاده نمود.
- سرباره گیری/ مکش
  - برای نشتی‌های بنزینی به دلیل ملاحظات ایمنی قابل اجرا نمی‌باشد.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب برای زیستگاه

- بازیافت طبیعی
  - تبخیر و پراکنش طبیعی برای مواد بنزینی و مشابه دیزل به طور سریع لکه‌های مواد بر روی سطح آب را از بین می‌برد.
  - باید در زمینه بازیافت مواد نفتی و حفاظت از منابع حساس برای انواع و مقادیر مختلف نشت مواد نفتی تحقیقات و بررسی‌های بیش‌تری صورت پذیرد.
- جمع‌آوری فیزیکی
  - ممکن است نیاز باشد تا ماده نفتی دام افتاده در نخاله‌ها، گرداب‌های کوچک و غیره به سمت تجهیزات بازیافت پمپ شوند.
  - اسپری کردن آب به داخل مواد بنزینی نشتی، مخلوط شدن محصول در داخل ستون آب را افزایش خواهد داد.
- جذب کننده‌ها

- برای نشتی‌های مواد بنزینی به دلیل مسایل ایمنی و ممانعت از تبخیر، قابل اجرا نیست.
- در رودخانه‌های بزرگ به علت این‌که مواد نفتی سریع پخش و منتشر خواهند شد، احتمالا کاربردی نباشد.
- استعمال بیش از حد منجر به تولید فاضلاب می‌شود.

– سوزاندن در محل

- در رودخانه‌ها به دلیل پخش سریع مواد نفتی ممکن است کاربردی نداشته باشد.
- در جریان‌های سریع نگه‌داری و حفظ حداقل ضخامت برای سوزاندن (۱ تا ۳ میلی‌متر) سخت و دشوار است.

– عوامل امولسیون‌ساز

- برای محصولات بنزینی که امولسیون نمی‌شوند، کاربردی ندارد.

– حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی

- ممکن است در جایی که ماده نفتی در گیاهان شناور در امتداد ساحل و در داخل گرداب‌ها محبوس شده، در نظر گرفته شود.
- حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی، عموما برای جلوگیری از مسومیت ثانویه حیوانات در اثر تماس با این گیاهان یا تغذیه از آن‌ها و هم‌چنین، مشاهده لکه‌های نفتی برای مدت طولانی، ضروری است. (مواد نفتی به دام افتاده در این گیاهان به مرور زمان و کاهش و افزایش شدت جریان، در رودخانه رها خواهند شد)

– حذف نخاله‌های آغشته به مواد نفتی

- نخاله رودخانه می‌تواند مواد نفتی را برای مدت طولانی جمع‌آوری و انباشته نماید که این موضوع سبب مشاهده لکه‌های نفتی برای مدت طولانی در محیط‌های آبی خواهد شد.

– عوامل ویسکوالاستیک/ جامد کننده‌ها

- برای نشتی‌های مواد بنزینی به دلیل مسایل ایمنی در طی استعمال و ممانعت تبخیر مناسب نمی‌باشد.
- ممکن است بازیافت مواد نفتی تصفیه شده سخت و مشکل باشد.
- امکان دارد برای رودخانه‌ها کاربردی نباشد زیرا ماده نفتی به سرعت پخش و پراکنده خواهد شد.
- اغلب برای مواد نفتی سنگین خیلی موثر و کارآمد نمی‌باشد، بدین علت که از آن جایی که خیلی غلیظ هستند به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل مواد نفتی را نمی‌دهند.

– جابجایی دستی ماده نفتی/ پاکسازی

- مواد نفتی سنگینی که در داخل جرم‌های جامد یا نیمه جامد متمرکز شده‌اند، می‌توانند به طور دستی از قایق یا ساحل برداشته شوند.
- از ابزارهای دستی به منظور برداشتن انباشتگی نخاله‌های نفتی شده کوچک می‌توان استفاده نمود.
- کنترل عملیات از قایق‌ها به کاهش آسیب‌های وارده به محیط کمک خواهد کرد.

- انتقال مکانیکی مواد نفتی
  - ممکن است نیاز باشد که مقادیر زیادی از مواد نفتی/ نخاله‌های نفتی انباشته شده در بوم‌ها یا سرتاسر ساحل جمع‌آوری و بازیافت شوند.
  - توصیه می‌شود که عملیات از قایق‌ها، فرماندهی و هدایت شود، چرا که عملیات‌های متکی بر ساحل، می‌توانند با اثرات موضعی بر سواحل همراه باشند.

ج-۳- اثر محتمل نامطلوب (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

- پخش کننده‌ها
  - از تبخیر نشتی‌های مواد بنزینی جلوگیری می‌کند.
  - برای مواد نفتی سنگین یا هوازده موثر نمی‌باشد.
  - در نشتی‌های زیاد، رقیق‌سازی محدود شده مواد نفتی پخش نشده در رودخانه‌ها، احتمال ایجاد مسومیت را افزایش می‌دهد.
  - اثرات بر روی آب‌گیرهای پایین دست آب باید مورد ارزیابی و تحلیل قرار گیرند.

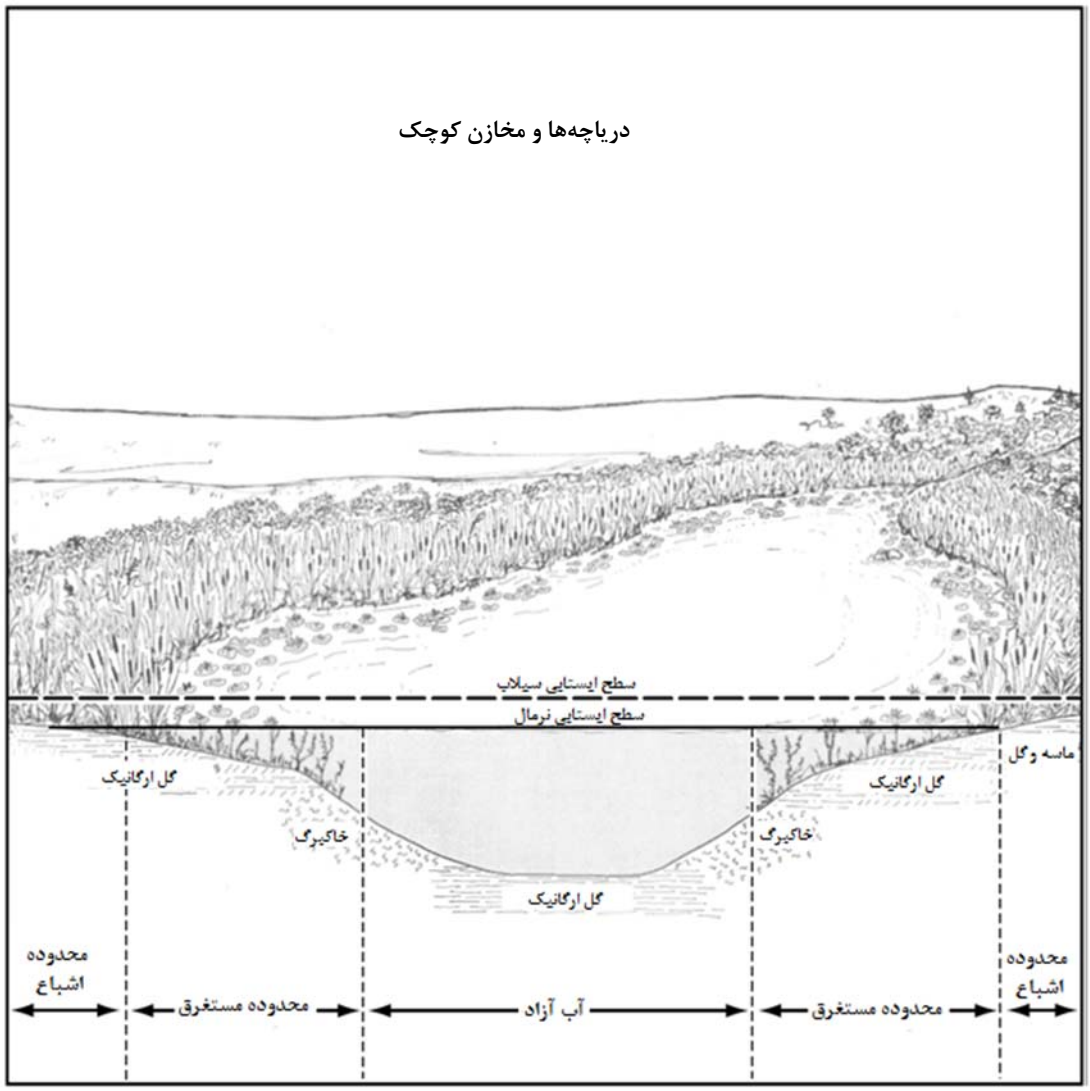
ج-۴- اثر نامطلوب بیش‌تر بر روی زیست‌گاه

- عوامل جمع‌کننده
  - به‌کارگیری این روش برای جریان‌های سریع و زیاد دشوار بوده و مواد نشتی را به مکانی دورتر هدایت می‌نماید.
  - برای مواد نفتی سنگین به دلیل این‌که باید سیال باشند، کاربردی ندارد.
- غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها) و پخش میکروب طبیعی
  - برای نشتی‌های مواد بنزینی و مشابه دیزل به دلیل این‌که آن‌ها به سرعت تبخیر می‌شوند، قابل اجرا نیست.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

- اطلاعات ناقصی برای تحلیل اثر و اثر بخشی برای انواع دیگر مواد نفتی (به غیر از مواد بنزینی و مشابه دیزل) به ویژه برای کاربرد آن‌ها در رودخانه‌ها موجود است.

۴-۴-۳-۲-۳- دریاچه‌ها و مخازن کوچک



الف- توصیف زیست‌گاه

دریاچه‌ها و مخازن بسترهای ساکن آب با اندازه‌ها و عمق‌های متغیر هستند. به طور کلی، در آن‌ها موج‌ها و جریان‌ها خیلی ضعیف هستند، هرچند سطح آب می‌تواند اندکی متلاطم گردد. مخازن کوچک‌تر ممکن است در زمستان به طور کامل یخ ببندند.

ب- میزان حساسیت

دریاچه‌های کوچک و مخازن نسبت به اثرات نشتی مواد نفتی از حساسیت متوسط و بالایی برخوردارند. این میزان حساسیت به دلیل نرخ‌های انتقال فیزیکی پایین، رقیق‌شدگی محدود و اختلاط مواد نفتی در داخل ستون آب و استفاده بیولوژیکی و انسانی بالا می‌باشد. آن‌ها زیست‌گاه‌های با ارزشی برای مهاجرت و آشیانه‌سازی پرندگان و پستانداران بوده و

ممکن است ماهی‌های ارزشمندی را در خود داشته باشند. دریاچه‌های کوچک محل فعالیت‌های تفریحی به‌شمار می‌روند. تالاب‌های مرتبط به آن‌ها نیز از بیش‌ترین میزان حساسیت برخوردارند.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- بوم‌گذاری
  - از محفظه بوم‌ها استفاده شود تا از پخش شدن مواد نفتی جلوگیری شود.
  - نگه‌داری مواد بنزینی نشت یافته به کمک بوم‌ها، از نظر ایمنی می‌تواند مشکل‌ساز گردد، اما از بوم‌ها می‌توان برای منحرف کردن و دور کردن این مواد از منابع حساس نیز استفاده نمود.
- سرباره‌گیری/ مکش
  - برای نشتی‌های بنزینی به دلیل مسایل ایمنی قابل اجرا نیست.
  - عملیات‌های زمینی به محل‌های خاص و مانیتورکردن نیاز دارند تا خرابی‌های فیزیکی حداقل شوند.
- مواد جذب کننده
  - استعمال بیش از حد منجر به تولید فاضلاب می‌شود.
  - از تبخیر نشتی‌های مواد بنزینی جلوگیری می‌کند.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب برای زیست‌گاه

- بازیافت طبیعی
  - کم‌ترین اثر برای مواد نفتی سبک را دارد، اما اثر قابل توجهی برای مواد نفت خام رده متوسط و مواد سوختی سنگین‌تر دارد زیرا آن‌ها بر روی زیست‌گاه‌های ساحلی اثر می‌گذارند.
- سوزاندن در محل
  - اثر محیطی کم‌تری در زمستان دارد. زمانی که برف و یخ مقداری محافظت را ایجاد می‌نماید و گیاهان و جانوران بیش‌تری در خواب زمستانی هستند.
  - نگه‌داری بنزین نشت شده از نگاه ایمنی می‌تواند مشکل‌ساز باشد، مگر این‌که ایمنی آن به کمک شرایط محیطی (از قبیل محبوس شدن بنزین به وسیله یخ) تامین گردد.
- عوامل جمع‌کننده
  - اغلب تحت شرایط آرام موثر و کارآمد است.
  - در صورتی که در زیست‌گاه‌ها و محیط‌های حساس مورد استفاده قرار می‌گیرند، بایستی با فرآیند بازیافت همراه باشد.

- برای مواد نفتی سنگین موثر نمی‌باشد زیرا مواد نفتی بایستی سیال باشند.

– حذف نخاله‌های آغشته به مواد نفتی

- نخاله‌ها ممکن است به مناطق زندگی و آشیانه‌ها مرتبط گردند. از این جهت ممکن است لازم باشد اثرات بر روی زیست‌گاه حیوانات مقیم در نظر گرفته شوند.
- برای این کار از قایق‌های کوچک استفاده شود تا توزیعات فرعی به حداقل برسند.

– حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی

- ممکن است تنها راه برای مواد نفتی محبوس شده در گیاهان شناور، بازیافت ماده نفتی در غیاب جریان‌های آب باشد.
- امکان دارد برای جلوگیری و پیشگیری از نفتی شدن مجدد حیات وحش مناسب باشد.

– جمع‌آوری فیزیکی

- باید مراقب رانده شدن مواد نفتی به داخل ستون آب یا رسوب بود.

– عوامل ویسکوالاستیک/ جامد کننده‌ها

- عوامل ویسکوالاستیک توسط اصلاح کلی بازیافت مواد نفتی از سطح آب، نفتی‌شدن مجدد خطوط ساحلی را کاهش می‌دهند.
- برای نشتی‌های مواد بنزینی به دلیل ملاحظات ایمنی در طی دوره کاربرد و جلوگیری از تبخیر قابل اجرا نمی‌باشند.
- برای مواد نفتی سنگین که خیلی ویسکوز هستند و اجازه مخلوط شدن محصول در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند، مناسب نمی‌باشد.

ج-۳- اثرات نامطلوب احتمالی (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

– حذف/ پاک‌سازی دستی مواد نفتی

- عدم کارایی ذاتی در روش‌های پاک‌سازی دستی مواد نفتی مایع از محیط‌های آبی، سبب استفاده از تعدادی نیروی انسانی زیاد یا ورود و خروج‌های متوالی به منبع آبی می‌شود که این عامل سبب آلودگی لایه‌های مختلف و سواحل می‌گردد.
- برای نشتی‌های بنزینی به دلیل ملاحظات ایمنی قابل اجرا نمی‌باشد.

– حذف مکانیکی مواد نفتی

- ممکن است در جایی که رسوبات تحتانی به سختی به ماده نفتی آلوده شده است، مورد نیاز باشد.

- ممکن است به تکنیک‌های بازیافت نفوذی[1] نیاز باشد.

ج-۴- بیش‌ترین اثرات نامطلوب بر روی زیست‌گاه

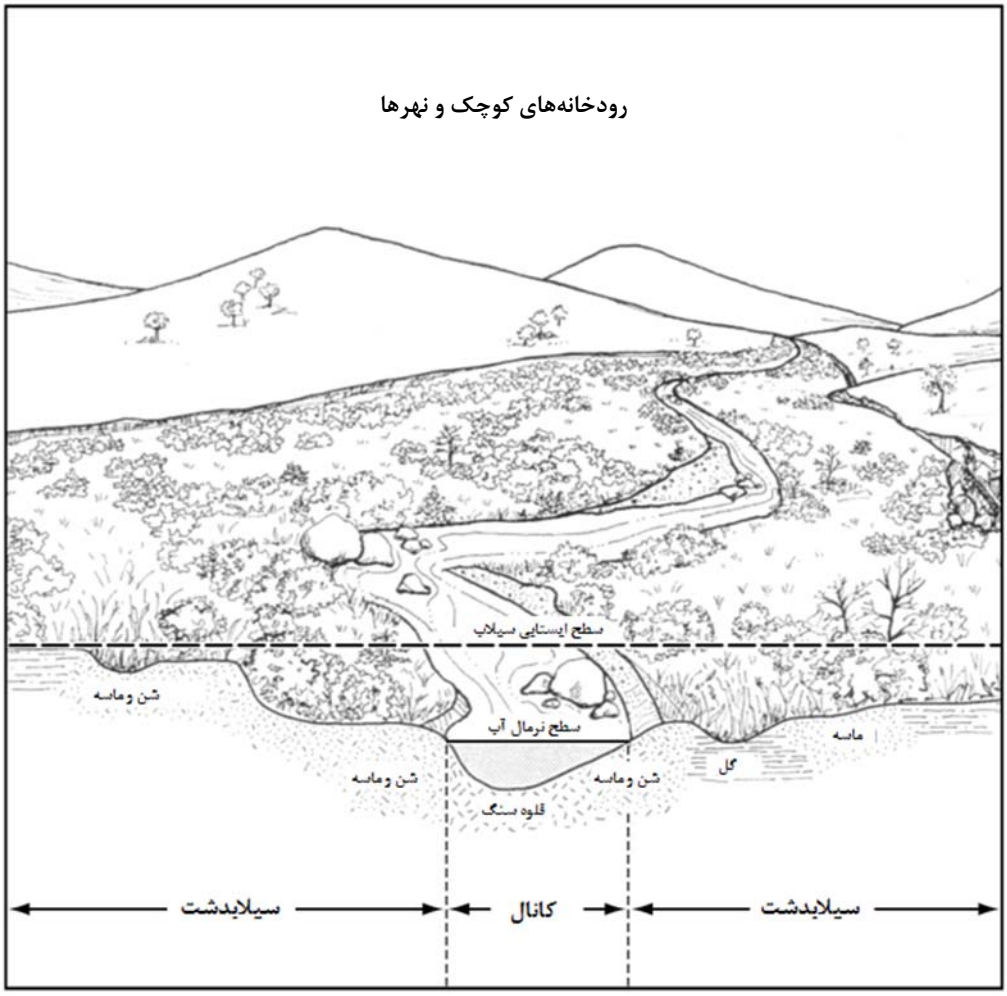
- پخش کننده‌ها
  - از تبخیر نشتی‌های مواد بنزینی جلوگیری می‌نماید.
  - این امکان وجود دارد که در عمق‌های کم آب و نرخ‌های پایین رقیق‌سازی از مخلوط‌های پخش‌کننده ماده نفتی مسمومیت‌های بالای جانوران آبزی حاصل گردد.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

- عوامل امولسیون‌ساز
  - برای مواد نفتی هم‌چون بنزین که به صورت امولسیون نمی‌باشند، قابل اجرا نیست.
  - داده‌های مسمومیت برای ارزیابی اثر محیطی استفاده محیط آب شیرین کم عمق کافی نمی‌باشد.
- غنی‌سازی غذایی و پخش میکروب طبیعی
  - برای نشتی‌های مواد بنزینی به دلیل این‌که آن‌ها به سرعت تبخیر می‌شوند، قابل اجرا نیست.
  - اطلاعات ناقص برای تحلیل اثر و اثر بخشی برای انواع دیگر مواد نفتی وجود دارد.
  - برای جلوگیری از اضافه بار مواد غنی‌کننده آب در محیط‌های آبی کوچک یا مسدود، ملاحظات ویژه‌ای وجود دارد.

1- Intrusive Recovery Techniques

۴-۴-۳-۲-۴- رودخانه‌های کوچک و نهرها



الف- توصیف زیست‌گاه

رودخانه‌های کوچک و نهرها از طریق عمق‌های کم آب (به طور کلی ۱ تا ۲ متر) و کانال‌های باریک شناخته می‌شوند. جریان آب با فاصله از پایین دست و در تمامی فصول خیلی زیاد تغییر می‌کنند. این گروه‌بندی، محدوده وسیعی از بسترهای آبی را از نهرهای جریان‌سریع با آبشارهای کم و بسترهای سنگی و شنی تا نهرهای کوچک محصور شده توسط حاشیه‌های گل‌آلود و گیاهان را شامل می‌شود. سطح مقطع‌های کانال‌ها ممکن است توسط نخاله‌ها و یا کنده‌ها مسدود گردند و راه‌بندهای میانی کانال و جزیره‌ها قادرند جریان آب را در داخل چند کانال پخش کنند. هم‌چنین در فصل سرما ممکن است یخ، اندازه‌گیری‌های پاسخ در این زیست‌گاه را پیچیده‌تر نماید.

ب- میزان حساسیت

رودخانه‌های کوچک و نهرها نسبت به اثر نشتی مواد نفتی از حساسیت متوسط و بالایی برخوردار هستند. نشتی‌های مواد نفتی ممکن است بیش‌تر از یک اثر بر رودخانه‌های کوچک و نهرها نسبت به رودخانه‌های بزرگ داشته‌باشند که این مساله ناشی از تنوع شرایط، هم‌چون شرایط جریان کم‌تر، نرخ‌های رقیق‌شدگی پایین‌تر، انرژی کلی کم‌تر و حوزه بزرگ‌تر زیست‌گاه‌های طبیعی است.

معمولا لکه‌های مواد نفتی بر روی آب هر دو ساحل را آلوده می‌نمایند و مواد نفتی غیر ویسکوز به آسانی در جریان‌های کم عمق در داخل تمام ستون آب حل می‌شوند و اساسا ارگانیسم‌های آبزیان و دریازیان در معرض مواد نفتی قرار می‌گیرند. کشته‌شدن ماهی‌ها در صورت نشت مواد نفتی مواد بنزینی تا نفت خام ملایم امکان پذیر است. انواع مختلف پستانداران، پرندگان، خزندگان و دوزیستان از زیست‌گاه ساحل نهر استفاده می‌نمایند. نشتی‌های مواد نفتی منجر به بسته‌شدن آب‌گیرهای آب آشامیدنی، آبیاری یا استفاده صنعتی رودخانه‌های کوچک می‌گردند. در مورد چنین منابع برنامه پاسخ سریع‌تر و موثرتری برای جلوگیری از ورود آلودگی به آب‌گیرهای آب شرب مناطق پرجمعیت یا ورود آلودگی به زیست‌گاه‌های خاص، مورد نیاز خواهد بود.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- بوم‌گذاری
  - در مناطقی با جریان کم، برای منحرف نمودن لکه‌های مواد نفتی به سمت نقاط جمع‌آوری استفاده می‌شود.
  - نگه‌داری مواد بنزینی نشت یافته به کمک بوم‌ها، از نظر ایمنی می‌تواند مشکل‌ساز گردد، اما از بوم‌ها می‌توان برای منحرف کردن و دور کردن این مواد از منابع حساس نیز استفاده نمود.
  - اثربخشی پایینی برای جریانات تند، آب‌های کم عمق و سواحل با شیب تند انتظار می‌رود.
- سرباره‌گیری/ مکش
  - به منظور حفاظت از سلامت عمومی و سایر منابع پایین‌دست در مواردی که پراکندگی آلودگی کم باشد، بازیافت نشتی‌های بزرگ مواد بنزینی می‌تواند با کمک فوم آتش‌نشانی انجام شود؛ اما برای این کار به دلیل وجود بخارهای سمی، حفاظت تنفسی برای نیروی انسانی ضروری است.
- جاذب‌ها
  - برای جذب مواد نفتی در لایه‌های نازک سطحی در محدوده پشت بوم‌ها و در در مناطق کم جریان یا در امتداد ساحل استفاده می‌شوند.

- لگدمالی ساحل نهر و زیست‌گاه‌های بستر در طی عملیات بازیافت می‌تواند گیاهان اطراف نهر را از بین برده و سبب نفوذ مواد نفتی به داخل رسوبات سواحل گردد.
- استعمال بیش از اندازه منجر به تولید فاضلاب و ضایعات اضافی می‌گردد.

– راه‌بندها (سدها)/ خاک‌ریزها

- در صورت احداث آنی این بندها پتانسیل ایجاد تخریب فیزیکی و آلودگی رسوبات وجود دارد.
- اگر تمامی و قسمت اعظم جریان منحرف شود، باید نیاز آبی پایین‌دست برای جلوگیری از لطمات بعدی، مورد ارزیابی و پایش مداوم قرار گیرد.
- در مورد نشت بنزین رعایت ملاحظات ایمنی ضروری خواهد بود. هم‌چنین باید به خاطر داشت که از خاک‌ریزهایی که مستقیما در برابر لکه احداث می‌شوند می‌تواند همانند کانال‌های جانبی، برای جداسازی لکه از سطح استفاده نمود.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

– جمع‌آوری فیزیکی

- ممکن است که این روش تنها روش ممکن برای خارج کردن مواد نفتی به دام افتاده درپشت تنه‌های درخت، گیاهان سطحی، سنگ‌ها و سایر موانع موجود در مسیر برای هدایت آن‌ها به محل‌های در نظر گرفته شده در پایین‌دست باشد.
- اسپری کردن نشتی‌های مواد بنزینی می‌تواند مواد نفتی را در داخل ستون آب مخلوط کند.

– بازیافت طبیعی

- تبخیر و انتشار برای نشتی‌های مواد بنزینی و مشابه دیزل به طور سریع لکه‌های روی سطح آب را منتقل خواهد کرد.
- برای تمام حالت‌های نشت مواد نفتی، بازیافت مواد نفتی آزاد یا جمع شده با هدف حفاظت از منابع حساس باید صورت پذیرد.

– حذف نخاله‌های آغشته به مواد نفتی

- مواد نفتی انباشته شده را آزاد کرده و نرخ رهاسازی طبیعی را افزایش خواهد داد.

– عوامل ویسکوالاستیک/ جامد کننده‌ها

- فاکتورهای ویسکوالاستیک، می‌توانند بازیافت مواد نفتی انباشته شده را در شرایط بحرانی، تسریع کنند.
- فاکتورهای جامدساز می‌توانند مواد بنزینی را جمع‌آوری نموده و مانع انتقال آن‌ها با پایین‌دست شوند.
- برای مواد نفتی سنگین کارآمد نیستند چراکه به دلیل بالابودن ویسکوزیته این مواد، محصول اجازه مخلوط شدن در داخل مواد نفتی داده نمی‌شود.

- حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی
  - ممکن است به جابه‌جایی مواد نفتی انباشته در گیاهان شناور و کناره‌ها نیاز باشد.
  - در مناطق حساس زیستی، گیاهان آلوده شده به مواد نفتی بایستی برای جلوگیری رهاسازی نفت به مرور زمان، یا آلوده شدن ثانویه حیات وحش، از محدوده خارج گردند.
  - بایستی پرسنل عملیات برای جلوگیری از آسیب‌رسانی به سواحل، به صورت مرتب بازدید و پایش گردند.
- سوزاندن در محل
  - حفاظت از گیاهان مجاور نهر سخت و مشکل است.
  - سوزاندن مواد بنزینی ممکن است با مشکلات ایمنی همراه باشند، اما در صورت وجود شرایط امن محیطی می‌توان این مواد را درجا سوزاند.
  - در زمستان به دلیل نبود پوشش گیاهی، موجودات زنده و پایین بودن دما از خطر کم‌تری برخوردار است.
  - ممکن است در نهرهایی با جریان سریع یا در جایی که حفظ و نگه‌داری حداقل ضخامت لکه‌ها بر روی آب (۱ تا ۳ میلی‌متر) سخت و مشکل باشد، کاربردی نباشد.

ج-۳- اثر نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

- جابه‌جایی دستی مواد نفتی/ پاکسازی
  - برای مواد نفتی سنگین نسبت به مواد نفتی سیال که سریع پخش می‌شوند، کارآمدتر و عملی‌تر است.
  - احتمال آلودگی سواحل نهر از طریق جابه‌جایی پرسنل عملیات وجود دارد.
- حذف مکانیکی مواد نفتی
  - این روش تنها زمانی که مقادیر زیادی از مواد نفتی جامد شده در کانال نهر انباشته‌شده باشد، مد نظر قرار می‌گیرد. در ضمن در چنین شرایطی مواد نفتی باید با سرعت جابه‌جا شوند.

ج-۴- بیش‌ترین اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

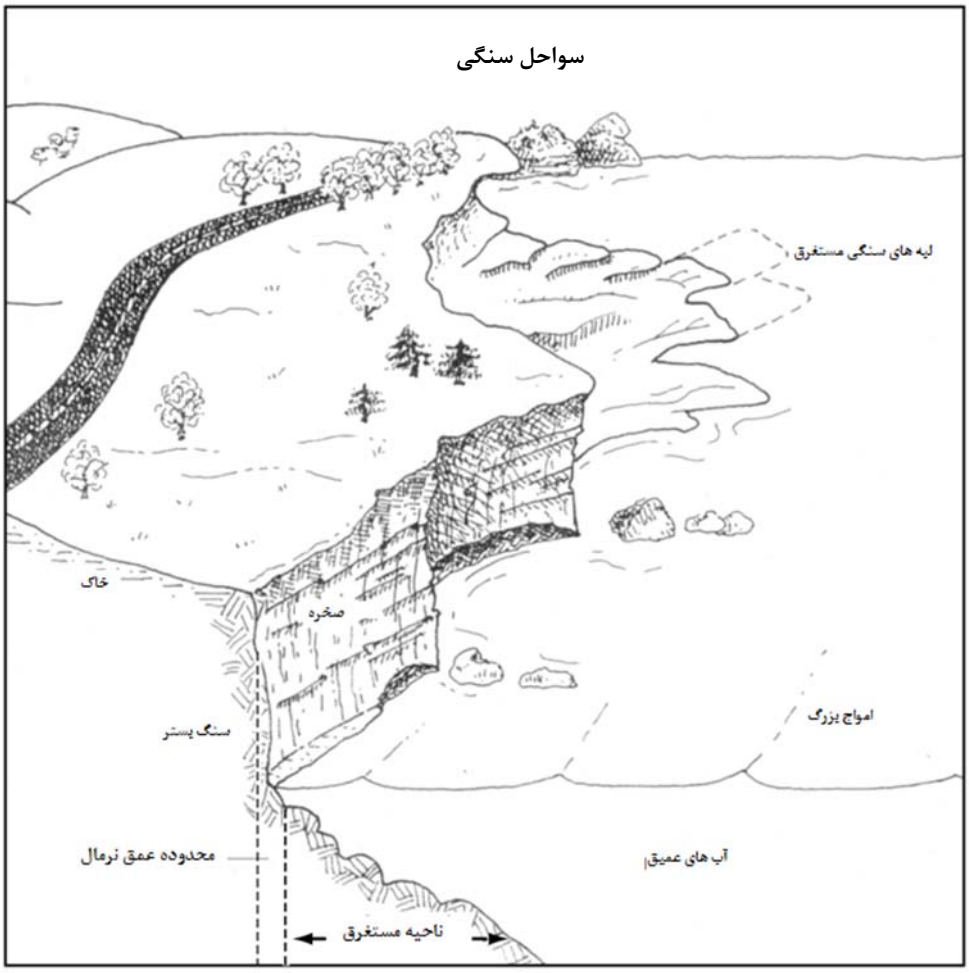
- پخش کننده‌ها
  - اضافه کردن بیش‌از حد این مواد به مواد نفتی داخل ستون آب، احتمال مسمومیت حاد ارگانیسم‌های طبیعی آبزی را افزایش خواهد داد.
- عوامل جمع‌کننده
  - مسمومیت در مراحل اولیه زندگی موجودات ساکن در آب از اهمیت خاصی برخوردار است.
  - ممکن است به دلیل ایجاد جریان‌های سریع و سطح آب متلاطم کاربردی نباشد.
  - ویسکوزیته مواد نفتی باید تا حدودی کم باشد، از این‌رو برای مواد نفتی سنگین مناسب نیست.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

- عوامل امولسیون‌ساز

- داده‌های کافی در ارتباط با احتمال ایجاد مسمومیت، برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی استفاده از این مواد در محیط‌های کم عمق آب شیرین، موجود نیست.
- برای مواد نفتی هم‌چون بنزین که امکان امولسیون برای آن‌ها وجود ندارد، مناسب و قابل اجرا نمی‌باشد.
- غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها) و پخش میکروب طبیعی
- برای نشتی‌های مواد بنزینی که به سرعت تبخیر می‌شوند، قابل اجرا نیست.
- اطلاعات کافی در مورد اثر و اثر بخشی، به ویژه برای کاربردها در رودخانه‌های کوچک و نهرها، موجود نیست.

۴-۴-۳-۲-۵- سواحل سنگی



الف- توصیف زیستگاه

این نوع خط ساحلی توسط یک لایه سنگی نفوذناپذیر مشخص می‌گردد. سطوح سنگی می‌توانند نامنظم و با ترک‌ها، شکاف‌ها و سوراخ‌های متعددی باشند. شیب خط ساحلی از تخته‌سنگ‌ها و صخره‌های عمودی تا سواحل سنگی شیب‌دار تغییر می‌کند. هم چنین می‌تواند یک لایه نازک شن و رسوبات شنی بر روی سکوهای سنگی نیز وجود داشته باشد که احتمال شسته شدن آن در اثر موج‌های طوفانی وجود دارد.

ب- میزان حساسیت

سواحل سنگی بستر به نشتی‌های مواد نفتی از محدوده حساسیت‌های مختلفی برخوردارند که بستگی به میزان قرارگیری در معرض فرآیندهای پاکسازی طبیعی مواد نفتی دارد. در چنین بستری، ارگانیسم‌های وابسته و گیاهان کمی وجود دارد اما ممکن است بسترهای سنگی پناه‌گاهی برای ماهی‌ها و آشیانه‌گذاری پرندگان باشد.

مواد نفتی در سواحل بدون حفاظ ممکن است تا حدودی به کمک بازگشت امواج از ساحل، دور از ساحل نگه داشته شوند. در سواحل دارای حفاظ، مواد نفتی به سطوح سنگی چسبیده و شکاف‌های موجود در این سواحل می‌توانند محل خوبی برای تشکیل حوضچه‌های مواد نفتی باشند. ماده نفتی در رسوبات سطح این بسترها به راحتی نفوذ می‌کند. در این حالت مواد نفتی سنگین در ترکیب با رسوبات لایه‌ای سیاه و ضخیم با ماندگاری بالا به وجود می‌آورند، در صورتی که مواد نفتی سبک‌تر لایه‌ای از رسوبات آلوده تولید می‌کنند که عموما به کمک امواج شسته شده یا در اثر تبخیر پاک‌سازی می‌شوند.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب زیست‌گاه

- بازیافت طبیعی
  - در مورد سنگ بسترهای سرپوشیده ممکن است به دلیل نرخ پایین پاک‌سازی طبیعی، نیاز به روش‌های دیگر نیز باشد.
  - در نشتی‌های بزرگ به علت مقدار زیاد ماده نفتی موجود ممکن است به روش‌های دیگر پاک‌سازی نیز نیاز باشد.
  - در این روش ممکن است مواد نفتی سنگین روی تمامی ساحل با بیش‌تر نقاط آن باقی بمانند.
- حذف و خارج کردن نخاله‌ها
  - درجه نفتی شدن انتقال یا عدم انتقال نخاله‌ها را تعیین می‌کند. هم‌چنین از بین بردن نخاله‌ها به نوع استفاده انسان‌ها از منبع مورد نظر یا وجود منابع حساس بستگی دارد.
- جذب کننده‌ها
  - استعمال بیش از حد به تولید ضایعات و فاضلاب اضافی منتهی می‌گردد.
  - از آن جایی که نرخ انتقال فیزیکی مواد نفتی سنگین در چنین محیطی کند خواهد بود، از این‌رو ماده نفتی کم‌تری برای بازیافت توسط جاذب‌ها باقی خواهد ماند.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)
  - بیش‌ترین اثر را بر روی مواد نفتی سیال تازه دارد.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.
  - استفاده از آن برای مواد بنزینی ممکن است ماده نفتی را به زیست‌گاه‌هایی با حساسیت بیش‌تر منتقل کند.
- آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد)

- عمدتا برای مواد نفتی خام رده متوسط، مادامی که تازه و مایع است، قابل استفاده است.
- در جابه‌جا نمودن ماده نفتی از غارها و حفره‌ها و گودال‌های رسوب بر روی سنگ بستر می‌تواند موثر باشد.

– جابه‌جایی دستی ماده نفتی/ پاک‌سازی

- به دلیل مشکل بالا بودن خاصیت سیالی مواد نفتی دیزلی و متوسط و دشواری برداشت دستی آن‌ها، باقی ماندن مقادیری از آلودگی دور از انتظار نخواهد بود.
- برای مواد نفتی سنگین در قطعات خشکی و از درون شکاف‌ها مناسب و کاربردی است

– مکش

- برای نشتی‌مواد بنزینی به دلیل ملاحظات و مسایل ایمنی قابل اجرا نیست.

– سوزاندن در محل

- می‌تواند به طور موثری انباشته‌های ماده نفتی سنگین را از بین ببرد.
- نگرانی‌هایی در مورد آلودگی هوا، اثر دمایی بر روی زندگی گیاهان و جانوران آن ناحیه، خاصیت فیزیکی پسماند وجود دارد.

– عوامل پاک‌سازی ساحل

- احتمالا تنها تکنیک برای پاک‌سازی مواد نفتی چسبناک بدون استفاده از آب گرم با فشار زیاد، این روش باشد.
- در مسمومیت و قابلیت بازیافت مواد نفتی جمع‌آوری شده تغییراتی ایجاد می‌شود.

– مواد جامد کننده

- از بازگشت ماده نفتی به داخل آب جلوگیری می‌کند و اغلب برای انباشته‌های سنگین ماده نفتی جمع شده بر روی سنگ بستر های شیب‌دار مناسب هستند.
- برای مواد نفتی سنگین، از آن جایی که خیلی ویسکوز هستند و به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند موثر و کارآمد نمی‌باشد.

– آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)

- هر ارگانیسم در ناحیه کاربرد، توسط آب به طور نامطلوبی تحت تاثیر قرار خواهد گرفت.
- بیش‌ترین اثر را بر روی نفت خام سنگین دارد به نحوی که حرارت ماده نفتی را سیال‌تر می‌کند.

ج-۳- اثرات نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

– غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)

- برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل اجرا نیست.

- توجه ویژه برای جلوگیری از غنی شدن بیش از حد یا مسمومیت احتمالی ناشی از وجود آمونیاک، مورد نیاز است.
- این روش برای مواد نفتی سبک‌تر که لایه‌های نازک‌تری روی آب تشکیل می‌دهند موثرتر بوده و در مورد مواد نفتی سنگین که تولید کننده لایه‌های ضخیم‌تر هستند یا حتی در مورد مواد نفتی که مدتی در معرض هوا قرار گرفته‌اند (هوازده) اثربخشی کم‌تری دارد.

– آب‌پاشی با فشار بالا (آب گرم)

- احتمال کشته‌شدن هرگونه ارگانیسم موجود در محل وجود دارد؛ استفاده از این روش تنها در مناطق محدودی که انتقال ماده نفتی برای دلایل زیبایی محیطی نیاز است، مناسب می‌باشد.

ج-۴- بیش‌ترین اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

– پاک‌سازی با بخار و ماسه پاشی

- جزو تکنیک‌های خیلی مضر و مخرب است که هر ارگانیسم موجودی را خواهد کشت.
- تنها به دلایل زیبایی محیطی در موارد خیلی محدود مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

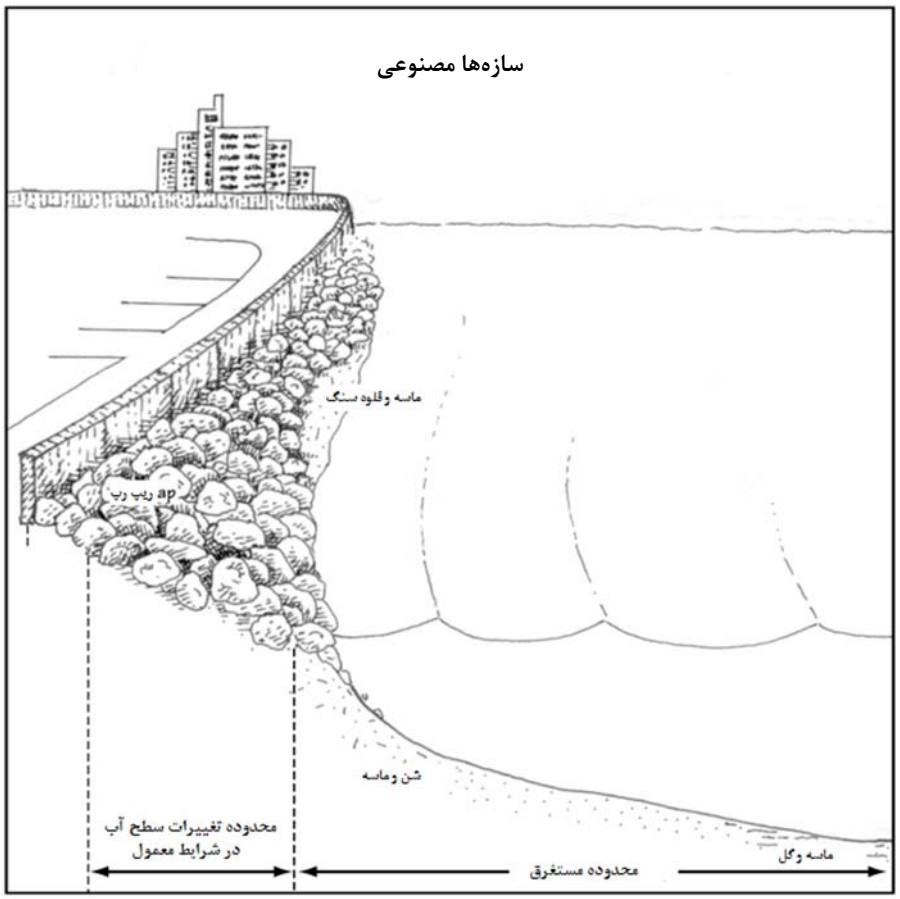
– پخش میکروب طبیعی

- در زمینه اثر و میزان اثربخشی آن اطلاعات ناکافی و ناقص وجود داد.

– استفاده از مواد پیش پاک‌کننده در سواحل (پیش پاک‌سازی)

- اطلاعات ناقصی در مورد محصولات در دسترس، میزان اثربخشی یا اثر آن‌ها موجود است.

۴-۴-۳-۲-۶- سازه‌های مصنوعی



الف- توصیف زیست‌گاه

سازه‌های مصنوعی، سازه‌های عمودی محافظ ساحلی از قبیل دیواره‌های ساحلی، پایه‌های پل و تیغه‌ها و حفاظ‌ها مانند ریپ‌رپ و حفاظ کرانه‌ها، موج‌شکن‌ها و اسکله‌ها را شامل می‌شوند. سازه‌های عمودی از بتن، چوب و ورق موجدار ساخته می‌شوند. آن‌ها معمولا در زیر سطح آب قرار می‌گیرند، هرچند در جلوی دیواره ساحلی می‌تواند ساحل یا سنگ‌ریزه نیز وجود داشته باشد. این سازه‌ها در امتداد خطوط ساحلی توسعه‌یافته به‌ویژه در لنگرگاه‌ها، بندرگاه‌ها، تفریح‌گاه‌های ساحلی و مناطق مسکونی رواج دارند.

ب- میزان حساسیت

این سازه‌ها بسته به فرآیند پاک‌سازی طبیعی محدوده حساسیت گسترده‌ای دارند. پاک‌سازی در این محدوده‌ها به دلایل متفاوتی از قبیل زیست‌محیطی در مناطقی که محل تجمع موجودات ساحلی از قبیل پلانکتون‌ها هستند، زیبایی در مناطق شهری، کاهش تماس انسان با مواد نفتی در نقاط ساحلی توسعه‌یافته و موارد مشابه، صورت خواهد گرفت.

به‌طورکلی سازه‌های عمودی در مقابل ماده نفتی غیرقابل نفوذند، اما ماده نفتی قادر است سطوح ناصاف و زبر را به‌شدت پوشانده و یک‌لایه از مواد نفتی را در خط ساحلی تشکیل دهد. در چنین شرایطی در هنگام طوفان‌ها، ماده نفتی به سمت بالا و محدوده زیست‌گاه‌های خاکی و زمینی پرتاب خواهد شد. مسایل و مشکلات پاک‌سازی سنگ‌ریزه‌ها به دلیل فضاهای متخلخل بزرگ مابین سنگ‌ریزه و انباشت فراوان نخاله اهمیت خاصی پیدا می‌کند.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی و جابه‌جایی نخاله
  - برای جابه‌جا نمودن نخاله‌ها و مقادیر کم از مواد نفتی باقی‌مانده موثر است.
- آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد)
  - برای پاک‌سازی مواد نفتی چسبناک از سطوح صلب و شستشوی ماده نفتی جمع شده در حفرات ریپ‌رپ استفاده می‌شود. این روش حتی برای مواد بنزینی در نواحی آلوده‌شده کارآمد است.
  - در این روش ممکن است رسوبات آغشته به مواد نفتی به داخل زیست‌گاه‌های تحتانی مجاور ساحل رانده شوند.
  - انجام آب‌پاشی رود مواد نفتی سنگین احتمال باقی ماندن مقادیر زیادی از این مواد را به همراه خواهد داشت.
  - استفاده از این روش برای نشت مواد بنزینی ممکن است سبب انتقال این مواد به زیست‌گاه‌های حساس‌تر شود.
- جذب‌کننده‌ها
  - در امتداد ریپ‌رپ‌ها و برای جذب لایه‌های نازک از مواد نفتی باقی‌مانده از سایر فرآیندهای پاک‌سازی استفاده می‌شود.
  - از آن جایی‌که نرخ پاک‌سازی فیزیکی مواد نفتی سنگین به کمک این جاذب‌ها پایین است لذا ماده نفتی کم‌تر برای بازیافت به دست خواهد آمد.
  - استعمال بیش از اندازه از جاذب‌ها منجر به تولید ضایعات و فاضلاب مازاد می‌گردد.
- مکش
  - استفاده از روش مکش ماده نفتی جمع شده در حفرات در مراحل ابتدایی، سبب افزایش نرخ بازیافت و کاهش تولید ضایعات نفتی خواهد شد.
  - این روش تنها قادر است لایه‌های ضخیم ماده نفتی را جمع‌آوری کند، بنابراین باقی ماندن مقادیر زیادی از مواد نفتی محتمل خواهد بود.

- بازیافت طبیعی
  - برای مواد نفتی سبک‌تر بیش‌ترین اثر را دارد.
  - در مورد مواد نفتی سنگین‌تر، ممکن است استفاده از این روش، جمع‌آوری باقی‌مانده‌های پایدار ترکیبات نفتی را ایجاب کند.

ج-۲- تا حدی اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- شستن به کمک آب
  - برای دیواره ساحلی قابل اجرا نیست؛ بر روی ریپ‌رپ‌ها تنها هنگامی موثر است که ماده نفتی سیال است.
  - ممکن است بر روی ریپ‌رپ در مناطق توسعه یافته و یا حتی برای نشتی‌های بنزینی در جایی که سلامت انسان‌ها در خطر است، از این روش استفاده نمود.
  - استفاده از این روش برای جابه‌جا کردن مواد نفتی سنگین، احتمالا با مقادیر زیاد پسماند همراه خواهد بود.
  - ممکن است برای نشتی‌های بنزین، ماده نفتی را به سمت زیست‌گاه‌های حساس‌تر منتقل کند.
- آب‌پاشی با فشار کم، (آب سرد)
  - تنها زمانی که ماده نفتی سیال است موثر است.
  - اسپری آب هدایت شده می‌تواند به انتقال ماده نفتی انباشته شده (حتی اگر بنزین باشد) کمک کند.
  - استفاده از این روش برای جابه‌جا کردن مواد نفتی سنگین، احتمالا با مقادیر زیاد پسماند همراه خواهد بود.
  - ممکن است برای نشتی‌های بنزین، ماده نفتی را به سمت زیست گاه‌های حساس‌تر منتقل کند.
- آب‌پاشی با فشار کم، آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)
  - فرض می‌شود که هیچ‌گونه اجتماع بیولوژیکی یا سراشیبی آنی در منطقه عملیات وجود ندارد.
  - اغلب به آب با دماهای بالا نیاز است تا مواد نفتی را به‌صورت سیال تغییر دهد.
  - معمولا به فشار بالا برای پاک‌سازی مواد نفتی هوازده از لایه‌های جامد مانند ریپ‌رپ‌ها نیاز است.
- عوامل پاک‌سازی خط ساحلی
  - هر نوع از مواد نفتی دارای مسمومیت و قابلیت بازیافت خاص خود است که در این روش باید مدنظر قرار گیرد.
- عوامل جامدساز
  - این مواد برای بازیافت و کنترل اثرات طولانی‌مدت رهاسازی تدریجی مواد نفتی (حتی بنزین) به کار می‌روند.

- برای مواد نفتی سنگین، از آن جایی‌که خیلی ویسکوز هستند و به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند، تاثیرگذار نیست.

– سوزاندن در محل

- لایه‌های ضخیم نفتی که بیش‌تر به‌صورت لکه‌های ایزوله تشکیل می‌شوند، معمولا امکان دسترسی و سوزاندن کم‌تری دارند.
- مسایلی که در مورد آلودگی هوا و ماهیت فیزیکی پسماندهای سوختن مواد نفتی وجود دارد، بایستی مدنظر قرارگرفته شود.
- در مناطق توسعه‌یافته ملاحظات مربوط به‌سلامت عمومی نکات اساسی خواهند بود.

ج-۳- اثر نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

– غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)

- برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل‌اجرا نیست.
- توجه ویژه برای جلوگیری ازغنی شدن بیش از حد یا مسمومیت احتمالی ناشی از وجود آمونیاک، موردنیاز است.
- این روش برای مواد نفتی سبک‌تر که در لایه‌های نازک‌تری روی آب تشکیل می‌دهند موثرتر بوده و در مورد مواد نفتی سنگین که تولیدکننده لایه‌های ضخیم‌تر هستند یا حتی در مورد مواد نفتی که مدتی در معرض هوا قرارگرفته‌اند (هوازده) اثربخشی کم‌تری دارد.

– پاک‌سازی با بخار و شن‌زنی

- تنها به دلایل زیبایی محیطی در موارد خیلی محدود مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ج-۴- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

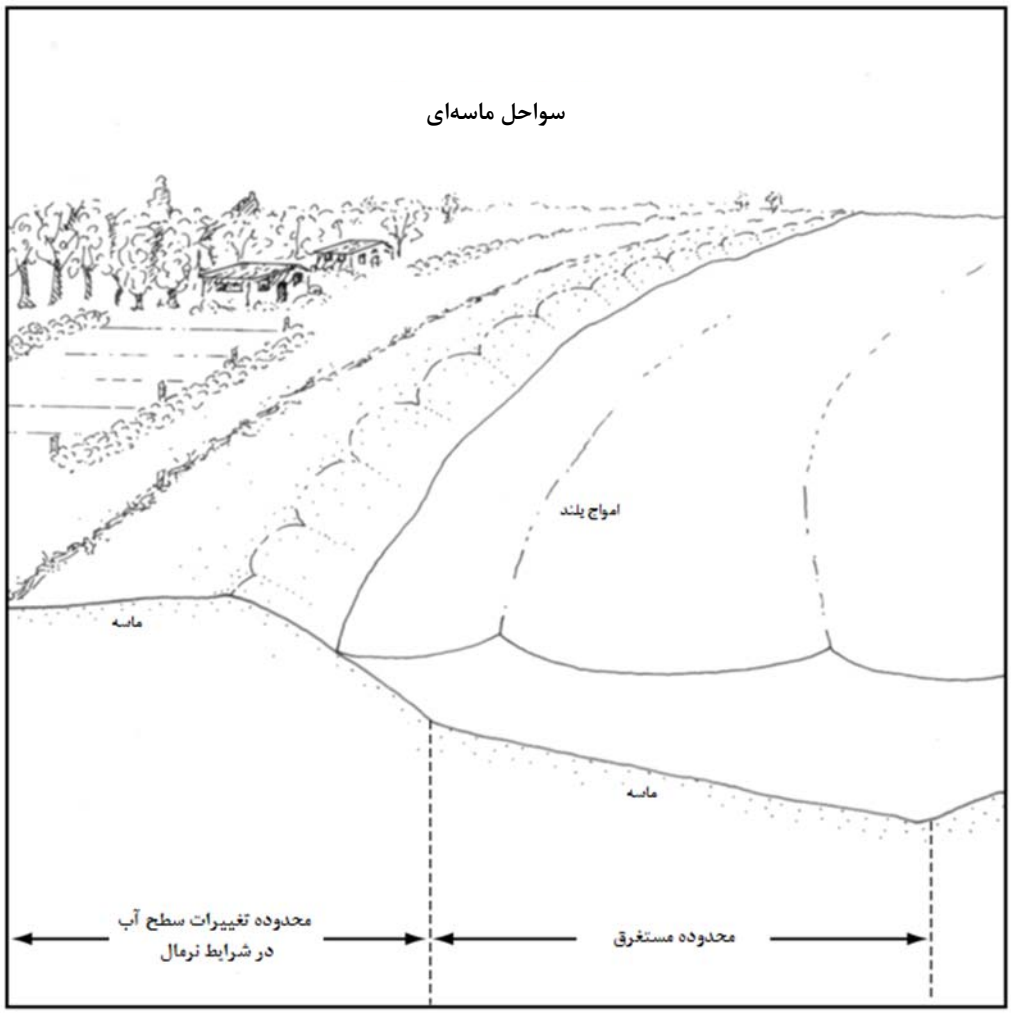
– پخش میکروب طبیعی

- در زمینه اثر و میزان اثربخشی، به ویژه برای کاربردهایی بر روی سازه‌های مصنوعی اطلاعات ناکافی و ناقص وجود داد.

– استفاده از مواد شیمیایی برای پیش پاک‌سازی سواحل

- اطلاعات ناقصی در مورد محصولات در دسترس، میزان اثربخشی یا اثر آن‌ها وجود دارد.

۴-۴-۳-۲-۷- سواحل ماسه‌ای



الف- توصیف زیست‌گاه

سواحل ماسه‌ای شامل یک لایه متشکل از رسوبات است که به طورکلی کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر و بزرگ‌تر از گل و لای یا مواد به اندازه گل و رس هستند. ممکن است خط ساحلی، شامل ماسه‌های یک اندازه یا مخلوط‌های نامرتب ماسه گلی، ماسه شنی یا یک ترکیبی از این دو باشد. سواحل زمانی وسیع و صاف هستند که رسوبات از ریزدانه‌های ماسه‌ای تشکیل شده است و در جاهایی که رسوبات از درشت دانه‌های ماسه‌ای به وجود آمده‌اند، معمولا سواحل دارای پهنای کم و شیب تند می‌باشند.

ب- میزان حساسیت

سواحل ماسه‌ای از میزان حساسیت متوسط و متمایل به حساسیت بالایی نسبت به نشتی‌های مواد نفتی برخوردارند. به طورکلی این سواحل اجتماعات بیولوژیکی قابل ملاحظه و بزرگی ندارند به استثنای مکان‌هایی که گرایش‌ها و

تمایلاتی برای محافظت زیست‌گاه مطرح است و شامل رسوبات خیلی کم گلی هستند؛ بنابراین این احتمال وجود دارد که اثرات اکولوژیکی، اندازه و مقدار محدودی به دلیل کارایی بیولوژیکی طبیعی داشته باشند. سواحل ماسه‌ای در مناطق رشد یافته، به خاطر استعمال بالای تفریحی آن‌ها جزو نواحی حساس در نظر گرفته می‌شوند. حداکثر نفوذ داخل ماسه ریزدانه کم‌تر از ۱۵ سانتی‌متر خواهد بود و نفوذ داخل ماسه درشت‌دانه به ۲۵ سانتی‌متر یا بیش‌تر خواهد رسید. پاک‌سازی ماسه قادر است به سرعت لایه‌های نفتی شده را مدفون نموده و در سواحل تفریحی که به طور فراوانی از آن‌ها استفاده می‌شود، معمولا پاک‌سازی‌های پرهزینه به منظور انتقال و پاک‌سازی ماده نفتی تا حدی که امکان دارد، لازم است. ممکن است لازم باشد در زمانی که مقادیر فراوان رسوبات منتقل می‌شود، این رسوبات با مواد تمیز جایگزین گردد (هم‌چنین رفت و آمد بر روی ماسه می‌تواند ماده نفتی را بیش‌تر و عمیق‌تر به داخل ماسه وارد نماید).

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- جابه‌جایی نخاله
  - درجه نفتی شدن انتقال یا عدم انتقال نخاله‌ها را تعیین می‌کند. هم‌چنین از بین بردن نخاله‌ها به نوع استفاده انسان‌ها از منبع مورد نظر یا وجود منابع حساس بستگی دارد.
- بازیافت طبیعی
  - برای نشتی‌های کوچک، انواع مواد نفتی سبک‌تر و در نواحی دوردست اثر کم‌تری دارد.
- شستشو دادن با آب
  - تنها هنگامی که ماده نفتی سیال بوده و سطح شنی باشد، موثر خواهد بود.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.
  - برای نشتی‌های بنزین، ماده نفتی را به سمت زیست‌گاه‌های حساس‌تر منتقل کند.
- جذب‌کننده‌ها
  - برای نشتی‌های بنزینی به علت تبخیر سریع آن‌ها قابل‌اجرا نیست.
  - استعمال بیش‌ازحد به تولید ضایعات و فاضلاب اضافی منتهی می‌گردد.
  - ازآن جایی‌که نرخ انتقال فیزیکی مواد نفتی سنگین در چنین محیطی کند خواهد بود، ازاین‌رو ماده نفتی کم‌تری برای بازیافت توسط جاذب‌ها باقی خواهد ماند.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی

- انتقال رسوب و مسایل فرسایش و انهدام و دورریزی ضایعات به حداقل می‌رسد.
- اساسا زمانی که ماده نفتی روی سطح است، موثر است نه هنگامی‌که زیر شن تمیز مدفون شده باشد
- ازآن جایی‌که بنزین سریع تبخیر می‌شود، استفاده از روش دستی که منجر به برهم زدن زیست‌گاه، رعایت ملاحظات ایمنی پرسنل و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود در توازن با مزایای پاک‌سازی نخواهد بود.

– حذف مکانیکی مواد نفتی

- سبب جابه‌جایی حجم بالایی از ماسه تمیز به همراه ماسه آلوده می‌شود.
- در سواحل پرتردد و هنگامی که طول زیادی از ساحل آلوده شده است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ازآن‌جایی‌که بنزین سریع تبخیر می‌شود، استفاده از روش دستی که منجر به برهم زدن زیست‌گاه، رعایت ملاحظات ایمنی پرسنل و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود در توازن با مزایای پاک‌سازی نخواهد بود.

– آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)

- تنها زمانی موثر است که ماده نفتی سیال است و به سستی به رسوبات می‌چسبد.
- بایستی فشار به منظور حداقل کردن شسته شدن ماسه به پایین‌دست بهینه گردد.

– مکش

- استفاده سریع از این روش می‌تواند از نفوذ عمقی مواد نفتی جلوگیری کند.
- هنگامی که به همراه آب‌پاشی از این روش استفاده شود مقدار ضایعات مربوط به جذب‌کننده‌ها را حداقل خواهد کرد.
- می‌تواند ماده نفتی غیر چسبناک را از روی لایه‌های ماسه‌ای کاملا، اما به‌آرامی مکش کند.

– اصلاح رسوبات

- برای رسوباتی که به مقدار کم آلوده شده‌اند، مناسب است. به‌عنوان یک مرحله نهایی پاک‌سازی برای آراستن ساحل‌های تفریحی بشمار می‌رود.
- از آن جایی‌که بنزین سریع تبخیر می‌شود، استفاده از روش دستی که منجر به برهم زدن زیست‌گاه، رعایت ملاحظات ایمنی پرسنل و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود در توازن با مزایای پاک‌سازی نخواهد بود.

– غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)

- برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل اجرا نیست.
- توجه ویژه برای جلوگیری از غنی شدن بیش‌ازحد، موردنیاز است.
- این روش برای مواد نفتی سبک‌تر که لایه‌های نازک‌تری تشکیل می‌دهند موثرتر بوده و در مورد مواد نفتی سنگین که تولیدکننده لایه‌های ضخیم‌تر هستند یا حتی در مورد مواد نفتی که مدتی در معرض هوا قرارگرفته‌اند (هوازده) اثربخشی کم‌تری دارد.

– ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل

- ممکن است این روش تنها راه پاک‌سازی مواد نفتی سنگین بدون جابه‌جایی رسوبات باشد.

– عوامل جامدساز

- برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل اجرا نیست.
- ممکن است استفاده اولیه از نفوذ عمیق‌تر ماده نفتی جمع‌شده جلوگیری کند.
- برای مواد نفتی سنگین، از آن جایی‌که خیلی ویسکوز هستند و به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند، تاثیرگذار نیست.

– سوزاندن در محل

- می‌تواند به طور موثری انباشته‌های ماده نفتی را از روی سطح پاک‌سازی نماید.
- نگرانی‌هایی در مورد آلودگی هوا، اثر دمایی بر روی زندگی گیاهان و جانوران آن ناحیه، خاصیت فیزیکی پسماند وجود دارد.
- احتمالا به حفر گودال‌هایی برای انباشته کردن ماده نفتی در حوضچه‌های حفرشده، نیاز خواهد بود.
- مواد نفتی سبک‌تر در شن نفوذ خواهند کرد و سطح کافی برای امکان سوختن ماده نفتی در دسترس نخواهد بود.

ج-۳- اثر نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

– آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)

- این روش ممکن است برای شل کردن و جدا کردن ماده نفتی چسبناک از ماسه‌ها به کار گرفته شود.
- هرگونه ارگانیسم موجود به طور نامساعدی توسط آب گرم تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

ج-۴- بیش‌ترین اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

– آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)

- جت‌های آب فشار بالا رسوبات به اندازه شن را روان کرده، ساحل را دچار فرسایش می‌کند و رسوبات نفتی شده را از داخل زیست گاه‌های نزدیک ساحل شستشو خواهد داد.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

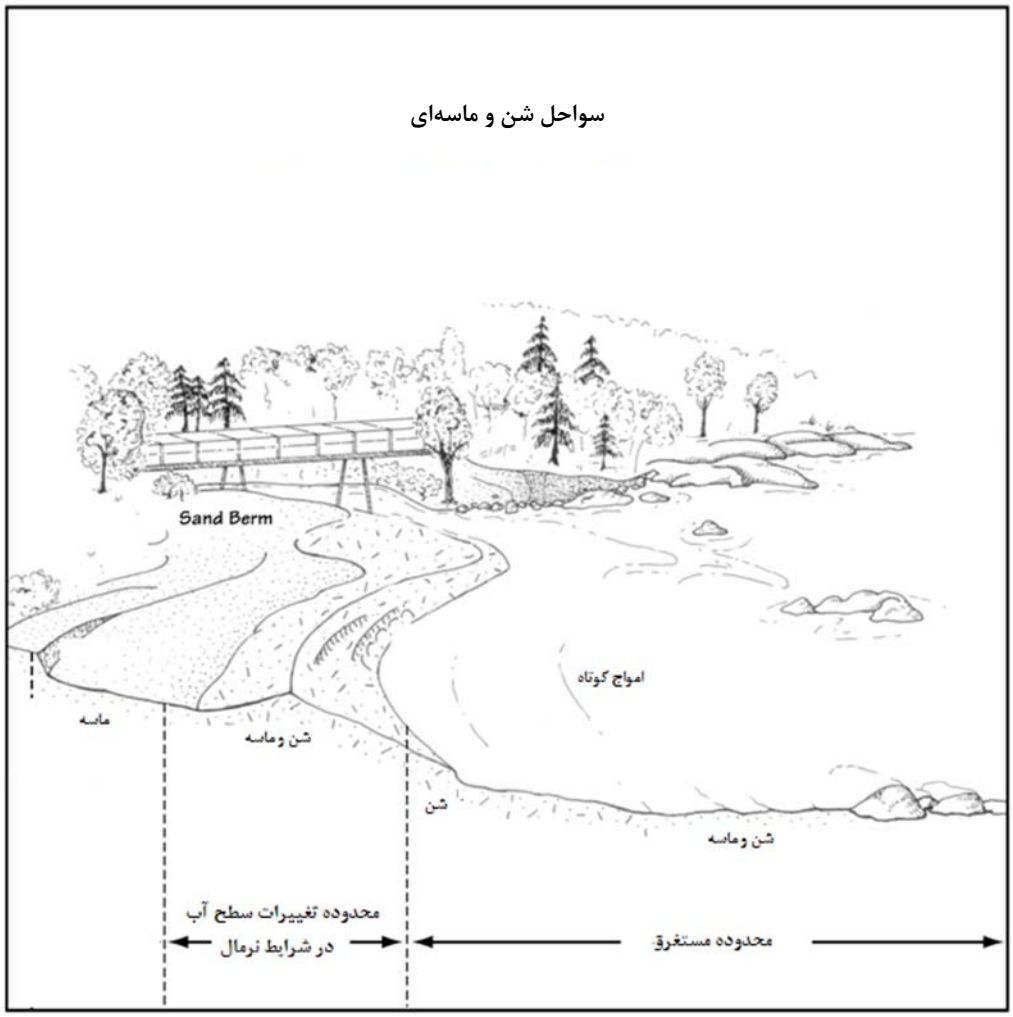
– استفاده از مواد شیمیایی برای پیش پاکسازی سواحل

- اطلاعات بیش‌تری در مورد محصولات در دسترس، میزان اثربخشی و اثر آن‌ها مورد نیاز است.

– پخش میکروب طبیعی

- اطلاعات جامع و کافی در مورد اثر و اثربخشی پخش میکروب طبیعی بر روی زیست‌گاه‌های آب شیرین وجود ندارد.

۴-۴-۳-۲-۸- سواحل شن و ماسه‌ای



الف- توصیف زیست‌گاه

سواحل شن و ماسه‌ای توسط لایه‌ای که بیش‌تر از مخلوطی از ماسه و رسوبات به اندازه قلوه‌سنگ، مشخص می‌شوند. ممکن است این زیست‌گاه‌ها از یک لایه قلوه‌سنگ‌های مرتب و منظم پوشیده توسط رسوبات ریزدانه‌ای (به‌اندازه ماسه) تا مخلوط ماسه، ریگ و قلوه‌سنگ را تحت پوشش قرار دهند. در نواحی که با برف و یخ پوشیده شده، عناصر شنی می‌توانند تخته سنگ‌های خیلی بزرگ نیز باشند. نرخ جایگزینی مجدد طبیعی برای شن در مقایسه با ماسه خیلی کند است. زیست‌گاه‌های مخلوط شن و ماسه به‌عنوان سواحل دریاچه‌های بزرگ و نقطه جداکننده رودخانه‌ها و نهرها به‌حساب می‌آیند.

ب- میزان حساسیت

زیست‌گاه‌های مخلوط شن و ماسه حساسیت متوسطی به نشتی‌های ماده نفتی دارند. اجتماعات بیولوژیکی در این مناطق به دلیل تحرک رسوب، خشک‌کردن و موجودات آلی کم، خیلی پراکنده هستند. بیش‌تر اوقات زندگی نرم‌تنان در

این زیست‌گاه‌ها در پناه‌گاه‌های عمیق زیرزمینی است. زیست‌گاه مجاور ساحل توسط ماهی‌ها برای تخمک‌گذاری و حفاظت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌چنین ممکن است تعداد محدودی پرنده و پستان‌دار در آنجا وجود داشته باشد.

با رسیدن مواد نفتی ویسکوز به این زیست‌گاه‌ها ممکن نیست ماده نفتی به داخل رسوبات نفوذ کند زیرا فضاهای متخلخل مابین رسوبات توسط ماسه پرشده‌اند. از این‌رو نفوذ عمیق ماده نفتی و ماندگاری طولانی‌مدت نسبت به لایه شنی کم‌تر است.

ج- روش‌های پاسخ: محیط‌های ساحل شن و ماسه مخلوط

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- حذف و خارج کردن نخاله‌ها
  - درجه نفتی شدن انتقال یا عدم انتقال نخاله‌ها را تعیین می‌کند. هم‌چنین از بین بردن نخاله‌ها به نوع استفاده انسان‌ها از منبع موردنظر یا وجود منابع حساس بستگی دارد
- آب‌پاشی
  - تنها در زمانی که ماده نفتی سیال است و آزادانه به رسوبات می‌چسبد، بیش‌ترین اثر را دارد.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.
- بازیافت طبیعی
  - برای نشتی‌های کوچک، انواع مواد نفتی سبک‌تر و نواحی دوردست اثر کم‌تری دارد.
- آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)
  - تنها زمانی موثر است که ماده نفتی سیال است و به سستی به رسوبات می‌چسبد.
  - فشارهای اضافی می‌تواند سبب فرسایش شود.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.
  - برای نشتی‌های بنزین، می‌تواند ماده نفتی را به سمت زیست‌گاه‌های حساس‌تر منتقل کند.
- جذب‌کننده‌ها
  - استعمال بیش از حد به تولید ضایعات و فاضلاب اضافی منتهی می‌گردد.
  - برای بازیافت لایه‌های نازک مواد نفتی روی آب، حتی برای نشت مواد بنزینی مفید است.
  - از آن جایی‌که نرخ انتقال فیزیکی مواد نفتی سنگین در چنین محیطی کند خواهد بود، از این رو ماده نفتی کم‌تری برای بازیافت توسط جاذب‌ها باقی خواهد ماند.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- مکش
  - استفاده از این روش برای جمع‌آوری مواد نفتی در مراحل اولیه نشت، از نفوذ بیش‌تر آن‌ها جلوگیری خواهد کرد.
- حذف/ پاک‌سازی دستی ماده نفتی
  - از آن جا که مواد بنزینی تمایل به تبخیر سریع دارند، پاک‌سازی دستی که سبب بر هم خوردگی محیط، ملاحظات شدید مربوط به ایمنی کارگران و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود، مزیتی نخواهد داشت.
  - انتقال رسوب و مسایل فرسایش و تولید ضایعات را کم می‌کند.
  - زمانی ترجیح داده می‌شود که ماده نفتی اساسا بر روی سطح است، نه این که به طور عمقی نفوذ کرده یا مدفون شده باشد.
- اصلاح رسوب
  - برای تجزیه ماده نفتی سنگین سطحی یا نمایان کردن مواد نفتی نفوذ کرده، به ویژه در نقاطی که انتقال رسوب منجر به فرسایش خواهد شد، استفاده می‌شود.
  - در جایی که سطح کافی برای تقابل با امواج، به منظور اصلاح و پخش رسوبات در داخل پروفیل عمومی خاک وجود دارد، استفاده می‌گردد.
  - از آن جا که مواد بنزینی تمایل به تبخیر سریع دارند، عملیات اصلاح رسوبات که سبب بر هم خوردگی محیط، ملاحظات شدید مربوط به ایمنی کارگران و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود، مزیتی نخواهد داشت.
- حذف مکانیکی مواد نفتی
  - سبب انتقال مقادیر زیادی رسوب به همراه ماده نفتی می‌شود.
  - برای انواع ماده نفتی سنگین‌تر اجرا می‌شود که انتقال به صورت دیگر مشکل و دشوار است.
  - از آن جا که مواد بنزینی تمایل به تبخیر سریع دارند، عملیات انتقال مکانیکی رسوبات که سبب بر هم خوردگی محیط، ملاحظات شدید مربوط به ایمنی کارگران و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود، مزیتی نخواهد داشت.
- ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل
  - این امکان وجود دارد که تنها تکنیک برای انتقال مواد نفتی ویسکوز بدون جابه‌جایی رسوبات باشد.
- غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)
  - برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل‌اجرا نیست.

- این روش برای مواد نفتی سبک‌تر که در لایه‌های نازک‌تری روی آب تشکیل می‌دهند موثرتر بوده و در مورد مواد نفتی سنگین که تولیدکننده لایه‌های ضخیم‌تر هستند یا حتی در مورد مواد نفتی که مدتی در معرض هوا قرار گرفته‌اند (هوازده) اثربخشی کم‌تری دارد.
- بیش‌ترین کاربرد را به عنوان تکنیک ثانویه بعد از برداشت مواد نفتی خالص دارد.
- توجه ویژه برای جلوگیری از غنی شدن بیش از حد، مورد نیاز است.

– سوزاندن در محل

- می‌تواند به طور موثری انباشته‌های ماده نفتی روی سطوح را پاک‌سازی نماید.
- مسایل و موضوعات همراه این روش شامل آلودگی هوا، خاصیت فیزیکی پسماند و اثر دمایی بر روی زندگی گیاهان و جانوران می‌شوند.
- ممکن است برای جمع‌آوری مواد نفتی نیاز به حفر گودال باشد.
- مواد نفتی سبک‌تر بر روی سطح رسوب باقی نخواهند ماند.

– مواد جامد کننده

- ممکن است استفاده اولیه از نفوذ عمیق‌تر ماده نفتی جمع‌شده جلوگیری کند.
- برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل استفاده نیست.
- در صورتی که از بوم‌ها و بالشتک‌ها استفاده شده باشد، می‌توان از این مواد برای بازیافت لایه‌های نازک مواد نفتی استفاده کرد.
- برای مواد نفتی سنگین، از آن جایی که خیلی ویسکوز هستند و به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند، تاثیرگذار نیست.
- برای مواد نفتی سبک‌تر در موقعیت‌های مناسب و انتخاب صحیح محصول قابل‌استفاده است.

ج-۳- اثر نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

– آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد)

- جت‌های آب با فشار بالا رسوبات آغشته به مواد نفتی را به داخل زیست‌گاه‌های مجاور ساحل منتقل خواهند کرد.
- اگر مقدار ماسه زیاد باشد، فشار اضافی و بیش‌ازحد می‌تواند منجر به فرسایش شود.

– آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)

- هرگونه ارگانیسم موجود توسط آب گرم تحت تاثیر قرار خواهد گرفت.
- استفاده از آن بر روی نشتی‌های مواد بنزینی ممکن است منجر به انتقال ماده نفتی به زیست‌گاه‌های حساس‌تر گردد.

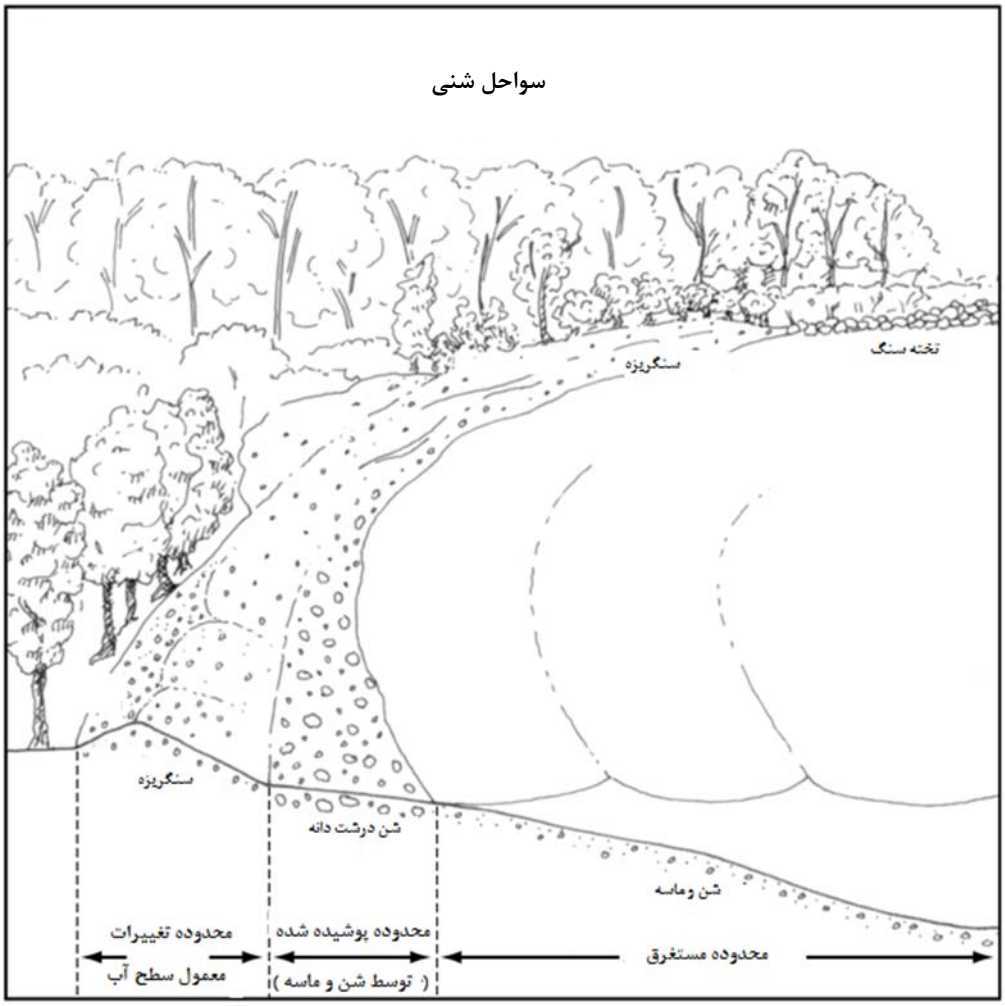
ج-۴- بیش‌ترین اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- آب‌پاشی با فشار بالا (آب گرم)
  - شن و ماسه نفتی شده را به نواحی مجاور ساحل انتقال داده و هرگونه ارگانیسم موجود را تحت تاثیر قرار خواهد داد.
- پاک‌سازی به کمک بخار
  - تکنیک بسیار مخرب و زیان‌آوری است به طوری‌که هرگونه ارگانیسم موجود را از بین می‌برد.
  - پتانسیل نفوذ عمیق‌تر ماده نفتی پخش‌شده را افزایش می‌دهد.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

- استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل
  - اطلاعات بیش‌تری در مورد محصولات در دسترس، میزان اثربخشی و اثر آن‌ها مورد نیاز است.
- پخش میکروب طبیعی
  - اطلاعات ناقصی در مورد اثر و اثربخشی بر روی زیست‌گاه‌های آب شیرین وجود دارد.

۴-۴-۳-۲-۹- سواحل شنی



الف- توصیف زیست‌گاه

زیست‌گاه‌هایی که غالب دانه‌بندی غالب مصالح در آن‌ها شن باشد، شنی نامیده می‌شوند. به این معنی که دانه‌های موجود در این سواحل از ۲ میلی‌متر تا ۲۵۶ میلی‌متر قطر را خواهد داشت. مقدار ماسه در این سواحل کم‌تر از ۱۰ درصد و در عمق بیش‌تر تا ۲۰ درصد نیز خواهد بود. این سواحل به دلیل دانه‌بندی خاص از نفوذپذیری بالا و ظرفیت باربری کمی برخوردارند بدین معنی که ترافیک وسایل نقلیه را تحمل نمی‌کنند. این سواحل در کنار دریاچه‌های بزرگ (با موج‌های بزرگ) و رودخانه‌های با جریان شدید، شکل می‌گیرند.

ب- میزان حساسیت

سواحل شنی از حساسیت متوسطی نسبت به نشت نفت برخوردارند. اجتماعات بیولوژیکی در این سواحل به دلیل جابه‌جایی رسوبات تمرکز کمی داشته و تجمع مواد ارگانیک نیز در آن‌ها کم خواهد بود. این سواحل در مقایسه با سواحل شن و ماسه‌ای از حساسیت بیش‌تری برخوردارند چراکه نفوذ مواد نفتی در آن‌ها بیش‌تر خواهد بود.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- جابه‌جایی نخاله
  - درجه نفتی شدن ضرورت و میزان انتقال یا عدم انتقال نخاله‌ها را تعیین می‌کند. هم‌چنین از بین بردن نخاله‌ها به نوع استفاده انسان‌ها از منبع موردنظر یا وجود منابع حساس بستگی دارد.
- آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)
  - تنها زمانی موثر است که ماده نفتی سیال است و به سستی به رسوبات می‌چسبد.
  - معمولا در تلفیق با روش مکش و استفاده از جاذب‌ها استفاده می‌گردد.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.
- شسته شدن با آب
  - تنها زمانی موثر است که ماده نفتی سیال است و به سستی به رسوبات می‌چسبد.
  - معمولا با روش‌های مختلف آب‌پاشی استفاده می‌شود.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.
- بازیافت طبیعی
  - برای نشتی‌های کوچک، انواع مواد نفتی سبک‌تر، نواحی دوردست و مناطق دچار فرسایش، کم‌ترین اثر را دارد.
- جذب‌کننده‌ها
  - استعمال بیش‌ازحد به تولید ضایعات و فاضلاب اضافی منتهی می‌گردد.
  - برای بازیافت لایه‌های نازک مواد نفتی (حتی برای بنزین) مناسب است.
  - از آن جایی که نرخ انتقال فیزیکی مواد نفتی سنگین در چنین محیطی کند خواهد بود، از این‌رو ماده نفتی کم‌تری برای بازیافت توسط جاذب‌ها باقی خواهد ماند.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- مکش
  - استفاده از این روش برای جمع‌آوری مواد نفتی در مراحل اولیه نشت، از نفوذ بیش‌تر آن‌ها جلوگیری خواهد کرد.
- آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد)
  - جت‌های آب با فشار بالا رسوبات آغشته به مواد نفتی را به داخل زیست‌گاه‌های مجاور ساحل منتقل خواهند کرد.
  - مواد نفتی با ویسکوزیته بالا به فشار آب زیادی برای شسته شدن نیازمندند.
- غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)
  - برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل اجرا نیست.
  - توجه ویژه برای جلوگیری از غنی شدن بیش از حد یا مسمومیت احتمالی ناشی از وجود آمونیاک، مورد نیاز است.
  - این روش برای مواد نفتی سبک‌تر که لایه‌های نازک‌تری روی آب تشکیل می‌دهند موثرتر بوده و در مورد مواد نفتی سنگین که تولیدکننده لایه‌های ضخیم‌تر هستند یا حتی در مورد مواد نفتی که مدتی در معرض هوا قرار گرفته‌اند (هوازده) اثربخشی کم‌تری دارد.
- حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی
  - از آن جایی که بنزین سریع تبخیر می‌شود، استفاده از روش دستی که منجر به برهم زدن زیست گاه، رعایت ملاحظات ایمنی پرسنل و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود در توازن با مزایای پاک‌سازی نخواهد بود.
  - انتقال رسوب و مسایل فرسایش و انهدام و دورریزی ضایعات را کم می‌کند.
  - نفوذ عمیق ماده نفتی در شن متخلخل، میزان اثربخشی روش را کاهش می‌دهد.
- اصلاح رسوبات
  - در جایی که به دلیل مسایل فرسایشی انتقال شن غیرممکن است، استفاده می‌شود.
  - برای اصلاح رسوبات و بازگشت آن‌ها به حالت اولیه خود بایستی محدوده به اندازه کافی در معرض امواج قرار داشته باشد.
  - از آن جایی که بنزین سریع تبخیر می‌شود، اصلاح رسوبات که منجر به برهم زدن زیست‌گاه، رعایت ملاحظات ایمنی پرسنل و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود در توازن با مزایای پاک‌سازی نخواهد بود.
- ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل
  - ممکن است این روش تنها راه پاک‌سازی مواد نفتی سنگین بدون جابه‌جایی رسوبات باشد.

- سوزاندن در محل
  - می‌تواند به طور موثری انباشته‌های ماده نفتی را از روی سطح پاک‌سازی نماید.
  - ممکن است برای جمع‌آوری مواد نفتی نیاز به حفر گودال باشد
  - مواد نفتی سبک‌تر بر روی سطح رسوب باقی نخواهند ماند.
  - مسایل و موضوعات همراه این روش شامل آلودگی هوا، خاصیت فیزیکی پسماند و اثر دمایی بر روی زندگی گیاهان و جانوران می‌شوند.
- مواد جامد کننده
  - ممکن است استفاده اولیه از نفوذ عمیق‌تر ماده نفتی جمع شده جلوگیری کند.
  - برای مواد نفتی سنگین، از آن جایی که خیلی ویسکوز هستند و به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند، تاثیرگذار نیست.
  - در صورتی که از بوم‌ها و بالشتک‌ها استفاده شده باشد، می‌توان از این مواد برای بازیافت لایه‌های نازک مواد نفتی استفاده کرد.

ج-۳- اثر نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

- آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)
  - این روش ممکن است برای شستن مواد نفتی نفوذ یافته با ویسکوزیته بالا، استفاده شود.
  - هرگونه ارگانیسم موجود توسط آب گرم تحت تاثیر قرار خواهد گرفت.
- حذف مکانیکی مواد نفتی
  - در این روش احتمال انتقال مقادیر زیادی شن با ماده نفتی وجود دارد.
  - عبور و مرور ماشین‌آلات و پرسنل بر روی ساحل شنی می‌تواند ماده نفتی را بیش‌تر و عمیق‌تر در داخل رسوبات نفوذ دهد.

ج-۴- بیش‌ترین اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

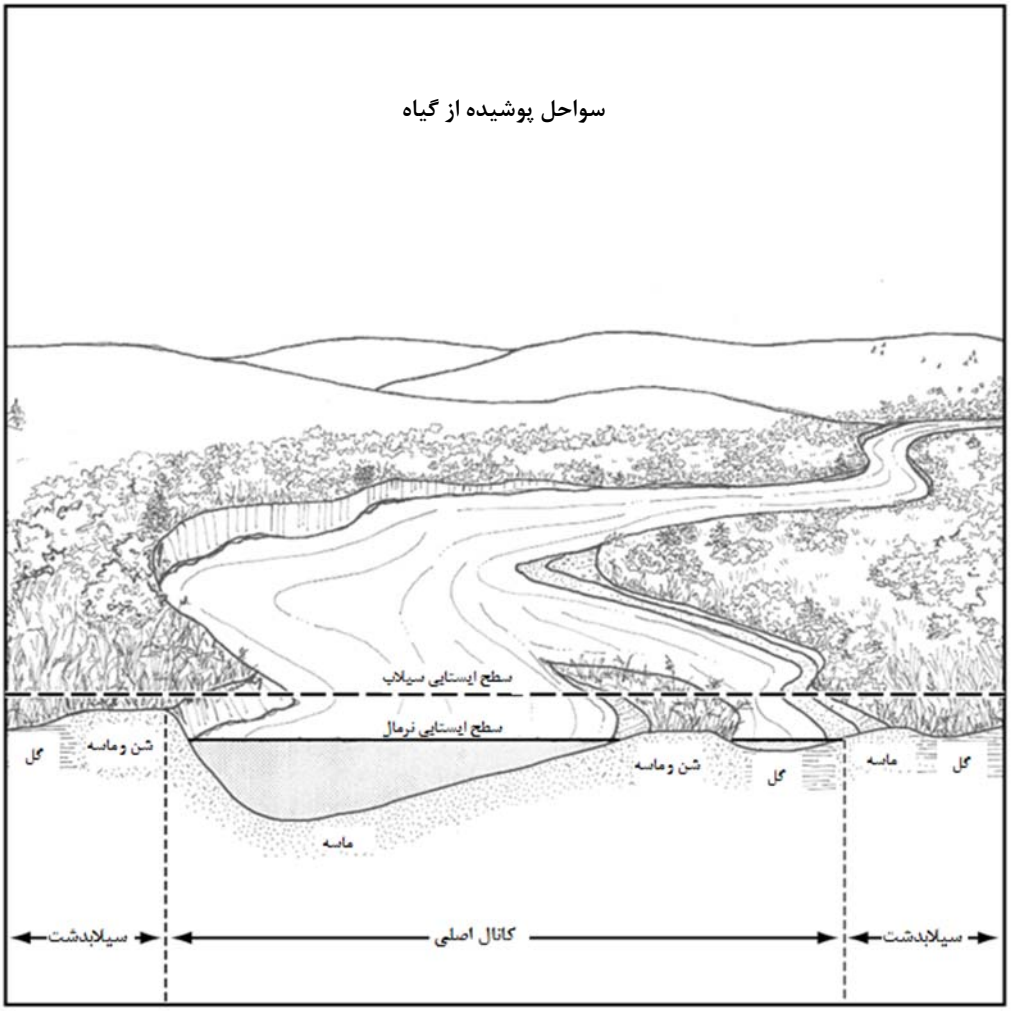
- آب‌پاشی با فشار بالا (آب گرم)
  - جت‌های آب با فشار بالا رسوبات آغشته به مواد نفتی را به داخل زیست‌گاه‌های مجاور ساحل منتقل خواهند کرد.
  - هرگونه ارگانیسم موجود را تحت تاثیر قرار خواهد داد.
- پاک‌سازی به کمک بخار
  - تکنیک بسیار مخرب و زیان‌آوری است به طوری که هرگونه ارگانیسم موجود را از بین می‌برد.

- پتانسیل افزایش عمق نفوذ مواد نفتی خواهد شد.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

- پیش آماده‌سازی شیمیایی خط ساحلی
  - اطلاعات بیش‌تری در مورد محصولات در دسترس، میزان اثربخشی و اثر آن‌ها مورد نیاز است.
- پخش میکروب طبیعی
  - اطلاعات جامع و کافی در مورد اثر و اثربخشی بر روی زیست‌گاه‌های آب شیرین وجود ندارد.

۴-۴-۳-۲-۱۰- سواحل پوشیده از گیاه



الف- توصیف زیست‌گاه

سواحل پوشیده از گیاه شامل سواحل غیر باتلاقی پوشیده از گیاه می‌شوند که معمول‌ترین سواحل برای رودخانه‌ها محسوب می‌شوند. شیب سواحل می‌تواند کم یا زیاد بوده و پوشش گیاهی چمن، بوته یا درخت را شامل می‌شود. این سواحل اشباع از آب نبوده و دانه‌بندی خاک آن از رس تا شن را شامل می‌شود. در مناطق توسعه‌نیافته (دور از دسترس) این سواحل می‌توانند پوسیده از برگ‌ها و شاخ‌های پوسیده باشند.

ب- میزان حساسیت

این زیست‌گاه از حساسیت متوسط تا زیادی نسبت به نشت نفت برخوردارند. با وجود این‌که این سواحل از اهمیت بالایی به لحاظ دارا بودن حیوانات خاص برخوردار نیستند اما درهرحال حیوانات مختلف ممکن است از پوشش گیاهی آن‌ها برای تغذیه استفاده نمایند. گیاهانی که در دوره سیلابی به مواد نفتی آغشته شده‌اند احتمالا دچار آسیب بیش‌تری

خواهند شد، چراکه نشست سیلاب (به‌ویژه اگر سریع اتفاق افتاده باشد) سبب نفوذ مـواد نفتـی و رسـیدن آن بـه ریشـه گیاهان خواهد شد. در این میان گیاهان فصلی و سالانه بیش‌ترین آسیب را خواهند دیـد. هـم‌چنـین نفتـی کـه پـس از فروکش کردن سواحل نشست می‌کند تا سیلاب بعد با همین تراز ارتفاعی آب در سواحل باقی خواهد ماند.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- بازیافت طبیعی
  - حداقل اثر را برای نشتی‌هایی در ابعاد کوچک و متوسط و مواد نفتی سبک‌تر دارد.
  - اثر بیش‌تری بر روی نشتی‌های بزرگ یا متوسط و یا مواد نفتی با ویسکوزیته بالا می‌گذارد.
- شستشو با آب
  - این روش برای سواحل شیب‌دار از لحاظ عملیاتی دشوار بوده و کارایی پایینی خواهد داشت.
  - این روش مناسب سواحل آرام و در مواردی که ماده نفتی انباشته شده‌اند، می‌باشد. البته فرض بر این است که ماده نفتی می‌تواند به سمت تجهیزات بازیافت یا جاذب‌ها هدایت شود.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیـاد مـاده نفتـی را برجـای بـاقی خواهد گذاشت.
  - استفاده از آن بر روی نشتی‌های مواد بنزینی ممکن است منجر به انتقال ماده نفتـی بـه زیسـت‌گـاه‌هـای حساس‌تر گردد.
- آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)
  - برای شستشوی مواد نفتی مخلوط با ماسه به داخل آب و انجام عمل بازیافت پس از آن به کار می‌رود.
  - پوشش گیاهی پتانسیل فرسایش رسوبات ناشی از آب‌پاشی را به حداقل می‌رساند.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیـاد مـاده نفتـی را برجـای بـاقی خواهد گذاشت.
  - استفاده از آن بر روی نشتی‌های مواد بنزینی ممکن است منجر به انتقال ماده نفتـی بـه زیسـت‌گـاه‌هـای حساس‌تر گردد.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- جذب‌کننده‌ها
  - برای بازیافت لایه‌های نازک مواد نفتی و حتی برای نشتی‌های بنزینی مفید و سودمند است.

- از آن جایی که نرخ انتقال فیزیکی مواد نفتی سنگین در چنین محیطی کند خواهد بود، از این‌رو ماده نفتی کم‌تری برای بازیافت توسط جاذب‌ها باقی خواهد ماند.
- استعمال بیش‌ازحد به تولید ضایعات و فاضلاب اضافی منتهی می‌گردد.

– حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی

- مقداری مخلوط کردن ماده نفتی در داخل لایه و از بین بردن گیاهان توسط عبور و مرور در مناطق نفتی شده اجتناب‌ناپذیر است.
- از آن‌جا که مواد بنزینی تمایل به تبخیر سریع دارند، پاک‌سازی دستی که سبب برهم‌خوردگی محیط، ملاحظات شدید مربوط به ایمنی کارگران و تولید ضایعات و فاضلاب می‌شود، مزیتی نخواهد داشت.

– حذف/پاک‌سازی نخاله‌ها

- درجه نفتی شدن انتقال یا عدم انتقال نخاله‌ها را تعیین می‌کند. هم‌چنین از بین بردن نخاله‌ها به نوع استفاده انسان‌ها از منبع مورد نظر یا وجود منابع حساس بستگی دارد
- در جایی که لایه نازک است یا کار از درون قایق‌ها هدایت و کنترل می‌شود، حداقل مسایل و مشکلات به وجود می‌آید.

– مکش

- در جایی که لایه، ظرفیت عبور و مرور وسایل نقلیه را ندارد، پتانسیل آسیب‌رسانی بالاست.
- بیش‌ترین اثرها را در جایی که دسترسی خوب بوده و لایه ظرفیت عبور و مرور وسایل نقلیه را دارد، خواهد داشت.
- تنها هنگامی مفید است که ماده نفتی جمع می‌شود.

– حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی

- در نواحی که مورد استفاده حیوانات حساس قرار می‌گیرد، ممکن است مورد نیاز باشد.

– غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)

- در جایی که ماد غذایی یک فاکتور محدود کننده برای کاهش ماده نفتی است، کاربرد دارد.
- پس پاک‌سازی مواد نفتی خالص اثر بیش‌تری خواهد داشت.
- برای مواد نفتی بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل اجرا و عملی نیست.

– سوزاندن در محل

- می‌تواند حداقل تخریب فیزیکی برای پاک‌سازی ماده نفتی از سواحل داشته باشد.
- برای مناطق پوشیده از علف نسبت به سواحل پوشیده از درخت و درختچه اثر کم‌تری دارد.

ج-۳- اثر نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

- آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد)
  - اسپری کردن آب با فشار بالا گیاهان را از بین برده و رسوبات را دچار فرسایش می‌کند.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.
  - استفاده از آن بر روی نشتی‌های مواد بنزینی ممکن است منجر به انتقال ماده نفتی به زیست‌گاه‌های حساس‌تر گردد.
- حذف مکانیکی مواد نفتی
  - احتمال ایجاد خرابی‌های فیزیکی بیش از اندازه در اثر استفاده از تجهیزات وجود دارد.

ج-۴- بیش‌ترین اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)
  - آب گرم می‌تواند موجب مرگ و از بین رفتن گیاهان شود و اساسا منجر به فرسایش زیست‌گاه و از بین رفتن آن خواهد شد.
- آب‌پاشی با فشار بالا (آب گرم)
  - تلفیق فشار بالا و آب گرم، خطر بالایی برای رسوبات و گیاهان ایجاد خواهد کرد.
- اصلاح رسوب
  - سبب تخریب گسترده زیست‌گاه خواهد شد.
- عوامل جامدساز
  - در مورد مواد بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل اجرا و عملی نیست.
  - ممکن است به‌کارگیری و استعمال ذرات آزاد ریز، از انتقال ماده نفتی مخلوط شده و چسبیده به گیاهان، زباله‌ها و نخاله‌ها جلوگیری کند.
  - در صورتی که از بوم‌ها و بالشتک‌ها استفاده شده باشد، می‌توان از این مواد برای بازیافت لایه‌های نازک مواد نفتی استفاده کرد.
  - برای مواد نفتی سنگین، از آن جایی که خیلی ویسکوز هستند و به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند، تاثیرگذار نخواهد بود.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

- استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل

- اطلاعات ناقصی در مورد میزان اثربخشی و اثر آن‌ها در گیاهان آب شیرین موجود است.

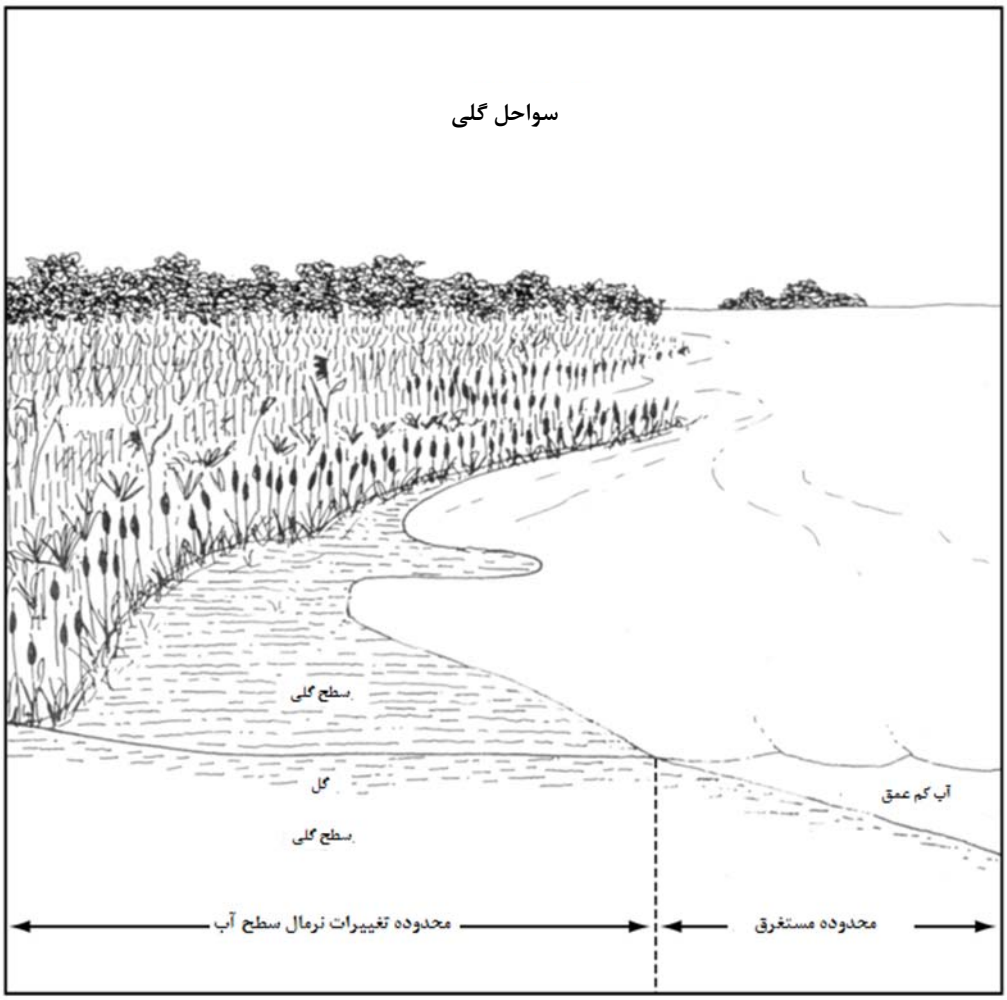
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل

- اطلاعات بیش‌تری در زمینه محصولات در دسترس، میزان اثربخشی و اثر استفاده بر روی زیست‌گاه‌های ساحلی دارای پوشش گیاهی مورد نیاز است.

– پخش میکروب طبیعی

- اطلاعات جامع و کافی در مورد اثر و اثربخشی در خطوط ساحلی پوشیده شده از گیاه آب شیرین وجود ندارد.

۴-۴-۳-۲-۱۱- سواحل گلی



الف- توصیف زیست‌گاه

این زیست‌گاه‌ها معمولا از لایه‌های پوشیده از رسوبات سیلتی و ماسه‌ای تشکیل شده‌اند. گاه این رسوبات مقادیری شن و ماسه نیز به همراه خواهند داشت. این رسوبات معمولا به‌صورت اشباع بوده و ظرفیت باربری پایینی خواهد داشت؛ بنابراین سواحل گلی شیب بسیار کمی داشته و در برابر امواج مقاومت کمی از خود نشان خواهند داد. این سواحل معمولا به تالاب‌ها تعلق دارند.

ب- میزان حساسیت

این زیست‌گاه‌ها از حساسیت بالایی نسبت به نشت نفت و فعالیت‌های مرتبط با پاک‌سازی آن، برخوردارند. این سواحل سرشار از مواد ارگانیک و مواد غذایی مورد استفاده پرندگان، سخت‌پوستان و حتی ماهی‌ها هستند. به دلیل نفوذناپذیر بودن این زیست‌گاه‌ها نفت در آن‌ها نفوذ نکرده و تنها در سوراخ‌ها و گودال‌های حفرشده توسط حیوانات داخل

خواهد شد. نرخ بازیافت طبیعی مواد نفتی در این سواحل پایین بوده و ظرفیت باربری پایین آن‌ها بـه معنـی وارد آمـدن خسارات سنگین در اثر فعالیت‌های پاک‌سازی نفت و برای مدت‌های طولانی خواهد بود، چراکه سبب فرسـایش شـدید و اختلاط مواد نفتی با لایه‌های زیرین خاک خواهد شد.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- بازیافت طبیعی
  - حداقل اثر را برای نشتی‌های کوچک و مواد نفتی سبک دارد چراکه از پخـش شـدن مـواد نفتـی ناشـی از فعالیت‌های پاک‌سازی جلوگیری می‌کند.
  - برای نشتی‌های بزرگ یا مواد نفتی سنگین استفاده از این روش ماندگاری و دوام زیاد مواد نفتی در محیط را به همراه دارد.
- آب‌پاشی
  - تنها برای مواد نفتی مایع تازه موثر است.
  - توپوگرافی محلی می‌تواند قابلیت کنترل کردن جریان آب و مواد نفتـی و در نتیجـه اثربخشـی بازیافـت را تحت تاثیر قرار دهد.
  - استفاده از آن بر روی نشتی‌های مواد بنزینی ممکن است منجر به انتقال ماده نفتـی بـه زیسـت‌گـاه‌هـای حساس‌تر گردد.
- جذب‌کننده‌ها
  - تا زمانی که ماده نفتی توسط جاذب، تجهیز و بازیافت می‌شود، موثر است.
  - استعمال بیش از اندازه منجر به تولید ضایعات و فاضلاب اضافی می‌گردد.
  - انتخاب محل دقیق قرار دادن جاذب‌ها و انجام عمل بازیافت سبب حـداقل نمـودن پخـش مـواد نفتـی در لایه‌های مختلف خواهد شد.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- حذف نخاله‌های آغشته به مواد نفتی
  - درجه نفتی شدن انتقال یا عدم انتقال نخاله‌ها را تعیین می‌کند. هم‌چنین از بین بـردن نخالـه‌هـا بـه نـوع استفاده انسان‌ها از منبع مورد نظر یا وجود منابع حساس بستگی دارد.
  - احتمال تجزیه و فروپاشی لایه نرم در ابعاد وسیع وجود دارد.
- مکش

- برای نشتی‌های بنزینی به دلیل ملاحظات و مسایل ایمنی اجرایی نیست.
- به منظور انتقال ماده نفتی جمع شده بر روی سطح مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- از حفر هرگونه خندق برای جمع شدن ماده نفتی خودداری شود زیرا در این صورت ماده نفتی عمیق‌تر در داخل رسوب نفوذ خواهد کرد.
- فروپاشی لایه‌های نرم می‌تواند توسط جای‌گزینی تخته‌ها بر روی سطح و کنترل کردن مسیرهای دسترسی کنترل شود.

ج-۳- اثر نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

- سوزاندن در محل
  - ممکن است حرارت بر روی حاصل‌خیزی بیولوژیکی به ویژه در جایی که آب به عنوان یک خنک‌کننده وجود ندارد اثر بگذارد.
- آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)
  - اگر لایه محکم نباشد، گل به آسانی کنده خواهد شد.
  - برای مواد نفتی با چگالی بالا که با فشار پایین جابه‌جا نمی‌شوند، موثر نیست.
  - توپوگرافی محیط می‌تواند توانایی کنترل مسیر جریان آب و مواد نفتی شسته شده را محدود نماید.
  - استفاده از آن بر روی نشتی‌های مواد بنزینی ممکن است منجر به انتقال ماده نفتی به زیست‌گاه‌های حساس‌تر گردد.
- حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی
  - در جاهایی که ماده نفتی با مقادیر متوسط یا زیاد وجود داشته و در نقاطی که منابع حساس باید حفاظت شوند، این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد.
  - در این روش احتمال پخش آلودگی در درون لایه‌های مختلف در اثر لگدمال شدن محیط زیر پای پرسنل عملیات پاسخ وجود دارد.
- آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)
  - احتمال برجای ماندن اثرات فیزیکی و حرارتی بر محیط وجود دارد.

ج-۴- بیش‌ترین اثرات نامطلوب بر روی زیست‌گاه

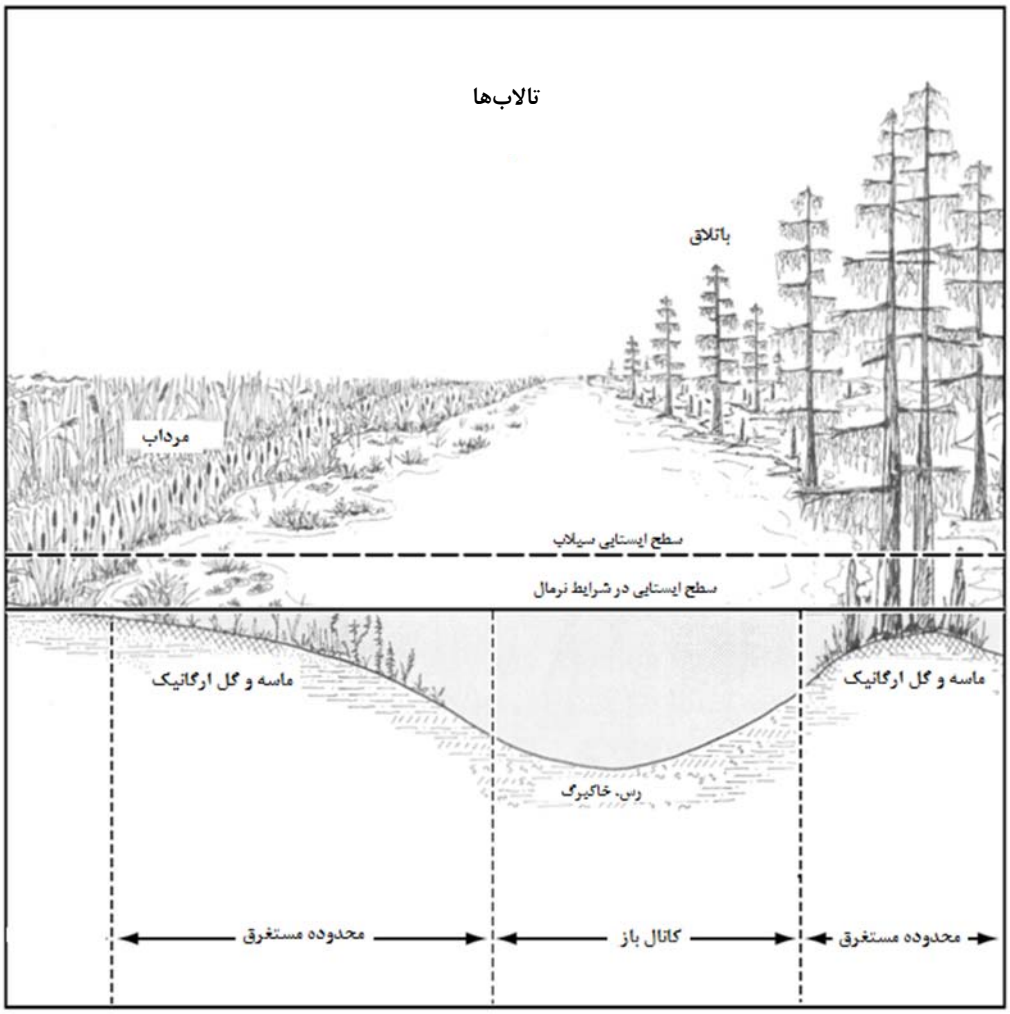
- عوامل جامدکننده
  - احتمال بالای تجزیه و مخلوط شدن بیش‌تر ماده نفتی داخل لایه در طی عملیات بازیافت وجود دارد.
  - بر روی مواد نفتی سنگین، از آن جایی که خیلی ویسکوز هستند و به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند، تاثیری ندارد.

- حذف مکانیکی مواد نفتی
  - لایه نرم ظرفیت عبور و مرور وسایل نقلیه را نخواهد داشت.
  - این روش احتمالا منجر به تخریب فیزیکی زیست‌گاه در سطح وسیع خواهد شد.
- آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد و گرم)
  - فشار بالای آب موجب فرسایش و کنده شدن رسوبات در سطح وسیع خواهد شد.
  - پتانسیلی دفن رسوبات نفتی شده و حمل ماده نفتی به مناطق مجاور را افزایش می‌دهد.
- اصلاح رسوبات
  - به طور وسیعی زیست‌گاه را از نظر فیزیکی تخریب خواهد کرد.
  - نفوذ، دفن و ماندگاری ماده نفتی را افزایش می‌دهد.
- ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل
  - محصولات متداول برای استفاده هم‌زمان با آب‌پاشی با فشار بالا طراحی می‌شوند؛ لذا در زمان آب‌پاشی بایستی فشار آب دائما کنترل گردد.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

- پخش میکروب طبیعی و غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)
  - برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها اجرایی نیست.
  - اطلاعات ناقصی در مورد اثر و میزان اثربخشی بر روی زیست‌گاه‌های گلی موجود است.
- استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاکسازی سواحل
  - اطلاعات جامع و کافی در مورد مسمومیت مستقیم محصولات، نتایج اختلالات از کاربرد و بازیابی، اثربخشی و سود خالص وجود ندارد.

۴-۴-۳-۲-۱۲- تالاب‌ها



الف- توصیف زیست‌گاه

تالاب‌ها براساس آب، خاک منحصر به فردی که با زمین‌های اطراف خود متفاوت بوده و پوشش گیاهی متناسب با محیط‌های مرطوب، طبقه‌بندی می‌شوند. تالاب‌های شامل طیف وسیعی از زیست‌گاه‌ها از قبیل باتلاق‌ها، زمین‌های پست و مرداب‌ها می‌شوند. لایه‌های تشکیل‌دهنده تالاب‌ها، پوشش گیاهی، هیدرولوژی و استفاده‌های بیولوژیکی از تالاب‌ها به اندازه‌ای متنوع هستند که طبقه‌بندی آن‌ها را دشوار می‌کند. پوشش گیاهی در این زیست‌گاه‌ها معمولا روی سطح یا زیر سطح آب قرار داشته و ساکن بودن سطح آب به همراه پوشش گیاهی، تفاوت اصلی میان تالاب‌ها و آبروها یا زهکش‌ها است. همچنین تفاوت تالاب‌ها با زمین‌های گلی در این است که با شروع فصول خشک با افت سطح آب، تالاب به زمین گلی تبدیل می‌گردد.

ب- میزان حساسیت

تالاب‌ها از حساسیت بسیار بالایی در برابر نشت نفت برخوردار هستند. از آن جایی که این زیستگاه‌ها معمولا سرشار از ارگانیسم‌های زنده هستند نشت نفت اثرات شدیدی بر این زیست‌گاه‌ها برجای خواهد گذاشت. نشت نفت علاوه بر ارگانیسم‌های طبیعی، لایه‌های خاک تالاب‌ها را نیز به‌شدت تحت تاثیر قرار خواهد داد.

ج- روش‌های پاسخ

ج-۱- حداقل اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- بازیافت طبیعی
  - کم‌ترین اثر مخرب را برای نشتی‌های کوچک تا متوسط و یا مواد نفتی سبک‌تر دارد؛ اغلب از خرابی‌های ناشی از فعالیت‌های پاک‌سازی، جلوگیری می‌کند.
  - برای جلوگیری از نفتی شدن حیواناتی که در دوره تمیز شدن تالاب از آن استفاده خواهند کرد، ممکن است انجام پاره‌ای از اقدامات پاک‌سازی مورد نیاز باشد.
- جذب‌کننده‌ها
  - رعایت احتیاط حین انجام عملیات پاک‌سازی و بازیافت برای حداقل کردن اختلالات وارد به لایه‌های آب و خاک و گیاهان تالاب، ضروری و لازم است.
  - استعمال بیش از حد منجر به تولید ضایعات می‌گردد.
- شسته شدن با آب
  - ممکن است که فرسایش لایه‌ها و گیاهان مشکلی اساسی در مسیر عملیات باشد.
  - می‌تواند به طور انتخابی برای برداشت لکه‌های نفتی موضعی و سنگین، مورد استفاده قرار گیرد.
  - هدایت آب و جریان نفت به سمت تجهیزات بازیافت می‌تواند سخت باشد.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.
  - استفاده از آن برای مواد بنزینی ممکن است ماده نفتی را به زیست‌گاه‌هایی با حساسیت بیش‌تر منتقل کند.
- فشار کم، پاشیدن آب سرد
  - فشار بالای آب می‌تواند لایه‌های خاک و گیاهان موجود را از بین ببرد.
  - استفاده از این روش برای پاک‌سازی مواد نفتی سنگین، احتمالا مقادیر زیاد ماده نفتی را برجای باقی خواهد گذاشت.

- استفاده از آن برای مواد بنزینی ممکن است ماده نفتی را به زیست‌گاه‌هایی با حساسیت بیش‌تر منتقل کند.

ج-۲- مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- سوزاندن در محل
  - ممکن است یکی از روش‌های حذف و پاک‌سازی مواد نفتی با حداقل تخریب‌ها فیزیکی باشد.
  - وجود یک لایه آب بر روی سطح مرداب می‌تواند از ریشه‌ها حفاظت کند.
  - بازه زمانی (فصل رشد و نمو گیاهان) یکی از مهم‌ترین ملاحظات است.
  - ممکن است برای نشت مواد بنزینی به دام افتاده در داخل یخ مناسب باشد.
- مکش
  - می‌تواند در پاک‌سازی ماده نفتی انباشته شده، از سطح مرداب موثر باشد.
  - لگدمال شدن گیاهان و سطح می‌تواند توسط قرار دادن تخته‌هایی بر روی سطح و کنترل عبور و مرور، محدود شود.
  - حذف نخاله‌های آغشته به مواد نفتی
  - برداشت و خارج کردن نخاله‌های متحرک آغشته به مواد نفتی، آلودگی حیات‌وحش را کاهش خواهد داد.

ج-۳- اثر نامطلوب محتمل (نامطلوب محسوس) بر روی زیست‌گاه

- حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی
  - به منظور جلوگیری از نفتی شدن حیوانات حساس در تالاب انجام می‌شود.
  - اغلب برای مواد نفتی هم‌چون مواد نفتی متوسط و سنگین که به صورت یک لایه ضخیم چسبناک روی گیاهان را می‌پوشانند، مناسب است.
  - این امکان وجود دارد که بازیافت گیاهان به دلیل هر دو فاکتور اثر ماده نفتی و تخریب فیزیکی توسط پرسنل عملیات پاک‌سازی به تاخیر بیفتد.
  - ممکن است له شدن و لگدمال کردن گیاهان توسط کنترل کردن مسیر راه با استفاده از تخته‌های قرار گرفته روی سطح یا هدایت و راهنمایی قایق‌های عملیاتی کاهش یابد.
- حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی
  - در جاهایی که ماده نفتی با مقادیر متوسط یا زیاد وجود داشته و در نقاطی که منابع حساس استفاده کننده از تالاب با احتمال آلودگی مواجهند، این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد.
  - در این روش احتمال ورود آلودگی به لایه‌های پایین‌تر رسوبات در مسیر تردد پرسنل، وجود دارد.

ج-۴- بیش‌ترین اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه

- آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد)
  - اسپری با فشار بالا رسوبات، ریشه‌ها و حیوانات را از بین خواهد برد.
- آب‌پاشی با فشار کم، آب‌پاشی با فشار بالا (آب گرم)
  - آب گرم سبب از بین رفتن گیاهان خواهد شد.
- حذف مکانیکی مواد نفتی
  - استفاده از وسایل نقلیه روی لایه‌های نرم منجر به تخریب فیزیکی و گسترده خواهد شد.
  - می‌تواند به طور کامل لایه‌های تالاب، هیدرولوژی و پوشش گیاهی را برای سال‌های زیادی تغییر دهد.
  - در تالاب‌هایی که به شدت نفتی شده‌اند، در مواقعی که تکنیک‌های دیگر رد شده دلیل محکمی برای استفاده از این روش وجود داشته باشد، استفاده می‌شود.
- اصلاح رسوبات
  - هیچ سودی در مخلوط کردن بیش‌تر و عمیق‌تر مواد نفتی در خاک‌های آلی و دانه‌ریز وجود ندارد.
- عوامل جامدساز
  - برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها اجرایی نیست.
  - به منظور افزایش چسبندگی به گیاهان و کاهش نرخ انتقال/ هوازدگی ماده نفتی باقی‌مانده به کار می‌رود.
  - بر روی مواد نفتی سنگین، از آن جایی که خیلی ویسکوز هستند و به محصول اجازه مخلوط شدن در داخل ماده نفتی را نمی‌دهند، تاثیری ندارد.
- عوامل پاک‌سازی خط ساحلی
  - اطلاعات بیش‌تری در زمینه محصولات در دسترس، میزان اثربخشی و اثر استفاده بر روی زیست‌گاه‌های ساحلی دارای پوشش گیاهی مورد نیاز است.

ج-۵- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثرگذاری ناقص است

- پخش میکروب طبیعی و غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)
  - برای نشتی‌های بنزینی به دلیل تبخیر سریع آن‌ها قابل اجرا نیست.
  - توجه ویژه برای جلوگیری از غنی شدن بیش‌ازحد یا مسمومیت احتمالی ناشی از وجود آمونیاک، مورد نیاز است.
  - اطلاعات ناقصی در مورد اثر و اثربخشی در تالاب‌ها وجود دارد.
- پیش آماده‌سازی شیمیایی خط ساحلی
  - اطلاعات ناقصی در مورد مسمومیت محصول، نتایج اختلال از کاربرد و بازیابی، میزان اثربخشی و سود خالص وجود دارد.

۴-۴-۴- خلاصه روش‌های پاسخ و زیست‌گاه‌ها

در جداول (۴-۶) تا (۴-۱۳) مروری کلی از روش‌های پاسخ فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برای چهار نوع ماده نفتی متفاوت اعمال‌شده به تمامی محیط‌های آبی و زیست‌گاه‌های ساحلی ارائه شده است.

جدول ۴-۶- محصولات بنزینی: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های آبی

محیط آبی				
روش پاسخ	آب‌های آزاد (۱)	رودخانه‌های بزرگ (۲)	دریاچه‌ها و مخازن کوچک (۳)	رودخانه‌های کوچک/نهرها (۴)
روش‌های پاسخ فیزیکی				
بازیافت طبیعی	الف	الف	الف	الف
بوم‌گذاری- انحراف یا خروج مواد نفتی	-	-	-	-
بوم‌گذاری- مهار و محصور کردن مواد نفتی	الف	الف	الف	الف
سرباره‌گیری	-	-	-	الف
سدها/ خاک‌ریزها	-	-	-	ب
جمع‌آوری فیزیکی	ب	ب	ج	ب
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	-	-	-	-
حذف مکانیکی مواد نفتی	-	-	-	-
جاذب‌ها	-	-	-	-
مکش	-	-	-	-
خارج کردن نخاله‌های آغشته به مواد نفتی	-	-	-	-
اصلاح رسوبات	-	-	-	-
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	-	-	-	-
سوزاندن در محل	-	-	ب	ج
شسته شدن با آب	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	-	-	-	-
پاک‌سازی با بخار	-	-	-	-
ماسه‌پاشی	-	-	-	-
روش‌های پاسخ شیمیایی				
پخش‌کننده‌ها	د	د	د	د
عوامل امولسیون‌ساز	-	-	-	-
عوامل ویسکوالاستیک	-	-	-	ب
عوامل جمع‌کننده	د	د	ب	د
جامدکننده‌ها	د	د	د	ب
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-
روش‌های پاسخ بیولوژیکی				
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	-	-	-	-
پخش میکروب طبیعی	-	-	-	-

طبقه‌بندی زیر به‌منظور مقایسه اثر محیطی مرتبط هر روش پاسخ برای محیط یا زیست‌گاه خاص و انواع مواد نفتی استفاده شده است.

الف- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ب- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ج- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی بر روی زیست‌گاه داشته باشد

د- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ه- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثر گذاری ناقص است

- - اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد

جدول ۴-۷- محصولات بنزینی: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های ساحلی

محیط ساحلی								
روش پاسخ	سواحل سنگی (۵)	سازه‌های مصنوعی (۶)	سواحل ماسه‌ای (۷)	سواحل پوشیده از گیاه (۸)	سواحل شن و ماسه‌ای (۹)	سواحل شنی (۱۰)	سواحل گلی (۱۱)	تالاب‌ها (۱۲)
روش‌های پاسخ فیزیکی								
بازیافت طبیعی	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف
بوم‌گذاری- انحراف یا خروج مواد نفتی	–	–	–	–	–	–	–	–
بوم‌گذاری- مهار و محصور کردن مواد نفتی	–	–	–	–	–	–	–	–
سرباره‌گیری	–	–	–	–	–	–	–	–
سدها/ خاک‌ریزها	–	–	–	–	–	–	–	–
جمع‌آوری فیزیکی	–	–	–	–	–	–	–	–
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	–	–	د	د	د	د	د	د
حذف مکانیکی	–	–	د	د	د	د	د	د
جاذب‌ها	ب	ب	–	–	–	–	ب	ج
مکش	–	–	–	–	–	–	–	–
خارج کردن نخاله‌ها	–	–	–	–	–	–	–	–
اصلاح رسوبات	–	–	د	د	د	د	د	د
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	–	–	–	د	–	–	–	د
سوزاندن در محل	–	–	–	–	–	–	ج	ب
شسته شدن با آب	ب	ب	ب	ب	الف	الف	ب	ب
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	ب	ب	ب	ب	ب	الف	ج	ب
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	ب	ب	د	د	ج	ج	د	د
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	–	–	د	د	د	د	د	د
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	–	د	د	د	د	د	د	د
پاک‌سازی با بخار	–	–	–	–	–	–	–	–
ماسه‌پاشی	–	–	–	–	–	–	–	–
روش‌های پاسخ شیمیایی								
پخش‌کننده‌ها	–	–	–	–	–	–	–	–
عوامل امولسیون‌ساز	–	–	–	–	–	–	–	–
عوامل ویسکوالاستیک	–	–	–	–	–	–	–	–
عوامل جمع‌کننده	–	–	–	–	–	–	–	–
جامدکننده‌ها	–	ب	–	–	–	–	د	د
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاکسازی سواحل	–	–	–	–	–	–	ه	ه
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	–	–	–	–	–	–	–	–
روش‌های پاسخ بیولوژیکی								
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	–	–	–	–	–	–	–	–
پخش میکروب طبیعی	–	–	–	–	–	–	–	–

طبقه‌بندی زیر به منظور مقایسه اثر محیطی مرتبط هر روش پاسخ برای محیط یا زیست‌گاه خاص و انواع مواد نفتی استفاده شده است.

الف- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ب- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ج- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی بر روی زیست‌گاه داشته باشد

د- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ه- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثر گذاری ناقص است

- - اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد

جدول ۴-۸- مواد گازوییلی و نفت خام سبک: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های آبی

محیط آبی				
روش پاسخ	آب‌های آزاد (۱)	رودخانه‌های بزرگ (۲)	دریاچه‌ها و مخازن کوچک (۳)	رودخانه‌های کوچک/نهرها (۴)
روش‌های پاسخ فیزیکی				
بازیافت طبیعی	الف	الف	ب	ب
بوم‌گذاری	الف	الف	الف	الف
سرباره‌گیری	الف	الف	الف	الف
سدها/ خاک‌ریزها	-	-	-	الف
جمع‌آوری فیزیکی	ب	ب	ب	ب
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	-	-	ج	ج
حذف مکانیکی	-	-	-	-
جاذب‌ها	-	-	-	-
مکش	-	-	-	-
خارج کردن نخاله‌ها	-	-	-	-
اصلاح رسوبات	-	-	-	-
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	-	-	-	-
سوزاندن در محل	-	-	ب	ج
شسته شدن با آب	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	-	-	-	-
پاک‌سازی با بخار	-	-	-	-
ماسه‌پاشی	-	-	-	-
روش‌های پاسخ شیمیایی				
پخش‌کننده‌ها	د	د	د	د
عوامل امولسیون‌ساز	-	-	-	-
عوامل ویسکوالاستیک	-	-	-	ب
عوامل جمع‌کننده	د	د	ب	د
جامدکننده‌ها	د	د	د	ب
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-
روش‌های پاسخ بیولوژیکی				
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	-	-	-	-
پخش میکروب طبیعی	-	-	-	-

طبقه‌بندی زیر به منظور مقایسه اثر محیطی مرتبط هر روش پاسخ برای محیط یا زیست‌گاه خاص و انواع مواد نفتی استفاده شده است.

الف- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ب- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ج- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی بر روی زیست‌گاه داشته باشد

د- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ه- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثر گذاری ناقص است

- - اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد

جدول ۴-۹- مواد گازوییلی و نفت خام سبک: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های ساحلی

محیط ساحلی								
روش پاسخ	سواحل سنگی (۵)	سازه‌های مصنوعی (۶)	سواحل ماسه‌ای (۷)	سواحل پوشیده از گیاه (۸)	سواحل شن و ماسه‌ای (۹)	سواحل شنی (۱۰)	سواحل گلی (۱۱)	تالاب‌ها (۱۲)
روش‌های پاسخ فیزیکی								
بازیافت طبیعی	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف
بوم‌گذاری- انحراف یا خروج مواد نفتی	-	-	-	-	-	-	-	-
سرباره‌گیری	-	-	-	-	-	-	-	-
سدها/ خاک‌ریزها	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع‌آوری فیزیکی	-	-	-	-	-	-	-	-
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	ب	الف	ب	ب	ب	ب	د	د
حذف مکانیکی	-	-	ب	ج	ج	د	د	د
جاذب‌ها	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف
مکش	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ج	ب
خارج کردن نخاله‌ها	الف	الف	الف	ب	الف	الف	ب	ب
اصلاح رسوبات	-	-	ب	د	ب	ب	د	د
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	-	-	-	ب	-	-	-	د
سوزاندن در محل	ب	ب	-	ب	-	-	ج	ب
شسته شدن با آب	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	الف	الف	ب	الف	الف	الف	ج	الف
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	ب	الف	د	ج	ج	ب	د	د
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	ج	ب	ج	د	ج	ج	د	د
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	د	ب	د	د	د	د	د	د
پاک‌سازی با بخار	د	ج	-	-	-	-	-	-
ماسه‌پاشی	د	ج	-	-	-	-	-	-
روش‌های پاسخ شیمیایی								
پخش‌کننده‌ها	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل امولسیون‌ساز	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل ویسکوالاستیک	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل جمع‌کننده	-	-	-	-	-	-	-	-
جامدکننده‌ها	ب	ب	ب	د	-	-	د	د
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل	ه	ه	ه	-	ه	ه	ه	ه
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	-	ب	-	ه	-	-	د	ه
روش‌های پاسخ بیولوژیکی								
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	ج	ج	ب	ب	ب	ب	ه	ه
پخش میکروب طبیعی	ه	-	ه	ه	ه	ه	ه	ه

طبقه‌بندی زیر به منظور مقایسه اثر محیطی مرتبط هر روش پاسخ برای محیط یا زیست‌گاه خاص و انواع مواد نفتی استفاده شده است.

الف- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ب- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ج- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی بر روی زیست‌گاه داشته باشد

د- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ه- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثر گذاری ناقص است

- - اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد

جدول ۴-۱۰- نفت خام رده متوسط و محصولات میانه: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های آبی

محیط آبی				
روش پاسخ	آب‌های آزاد (۱)	رودخانه‌های بزرگ (۲)	دریاچه‌ها و مخازن کوچک (۳)	رودخانه‌های کوچک/نهرها (۴)
روش‌های پاسخ فیزیکی				
بازیافت طبیعی	ب	ب	ج	ج
بوم‌گذاری	الف	الف	الف	الف
سرباره‌گیری	الف	الف	الف	الف
سدها/ خاک‌ریزها	-	-	-	الف
جمع‌آوری فیزیکی	ب	ب	ب	ب
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	-	ب	ج	ج
حذف مکانیکی	-	ب	ج	ج
جاذب‌ها	ب	ب	الف	الف
مکش	الف	الف	الف	الف
خارج کردن نخاله‌ها	-	ب	ب	ب
اصلاح رسوبات	-	-	-	-
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	ب	ب	ب	ب
سوزاندن در محل	الف	ب	ب	ب
شسته شدن با آب	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	-	-	-	-
پاک‌سازی با بخار	-	-	-	-
ماسه‌پاشی	-	-	-	-
روش‌های پاسخ شیمیایی				
پخش‌کننده‌ها	ب	ج	د	د
عوامل امولسیون‌کننده	ب	ب	ه	ه
عوامل ویسکوالاستیک	ب	ب	ب	ب
عوامل جمع‌کننده	ب	د	ب	د
جامدکننده‌ها	ب	ب	ب	ب
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-
روش‌های پاسخ بیولوژیکی				
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	ه	ه	ه	ه
پخش میکروب طبیعی	ه	ه	ه	ه

طبقه‌بندی زیر به منظور مقایسه اثر محیطی مرتبط هر روش پاسخ برای محیط یا زیست‌گاه خاص و انواع مواد نفتی استفاده شده است.

الف- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ب- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ج- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی بر روی زیست‌گاه داشته باشد

د- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ه- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثر گذاری ناقص است

-- اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد

جدول ۴-۱۱- نفت خام رده متوسط و محصولات میانه: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های ساحلی

محیط ساحلی								
روش پاسخ	سواحل سنگی (۵)	سازه‌های مصنوعی (۶)	سواحل ماسه‌ای (۷)	سواحل پوشیده از گیاه (۸)	سواحل شن و ماسه‌ای (۹)	سواحل شنی (۱۰)	سواحل گلی (۱۱)	تالاب‌ها (۱۲)
روش‌های پاسخ فیزیکی								
بازیافت طبیعی	الف	ب	ب	ب	ب	ب	الف	الف
بوم‌گذاری- انحراف یا خروج مواد نفتی	-	-	-	-	-	-	-	-
سرباره‌گیری	-	-	-	-	-	-	-	-
سدها/ خاک‌ریزها	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع‌آوری فیزیکی	-	-	-	-	-	-	-	-
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	ب	ب	الف	ب	الف	ب	ج	ج
حذف مکانیکی	-	-	ب	ج	ب	ج	د	د
جاذب‌ها	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف	الف
مکش	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب
خارج کردن نخاله‌ها	الف	الف	الف	ب	الف	الف	ب	ب
اصلاح رسوبات	-	-	ب	د	ب	ب	د	د
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	-	-	-	ب	-	-	-	ج
سوزاندن در محل	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ج	ب
شسته شدن با آب	ب	ب	الف	الف	الف	الف	الف	الف
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	الف	الف	ب	الف	الف	الف	ج	الف
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	ب	الف	د	ج	ج	ب	د	د
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	ب	ب	ج	د	ج	ج	ج	ج
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	د	ب	د	د	د	د	د	د
پاک‌سازی با بخار	د	ج	-	-	د	د	-	-
ماسه‌پاشی	د	ج	-	-	-	-	-	-
روش‌های پاسخ شیمیایی								
پخش‌کننده‌ها	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل عملیات امولسیون‌سازی	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل ویسکوالاستیک	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل جمع‌کننده	-	-	-	-	-	-	-	-
جامدکننده‌ها	ب	ب	ب	د	ب	ب	ج	د
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	ب	ب	ب	ه	ب	ب	د	ه
روش‌های پاسخ بیولوژیکی								
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	ج	ج	ب	ب	ب	ب	ه	ه
پخش میکروب طبیعی	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه

طبقه‌بندی زیر به منظور مقایسه اثر محیطی مرتبط هر روش پاسخ برای محیط یا زیست‌گاه خاص و انواع مواد نفتی استفاده شده است.

الف- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ب- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ج- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی بر روی زیست‌گاه داشته باشد

د- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ه- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثر گذاری ناقص است

- - اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد

جدول ۴-۱۲- نفت خام سنگین: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های آبی

محیط آبی				
روش پاسخ	آب‌های آزاد (۱)	رودخانه‌های بزرگ (۲)	دریاچه‌ها و مخازن کوچک (۳)	رودخانه‌های کوچک/نهرها (۴)
روش‌های پاسخ فیزیکی				
بازیافت طبیعی	ب	ج	ج	ج
بوم‌گذاری	الف	الف	الف	الف
سرباره‌گیری	الف	الف	الف	الف
سدها/ خاک‌ریزها	-	-	-	الف
جمع‌آوری فیزیکی	ب	ب	ب	ب
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	ب	ب	ج	ب
حذف مکانیکی	ب	ب	ج	ج
جاذب‌ها	ب	ب	الف	الف
مکش	الف	الف	الف	الف
خارج کردن نخاله‌ها	-	ب	ب	ب
اصلاح رسوبات	-	-	-	-
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	ب	ب	ب	ب
سوزاندن در محل	الف	ب	ب	ب
شسته شدن با آب	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	-	-	-	-
آب پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	-	-	-	-
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	-	-	-	-
پاک‌سازی با بخار	-	-	-	-
ماسه‌پاشی	-	-	-	-
روش‌های پاسخ شیمیایی				
پخش‌کننده‌ها	ب	ج	د	د
عوامل عملیات امولسیون‌ساز	-	-	-	-
عوامل ویسکوالاستیک	-	-	-	-
عوامل جمع‌کننده	-	-	-	-
جامدکننده‌ها	-	-	-	-
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	-	-	-	-
روش‌های پاسخ بیولوژیکی				
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	ه	ه	ه	ه
پخش میکروب طبیعی	ه	ه	ه	ه

طبقه‌بندی زیر به منظور مقایسه اثر محیطی مرتبط هر روش پاسخ برای محیط یا زیست‌گاه خاص و انواع مواد نفتی استفاده شده است.

الف- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ب- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ج- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی بر روی زیست‌گاه داشته باشد

د- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ه- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثر گذاری ناقص است

- - اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد

جدول ۴-۱۳- نفت خام سنگین: خلاصه اثر محیطی مرتبط از پاسخ برای نشتی‌های مواد نفتی در محیط‌های ساحلی

محیط ساحلی								
روش پاسخ	سواحل سنگی (۵)	سازه‌های مصنوعی (۶)	سواحل ماسه‌ای (۷)	سواحل پوشیده از گیاه (۸)	سواحل شن و ماسه‌ای (۹)	سواحل شنی (۱۰)	سواحل گلی (۱۱)	تالاب‌ها (۱۲)
روش‌های پاسخ فیزیکی								
بازیافت طبیعی	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب
بوم‌گذاری- انحراف یا خروج مواد نفتی	-	-	-	-	-	-	-	-
سرباره‌گیری	-	-	-	-	-	-	-	-
سدها/ خاک‌ریزها	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع‌آوری فیزیکی	-	-	-	-	-	-	-	-
حذف/پاک‌سازی دستی ماده نفتی	الف	الف	الف	ب	الف	الف	ج	ج
حذف مکانیکی	-	-	الف	ج	ب	ج	د	د
جاذب‌ها	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	الف
مکش	ب	الف	ب	ب	ب	ب	ب	ب
خارج کردن نخاله‌ها	الف	الف	الف	ب	الف	الف	ب	ب
اصلاح رسوبات	-	-	ب	د	ب	ب	د	د
حذف گیاهان آغشته به مواد نفتی	-	-	-	ب	-	-	-	ج
سوزاندن در محل	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ج	ب
شسته شدن با آب	ج	ج	ب	ب	ج	ج	الف	ب
آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)	ج	ج	ب	ب	ب	ب	ج	ب
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب سرد)	ب	ب	د	د	ج	ب	د	د
آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)	ب	ب	ب	د	ب	ب	ج	د
آب‌پاشی با فشار زیاد (آب گرم)	ج	ب	د	د	د	د	د	د
پاک‌سازی با بخار	د	ج	-	-	د	د	-	-
ماسه‌پاشی	د	ج	-	-	-	-	-	-
روش‌های پاسخ شیمیایی								
پخش‌کننده‌ها	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل عملیات امولسیون‌ساز	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل ویسکوالاستیک	-	-	-	-	-	-	-	-
عوامل جمع‌کننده	-	-	-	-	-	-	-	-
جامدکننده‌ها	-	-	-	-	-	-	-	-
استفاده از مواد شیمیایی برای پیش‌پاک‌سازی سواحل	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه
ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل	ب	ب	ب	ه	ب	ب	د	ه
روش‌های پاسخ بیولوژیکی								
غنی‌سازی غذایی (به کمک ریزمغذی‌ها)	د	د	ج	ب	ج	ج	ه	ه
پخش میکروب طبیعی	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه	ه

طبقه‌بندی زیر به منظور مقایسه اثر محیطی مرتبط هر روش پاسخ برای محیط یا زیست‌گاه خاص و انواع مواد نفتی استفاده شده است.

الف- ممکن است حداقل اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ب- ممکن است مقداری اثر نامطلوب بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ج- ممکن است اثر نامطلوب محسوسی بر روی زیست‌گاه داشته باشد

د- ممکن است بیش‌ترین اثر نامطلوب را بر روی زیست‌گاه داشته باشد

ه- اطلاعات در مورد نحوه و شدت اثر گذاری ناقص است

- - اثر یا اثربخشی روش در این زمان نمی‌تواند مورد ارزیابی قرار گیرد

پیوست ۱

معرفی روش‌های عبور خطوط لوله از محیط‌های آبی

پ.۱-۱- انتخاب روش عبور خط لوله از درون رودخانه

موفقیت عبور یک خط لوله از رودخانه به عوامل متعددی بستگی دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به انتخاب روش مناسب عبور از آن رودخانه با توجه به عوامل مختلف به منظور کاهش اثرات منفی بر محیط زیست در هنگام ساخت و ساز اشاره نمود. این ملاحظات به شکل عمومی مطرح شده است و ملاحظات تخصصی و جزییات اجرایی براساس سایر دستورالعمل‌های تهیه شده اعمال خواهد شد.

طراحی عبور یک خط لوله از رودخانه شامل گام‌های مختلفی از انتخاب مسیر قبل از احداث تا نظارت بر نگه‌داری و بهره‌برداری از لوله بعد از احداث آن را شامل می‌شود. در مراحل مختلفی از روند طراحی لازم است تا طرح تهیه شده مورد ارزیابی و بازبینی قرار گرفته و به تائید مقامات مسوول برسد. بر این اساس لازم است تا روشی برای عبور خط لوله از رودخانه انتخاب شود که متناسب با شرایط آن منطقه و تاثیرات آن بر محیط زیست رودخانه و مناطق پایین‌دست و بهره‌بردان از آب، تهیه و مبنای فعالیت‌های شرکت سازنده خط لوله قرار گیرد.

به طور کلی بر اساس تجربیات موجود ویژگی‌های یک عبور ناموفق از رودخانه شامل موارد زیر است:

- برنامه‌ریزی نامناسب
- عدم تهیه برنامه‌های شرایط اضطراری
- انتخاب تکنیک نامناسب عبور
- کارگران و پرسنل کم‌تجربه شرکت‌های پیمان‌کار
- بیش از حد در نظر گرفتن توانایی پیمان‌کار و ...

بر این اساس برنامه‌ریزی مناسب و انتخاب روش عبور مناسب از رودخانه با در نظر گرفتن شرایط و ویژگی‌های آن رودخانه سبب افزایش احتمال موفقیت عبور خط لوله از رودخانه و کاستن از آثار مخرب آن در کوتاه‌مدت و بلندمدت خواهد شد.

هر منبع آبی یا رودخانه ویژگی‌های منحصر به فردی دارد که سبب شده تا هر پروژه عبور خط لوله از رودخانه پروژه‌ای منحصر به فرد باشد. در جدول شماره (پ. ۲-۱) مهم‌ترین عوامل موثر بر عبور خط لوله که در زمان طراحی باید در نظر گرفته شود مشاهده می‌شود.

نادیده گرفتن هر یک از این ملاحظات می‌تواند در زمان احداث و یا بهره‌برداری سبب بروز آسیب‌های جدی زیست‌محیطی شود. همان‌طور که اشاره شد یکی از این ملاحظات انتخاب شیوه عبور مناسب از رودخانه است. در انتخاب روش عبور از رودخانه عوامل متعددی تاثیرگذار است که باید مورد ملاحظه قرار بگیرد. این عوامل با توجه به ویژگی‌های هر رودخانه و نیز هر خط لوله متفاوت هستند که در زمان طراحی خط لوله باید به‌دقت بررسی شده و تاثیر آن‌ها در کوتاه‌مدت و بلندمدت در نظر گرفته شود. مهم‌ترین این عوامل شامل موارد زیر است:

- قطر خط لوله

- عرض، عمق و خصوصیات جریان در مقطع عبوری
- حساسیت منطقه
- ویژگی‌های ژئوتکنیکی
- ترکیب بستر رودخانه
- داده‌های هیدرولوژیکی موجود
- هزینه‌های شیوه عبور از رودخانه
- میزان فضای کار مورد نیاز و در دسترس
- محدودیت‌های قانونی
- تکنولوژی موجود
- بهره‌برداران پایین‌دست از رودخانه
- وضعیت کاربری و تملک اراضی منطقه
- محدودیت‌های فنی و مهندسی
- فصل سال و ویژگی‌های مرتبط با آن

جدول پ.۱-۱- ملاحظات متعدد عبور خط لوله از رودخانه یا مراکز آبی

ملاحظه	جزییات بررسی
ژئوتکنیکی / هیدرولیکی	عمق سنگ‌بستر
	پایداری سنگ‌بستر
	پایداری حریم رودخانه
	عرض حریم رودخانه
	بده و سرعت آب رودخانه
	عمق/ عرض/ شیب/ مقطع کانال
	پایداری و ترکیب اجزای حریم رودخانه
	ویژگی‌های سیلاب‌دشت (مانند پهنا و عمق)
	مناطق در معرض فرسایش و رسوب‌گیری
	پتانسیل حمل و نقل رسوب (بار بستر و بار معلق)
	تغییرات جریان آب
	تغییرات کیفیت آب/ عمق آب زیرزمینی
	کانال‌های انتقال در دست ساخت
	شرایط یخ‌زدگی رودخانه
خاک	ترکیب عمومی اجزا خاک
	ترکیب شیمیایی اجزا خاک
	توانایی احیا

ادامه جدول پ.۱-۱- ملاحظات متعدد عبور خط لوله از رودخانه یا مراکز آبی

ملاحظه	جزییات بررسی
پوشش گیاهی	گونه‌های در معرض خطر و یا کمیاب
	گونه‌های موجود
	گونه‌های در معرض خطر و یا کمیاب
	ویژگی‌های زیست‌گاه‌های آبی موجود
	دوره‌های زمانی حساس و محدودیت زمانی اجرا
	مکان‌های تخم‌گذاری
	مکان‌های مهاجرت ماهی‌ها
	حساسیت مجرای آب
	محدودیت‌های موجود برای عبور ماهی‌ها
نوع بهره‌برداری از منبع آب	مراکز برداشت آب رسمی
	مراکز برداشت آب شخصی یا
	آبیاری
اثرات جانبی	محدودیت عبور ماهی‌ها
	تعداد عبور از مجراهای آب
	نحوه استفاده از حریم رودخانه
	نیاز به ایجاد دسترسی محلی به محل سایت
	ویژگی عملیات احداث و نیازهای ساخت ساز

پ.۱-۲- ملاحظات فنی اجرایی در عبور از رودخانه[1]

به طور کلی سه روش برای عبور خط لوله از درون رودخانه یا منابع آبی وجود دارد که عبارتند از:

- عبور لوله با حفر کانال
- عبور لوله بدون حفر کانال
- عبور لوله به صورت هوایی

در ادامه ملاحظات فنی عبور خط لوله از درون رودخانه در هر یک از این روش‌ها بررسی می‌شود.

پ.۱-۲-۱- عبور لوله با استفاده از کانال

- در آب‌روهایی که طبق نقشه‌های اجرایی مربوطه، عبور لوله با حفر کانال در کف آن‌ها انجام می‌گیرد (نظیر رودخانه‌ها، مسیل‌ها و کانال‌های آبرو و غیره) پیمان‌کار می‌بایست روش اجرایی کار و تغییر مسیر آب را، زمان اجرای آن و هم‌چنین ماشین‌آلات و وسایل مورد لزوم را جهت تصویب به مهندس یا نماینده او ارائه دهد[2].

۱- مطالب این بخش از دستورالعمل‌های اجرایی وزارت نفت گرفته شده است.

۲- جهت اطلاعات بیش‌تر به بند پنجم از استاندارد IPS-C-PI-140/11 مراجعه شود.

- ابعاد کانال‌های مورد نیاز برای لوله‌گذاری در چنین مسیرهایی باید طبق نقشه‌های اجرایی مربوط باشد ولی در هر حال حداقل عمق آن کم‌تر از دو متر روی لوله نخواهد بود.
- در تقاطع‌ها به کار بردن خم سرد و یا خم‌های پیش‌ساخته در بین خم‌های شیب‌دار (SAGBENDS,OVER BENDS)دو طرف تقاطع مجاز نخواهد بود.
- در تقاطع پوشش روی لوله به طور دوبله بوده (گرم و یا سرد بستگی به مورد) و در جاهایی که طبق نقشه‌های مربوط می‌بایست وزنه‌های بتونی به کار برده شود قبل از نصب وزنه‌های بتونی باید از نوارهای مخصوص[1] استفاده نمود.

پ.۱-۲-۲- عبور لوله از زیر آب

- هرگاه لوله در مسیر خود به مراکزی که آب آن‌ها غیرقابل انحراف باشد (نظیر مرداب‌ها، برکه‌ها آبی، رودخانه‌های بزرگ و غیره) برخورد نماید، پیمان‌کار موظف است ماشین‌آلات مورد نیاز را تهیه و نحوه و زمان اجرای عملیات را جهت تایید به مهندس یا نماینده او ارائه نماید.
- پیمان‌کار باید کانال زیرآب را با ابعاد نشان داده شده در نقشه‌ها حفر نماید.
- درصورتی که لوله بایستی در زیر آب و در کانال استقرار یابد، پیمان‌کار موظف است ابعاد کانال را در زیر آب چنان اجرا کند که لوله در عمق مشخص‌شده در نقشه اجرایی قرار بگیرد.
- به کار بردن خم سرد یا خم‌های پیش‌ساخته در بین خم‌های شیب‌دار[2] دو طرف تقاطع، مجاز نخواهد بود ولی چنان‌چه ضرورت عملیاتی ایجاب نماید، می‌توان با اجازه مهندس یا نماینده او از خم‌های سرد[3] زیرآب استفاده نمود مشروط به این که برای جای‌گذاری لوله، از روش کشیدن استفاده نگردد.
- کانال باید به طریقی احداث گردد که در زمان خواباندن و یا کشیدن لوله بیش‌ترین حائل و تکیه‌گاه برای لوله به وجود آید. به مجرد این که لوله در کانال قرار گرفت پیمان‌کار باید اندازه‌گیری‌های لازم را برای تعیین موقعیت و طول قسمت معلق آن در زیرآب انجام دهد، هر قسمت معلق که طول آن بیش از ۵ متر باشد باید به ترتیبی که مورد قبول مهندس یا نماینده او باشد ترمیم گردد.

لوله‌های مورد استفاده در تقاطع‌های زیر آب باید بر اساس مشخصات فنی که برای لوله‌های زیرزمینی اعمال می‌گردد، تمیز شده و عایق‌کاری گردد. مگر آن که خلاف آن در نقشه‌ها مشخص شده باشد. هنگامی‌که در نقشه‌ها غلاف بتونی مسلح درج شده باشد، لوله باید دوباره نوارپیچی شده و به‌علاوه در جایی که استفاده از (COAL TAR ENAMEL) تصریح شده بایستی به لوله یک لایه ۲/۵ میلی‌متری (COAL TAR ENAMEL) زده شود. غلاف بتونی باید از مصالح

1- Rock Shield
2- Sag Bends
3- Cold Bends

تایید شده بوده (به استاندارد IPS-M-CE-165 مراجعه شود) و ضخامت آن به میزانی باشد که چنان‌چه لوله با هوا پر شده باشد نیروی ارشمیدس[1] برابر ۶۰ کیلوگرم بر متر خنثی نموده و لوله در ته بستر باقی به‌ماند[2].

- پس از آن که لوله‌های عایق شده پوشش بتنی گردیدند، به یک دیگر جوش داده شده و پس از بازرسی جوش و عایق‌بندی و محل جوش اطراف آن قالب‌گیری شده و بتن‌ریزی می‌شود، به طوری که پوشش بتنی یک‌نواختی حاصل گردد. بتن مصرفی برای مفاصل دارای شن و ماسه با اندازه‌هایی که برای لوله عایق شده استفاده می‌شود خواهد بود ولی در هر حال می‌توان از سیمان زودگیر و مواد اضافه شونده مورد تایید استفاده نمود.
- درصورتی که بیش از ۲۵٪ ضخامت بتن عایق صدمه دیده باشد باید به طریق زیر آن را تعمیر کرد.
  - اگر مساحت خرابی کم‌تر از ۹۰۰ سانتی‌متر مربع باشد بدون تعمیر مورد قبول خواهد بود مشروط بر آن که پوشش بتنی سالم باشد.
  - گر مساحت خرابی کم‌تر از ۲۵۰۰ سانتی‌متر مربع ولی بیش‌تر از ۹۰۰ سانتی‌متر مربع باشد باید بتن معیوب را برداشته و لبه‌های بتن سالم مجاور آن را تا جایی که بتن سالم نمایان شود شکسته و سپس آن را با مخلوط ۱:۳ ماسه و سیمان تعمیر کرد.
  - اگر مساحت خرابی بیش‌تر از ۲۵۰۰ سانتی‌متر مربع باشد باید پوشش بتنی کاملا از روی طول قسمت معیوب برداشته شده و پوشش جدید به طریقی که در این مشخصات فنی تصریح شده ساخته خواهد شد.
  - بنا به تشخیص مهندس ناظر ترک‌هایی که عرض آن‌ها بیش از ۳ میلی‌متر بوده و طول آن‌ها در پیرامون لوله بیش از ۱۸۰ درجه ادامه دارد و یا ترک‌های دیگر با هر عرض و بیش از ۱۸۰ درجه ادامه دارد و یا ترک‌های دیگر با هر عرض و بیش از ۳۰ سانتی‌متر طول را باید با تعریض ترک به حداقل ۲ سانتی‌متر و پر کردن آن با مخلوط ۱:۳ ماسه سیمان و با استفاده از وسایل چوبی تعمیر نمود.
- چنان‌چه برای استقرار لوله در زیرآب، کشیدن آن ضروری باشد پیمان‌کار موظف است هنگام کار نکات زیر را رعایت نماید:
  - سیم بکسل کشنده لوله باید به یک PULLING HEAD که به خط لوله جوش می‌شود وصل شود به طریقی که در موقع کشیدن تنش خمشی وارد به لوله بیش از حد مجاز نگردید و کلیه جوش‌های روی لوله باید به وسیله رادیوگرافی آزمایش گردند.
  - روش کشیدن لوله به طریقی است که امکان کشیده شدن لوله به کف آب‌رو وجود نداشته باشد.

1- Negative Buoyancy

۲- جهت اطلاعات بیش‌تر به بند ۱۰ از استاندارد IPS-C-TP-274 مراجعه شود.

- در زمان استقرار لوله در زیر آب و در محل خود، مسوولیت اجرای صحیح روش کار تماما به عهده پیمان‌کار است.
- روشی که پیمان‌کار قصد به کار گرفتن آن را دارد باید کلیه جزییات آن را قبلاً برای تایید در اختیار مهندس یا نماینده او قرار دهد. این جزییات باید شامل دستگاه‌های مورد استفاده، محاسبات مربوط به بارها، حداکثر فشار خمشی، زمان انجام عملیات و هر اقدام دیگری که ناظر در خواست نماید خواهد بود. در زمان کشیدن و گذراندن و یا پایین آوردن لوله در محل خود تنش حاصل در لوله نباید از ۵۰٪ حداکثر تنش تسلیمی[1] تجاوز نماید.
- پس از تکمیل شدن لوله‌گذاری کانال باید پر شود به ترتیبی که سطح آب‌رو به وضعیت اولیه خود برگردد. لبه‌های آب‌رو باید به انحنای اولیه خود ترمیم و کوبیده شده و عملیات حفاظتی لبه آب‌روها بر اساس نقشه‌ها و با تأیید مهندس یا نماینده او انجام شوند.
- در صورت تصریح در نقشه‌ها پیمان‌کار موظف است وزنه‌های مخصوص مرداب[2] با طرح تایید شده در فواصل و انواعی که در نقشه‌ها تعیین شده و به رضایت مهندس یا نماینده او نصب نماید.
- چنان‌چه طبق نقشه‌ها لوله باید با پوشش سیمانی در کف رودخانه‌ها خشک گذارده شود، در صورت تایید مهندس یا نماینده او پیمان‌کار می‌تواند بتن را در محل بریزد.
- پیمان‌کار موظف است در محل تقاطع خط لوله با جریان‌های آب که امکان شسته شدن روی لوله وجود دارد، پایین‌دست لوله در جهت جریان آب را سنگ‌چین نموده و یا دیوار بتنی طوری احداث نماید که اولا لبه بالای آن از روی لوله کار گذاشته شده بالاتری بوده و ثانیا فاصله آن از لوله طوری باشد که امکان تعمیرات احتمالی بعدی بدون تخریب دیوار بتنی میسر باشد (طبق نقشه‌های اجرایی).

پ.۱-۲-۳- سایر ملاحظات فنی عبور از رودخانه[3]

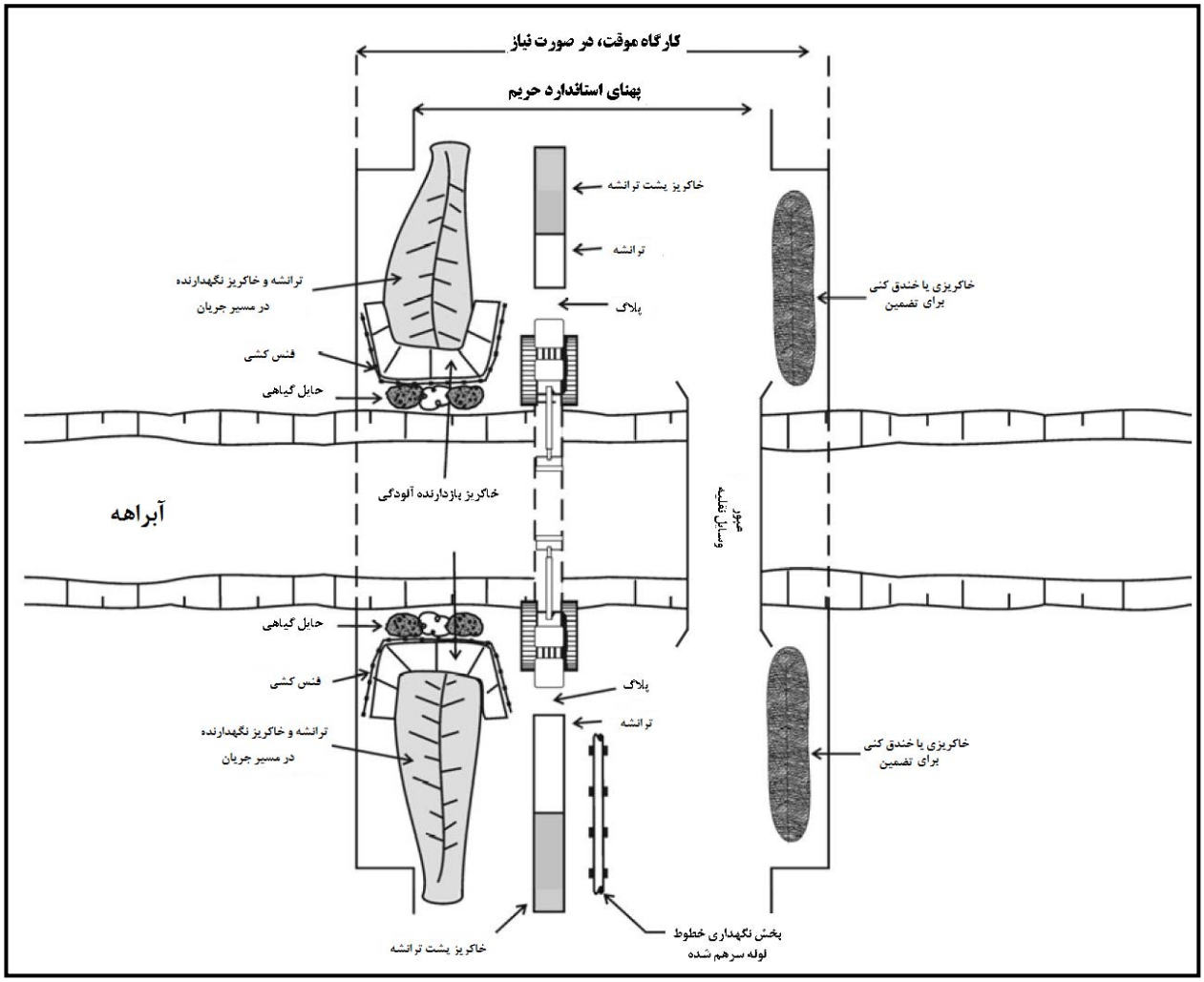
الف- عبور از رودخانه‌های کوچک

- به منظور جلوگیری از تخریب یا ایجاد آسیب به حیات جانداران و گیاهان در حریم رودخانه تا حد امکان از مسیرهای دسترسی موجود برای رسیدن به محل عبور از رودخانه استفاده شود.
- عمق عبور لوله از زیر بستر رودخانه به صورتی انتخاب شود که از بروز هرگونه آسیب به بستر رودخانه جلوگیری شود.

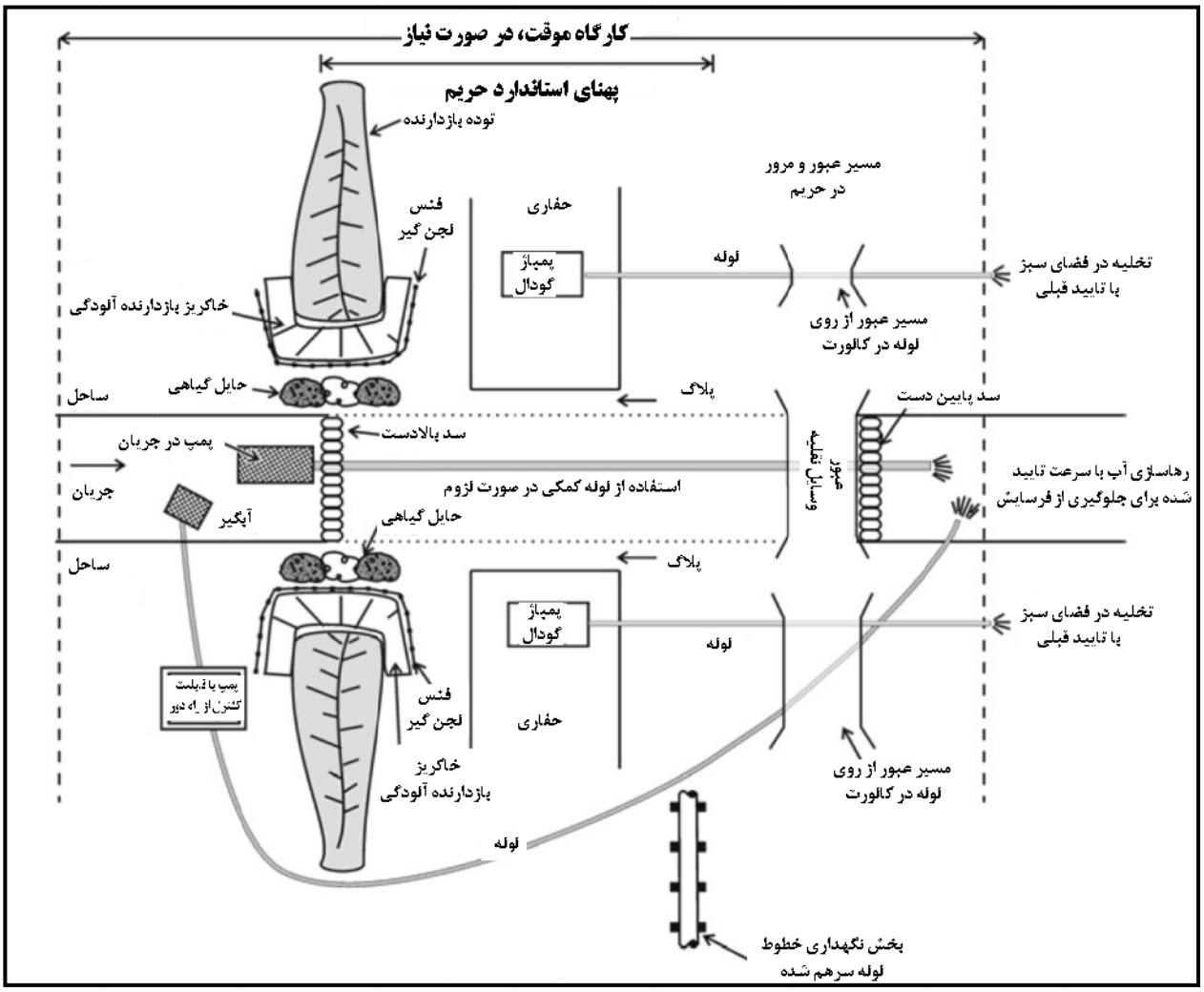
1- Yield Stress
2- Swamp Weight
۳- مطالب این بخش پیشنهاد تیم تحقیقاتی طرح است و در دستورالعمل وزرات نفت موجود نیست که پیشنهاد می‌شود در دستورالعمل‌های آتی در زمان اجرا لحاظ شود.

- نقاط ورودی و خروجی لوله در دو طرف رودخانه به‌گونه‌ای انتخاب شود که به اندازه کافی از حریم رودخانه دور باشد تا آسیب وارده به حریم اطراف رودخانه به حداقل برسد.
- در صورت نیاز برای قطع و پاک‌سازی محل سایت ورودی یا خروجی از گیاهان و درختان، به‌گونه‌ای عمل شود که کم‌ترین میزان پوشش گیاهی از بین رود.
- اگر شیب مناطق اطراف رودخانه به‌گونه‌ای است که احتمال فرسایش آن در اثر تردد تجهیزات زیاد است، باید از مسیرهای موقت عبور به گونه‌ای استفاده نمود که آثار فرسایش به حداقل برسد.

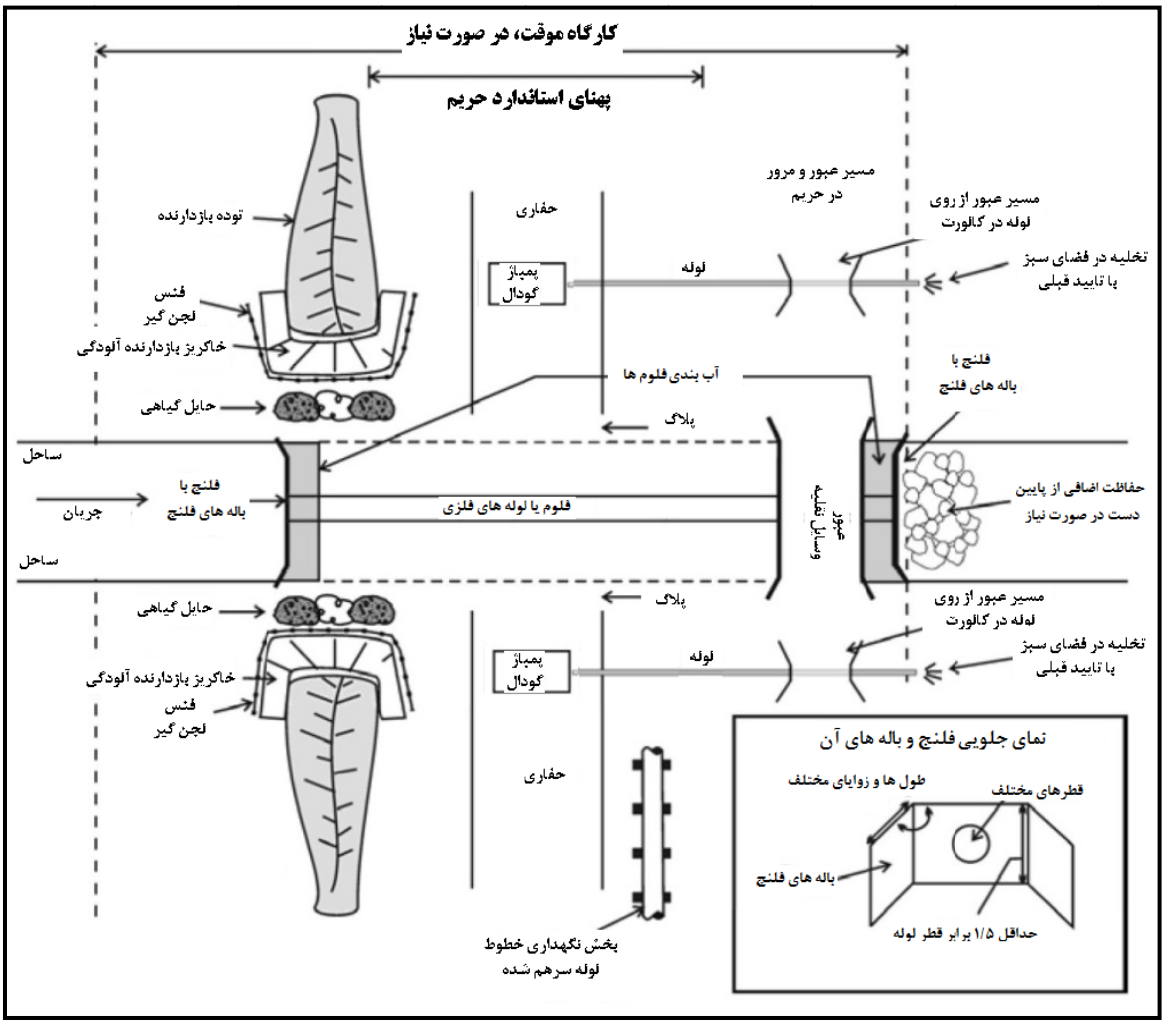
در تصاویر زیر نحوه عبور از رودخانه‌های کوچک به وسیله حفر کانال مشاهده می‌شود.



شکل پ.۱-۱- جزییات اجرایی عبور از رودخانه‌های کوچک از طریق حفر کانال



شکل پ.۱-۲- جزییات اجرایی عبور لوله از رودخانه با استفاده از حفر کانال و استفاده از پمپ



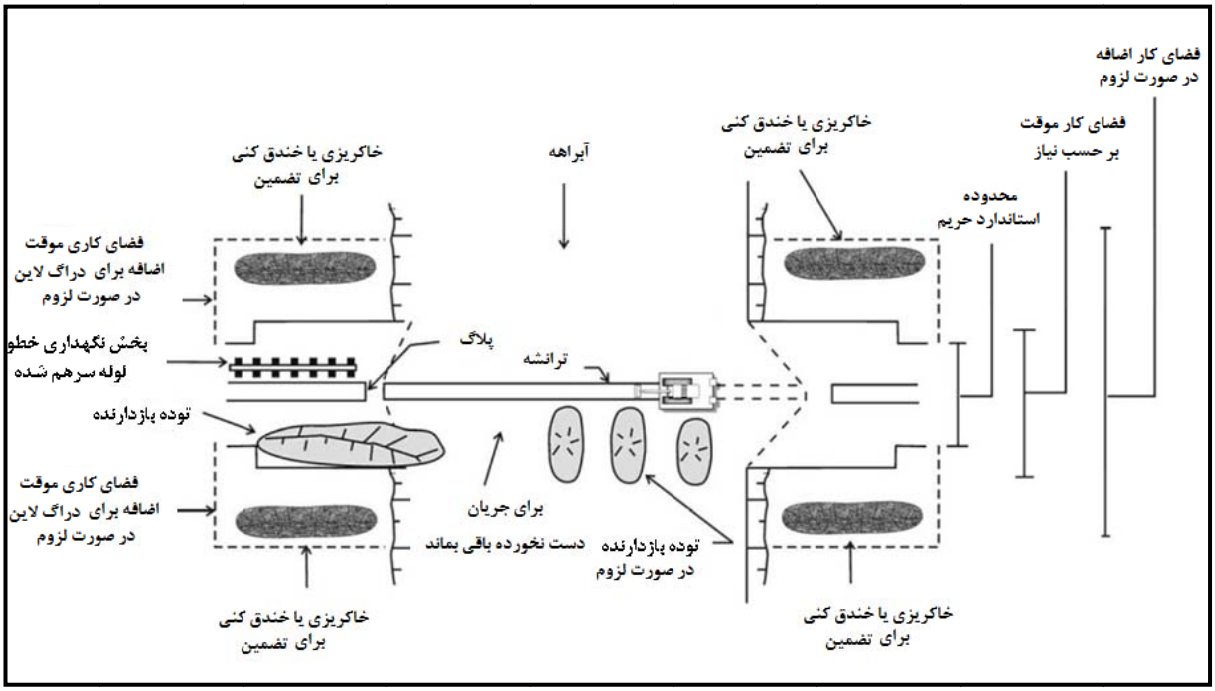
شکل پ.۱-۳- عبور لوله از رودخانه با استفاده حفر کانال و استفاده از بند و لوله‌های انتقال در بستر

ب- عبور از رودخانه‌های بزرگ

ملاحظات مربوط به عبور از رودخانه‌های بزرگ مشابه روش‌های معمول خواهد بود اما موارد زیر نیز بایستی در آن رعایت گردند:

- در صورت نیاز به فضای کار بیش‌تر با رعایت ملاحظات زیست‌محیطی باید از مناطق اطراف استفاده شود.
- در صورت نیاز از سازه‌هایی برای کاهش فرسایش خاک بستر رودخانه و مناطق اطراف استفاده شود.

در تصویر زیر نحوه عبور از رودخانه‌های بزرگ به وسیله حفر کانال مشاهده می‌شود.



شکل پ.۱-۴- جزئیات اجرایی عبور از رودخانه‌های بزرگ به کمک حفر کانال

پ.۱-۲-۴- عبور لوله از رودخانه بزرگ یا مراکز آبی بدون حفر کانال

- روش حفاری افقی (HDD)

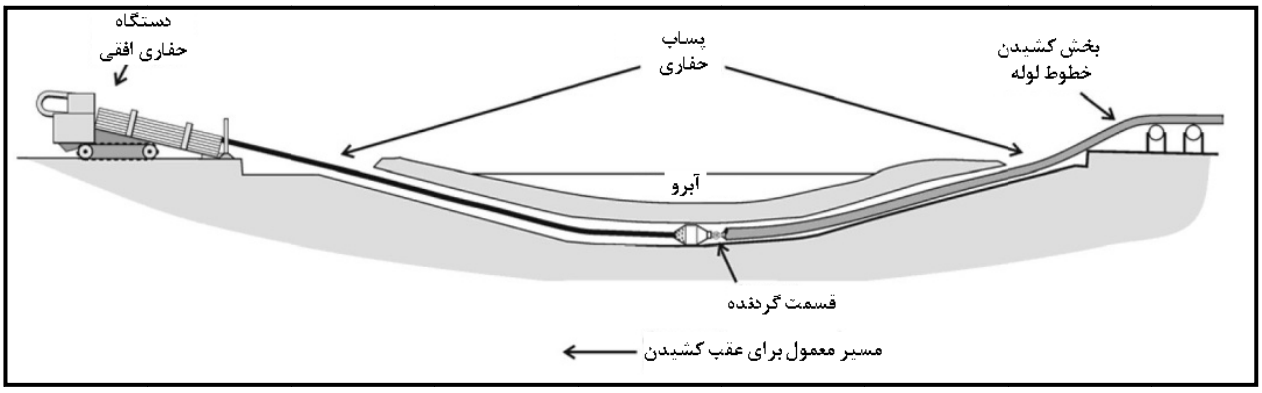
علاوه بر ملاحظات عمومی زیست‌محیطی رعایت موارد زیر الزامی است.

- عمق عبور لوله از زیر بستر رودخانه به صورتی انتخاب شود که از بروز هرگونه آسیب به بستر رودخانه جلوگیری شود.
- نقاط ورودی و خروجی لوله در دو طرف رودخانه به‌گونه‌ای انتخاب شود که به اندازه کافی از حریم رودخانه دور باشد تا آسیب وارده به حریم اطراف رودخانه به حداقل برسد.
- اگر شیب مناطق اطراف رودخانه به‌گونه‌ای است که احتمال فرسایش آن در اثر تردد تجهیزات زیاد است، باید از مسیرهای موقت عبور به‌گونه‌ای استفاده نمود که آثار فرسایش به حداقل برسد.
- فعالیت‌های ماشین‌آلات باید بالاتر از حد معمول آب مطابق شکل پ.۱-۶ باشد تا آسیب وارده به اطراف رودخانه به حداقل برسد.
- باید یک سری از تجهیزات زدودن نفت در محل اجرای پروژه موجود باشد که در صورت نشت نفت و یا سایر مواد به رودخانه مورد استفاده قرار بگیرد.
- در تمام مراحل حفاری باید سطح آب تحت نظارت باشد تا در صورت ورود گل و لای حفاری به سطح آب عملیات متوقف شود.

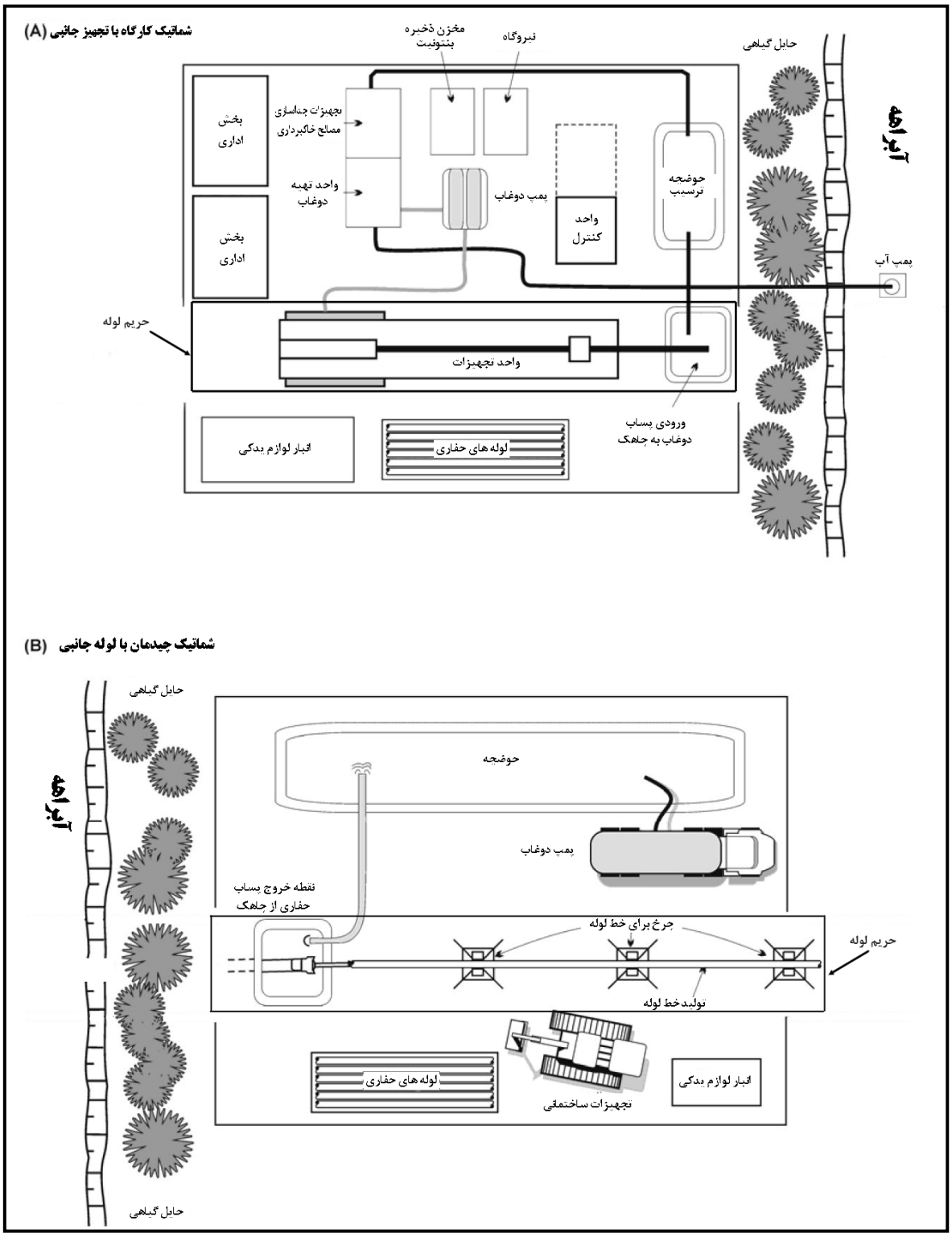
- در محل خروج لوله در صورت امکان باید فضای مناسبی برای تخلیه و خاک‌برداری تعیین شود تا گل و لای حفاری به آب پایین‌دست راه نیابد.

در تصاویر زیر شماتیک فعالیت‌ها و سایت عبور لوله از رودخانه با استفاده از روش حفاری افقی (HDD) مشاهده می‌شود.

شکل پ.۱-۵- نحوه تعیین سطح معمول آب در رودخانه‌های بزرگ و دریاچه برای برنامه‌ریزی اجرای خط لوله



شکل پ.۱-۶- برش مقطع عبور به روش HDD



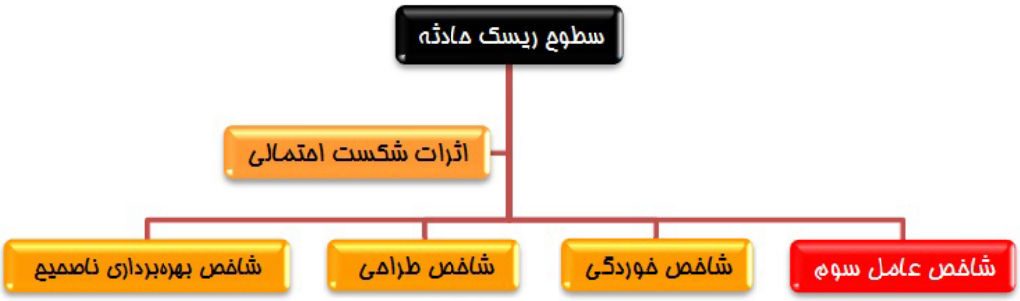
شکل پ.۱- ۷- جزییات اجرایی روش عبور افقی خط لوله (HDD)

پیوست ۲

راهنمای پر کردن چک‌لیست‌های ارزیابی ریسک شکست خطوط لوله در حریم‌های منابع آبی

پ.۲-۱- شاخص عامل سوم[1]

این شاخص به عوامل آسیب‌رسانی ارتباط دارد که ناشی از خطای پرسنل غیر مرتبط با خطوط (عواملی به غیر از خط لوله و محیط اطراف آن) هستند. در برخی از مراجع این عوامل را عوامل خارجی نیز نامیده‌اند، اما استفاده از این عنوان ممکن است خطرات ناشی از عوامل محیطی از قبیل حرکت زمین را نیز در برگیرد.



الف- حداقل عمق پوشش	۲۰-۰	امتیاز	٪۲۰
ب- سطح فعالیت‌ها	۲۰-۰	امتیاز	٪۲۰
ج- تاسیسات سطحی	۱۰-۰	امتیاز	٪۱۰
د- جانمایی خط	۱۵-۰	امتیاز	٪۱۵
هـ- برنامه‌های آموزش عمومی	۱۵-۰	امتیاز	٪۱۵
و- شرایط حریم خط لوله	۵-۰	امتیاز	٪۵
ز- دوره گشت‌زنی	۱۵-۰	امتیاز	٪۱۵
	۱۰۰ -۰	امتیاز	٪۱۰۰

در این روش ارزیابی عواملی از قبیل حرکت زمین ناشی از زمین‌لغزش یا زلزله در شاخص طراحی طبقه‌بندی شده‌اند. فاکتورهای مختلف این شاخص و عوامل موثر بر هریک در شکل پ.۲-۱ قابل مشاهده هستند.

1- Third Party

شکل پ.۲-۱- فاکتورهای موثر بر شاخص عامل سوم

در این شاخص مهم‌ترین عامل مطابق آمار ثبت شده از حوادث، حفاری و خاک‌برداری سازمان‌ها، ارگان‌ها و یا کشاورزان و آسیب‌های ناشی از فعالیت آن‌ها است.

پ.۲-۱-۱- پارامترهای ریسک

بسیاری از سنجه‌هایی که برای ارزیابی اقدامات تسکینی به کار می‌روند، به کاهش تهدید ناشی از حفاری‌های سایر سازمان‌ها، مرتبط هستند؛ اما دلایلی که همچنان آسیب‌های ناشی از عوامل سوم علی‌رغم تمام این توجهات همچنان ادامه دارد، عبارتند از:

- پیمان‌کاران کوچک‌تر معمولا از فرآیندهای کسب مجوز یا اخطارها بی‌اطلاع هستند.
- در صورت عدم برخورد با خطوط لوله، مشوقی برای پیمان‌کاران وجود ندارد (پایین‌تر بودن هزینه‌های جبران خسارت نسبت به پرهیز از خسارت برای عامل خسارت رسان)
- نقشه‌هایی بدون دقت کافی
- عدم دقت بهره‌بردار خط در تعیین موقعیت‌ها
- احتمال وقوع حوادث ناشی از عامل سوم به دو عامل بستگی دارد:
  - سهولت دسترسی به خط لوله از طرف عامل سوم
  - نوع و دوره بازگشت فعالیت‌های عامل سوم در نزدیکی خط لوله
- تهدیدکنندگان خطوط لوله از دیدگاه این شاخص عبارتند از:
  - تجهیزات خاک‌برداری
  - پرتابه‌ها (موشک‌ها)
  - ترافیک وسایل نقلیه

- تجهیزات کشاورزی
- القائات لرزه‌ای
- تیرک‌های حصارکشی
- دکل‌های مخابراتی (تلفن)
- حیات‌وحش (حیوانات حفار یا سنگین‌وزن)
- لنگر کشتی‌ها و قایق‌ها در مورد لوله‌های مدفون زیر آب
- ماشین‌آلات لایروبی

– فاکتورهایی که در معرض خطر بودن تاسیسات را تحت تاثیر قرار می‌دهند عبارتند از:

- عمق پوشش
- ماهیت پوشش (خاکی، سنگی، بتنی و روسازی)
- موانع ساخته‌شده توسط انسان (حصارها، خاک‌ریزها و خندق‌ها)
- موانع طبیعی (درختان، رودخانه‌ها، خندق‌ها و صخره‌ها)
- وجود علایم هشدار خطوط لوله[1]
- وضعیت رعایت حریم خطوط لوله (ROW)[2]
- دوره و مدت بازدیدها و گشت‌زنی‌ها
- زمان پاسخ به خطرات گزارش‌شده

– هم‌چنین سطح فعالیت براساس وضعیت پارامترهای زیر تخمین زده می‌شود:

- چگالی جمعیتی
- فعالیت‌های ساخت و ساز در نزدیکی تاسیسات
- مجاورت و حجم ترافیک ریلی و جاده‌ای در نزدیکی خط
- محل‌های مهار در خارج از آب
- تعداد سایر تاسیسات مدفون در محل غیر از خط لوله مورد نظر

باید به این نکته توجه داشت که آسیب‌های ناشی از عامل سوم تنها به سوراخ شدگی، شکستگی یا پاره شدگی خطوط در زمان حفاری محدود نمی‌شود چراکه درصورتی که هنگام انجام عملیات حفاری، خراشی در لوله یا پوشش آن ایجاد گردد، این خراش روند تخریب لوله را از طریق خوردگی یا خستگی تسریع خواهد نمود، مضاف بر این‌که معمولا

1- Pipeline Marker
2- Right of Way

این خراش‌ها نادیده گرفته می‌شوند. به همین دلیل آموزش نیروی کارآمد برای بازدید خطوط در حین عملیات حفاری در نزدیکی تاسیسات برای جلوگیری از نادیده گرفته شدن این موارد ضروری است.

پ.۲-۱-۲- ارزیابی پتانسیل آسیب‌رسانی عامل سوم

- حداقل عمق پوشش (وزن پیشنهادی ۲۰ درصد)

عمقی از خاک یا مواد مشابهی که به عنوان پوشش خط لوله و برای محافظت لوله از فعالیت‌های عامل سوم روی آن قرار می‌گیرد، مورد نظر این پارامتر است.

به منظور نسبت دادن یک امتیاز به عمق پوشش از رابطه (پ.۲-۱) استفاده می‌شود.

(پ.۲-۱) امتیاز حداکثر تا ۲۰ =۱۳/۱۲ × (m) عمق پوشش

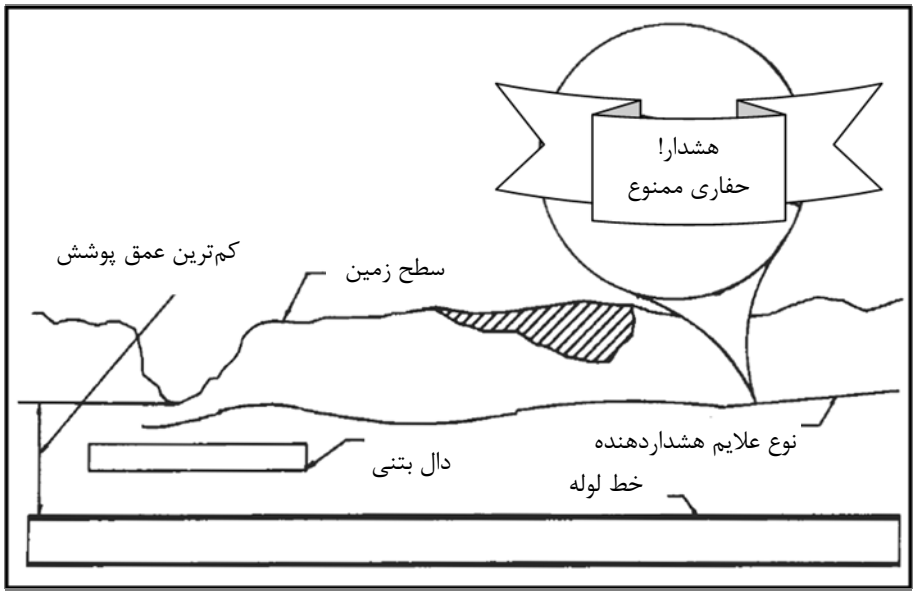
در رابطه فوق برای عمق پوشش، باید کم‌ترین مقدار آن در محدوده‌ی مورد بررسی را قرار داد. هم‌چنین ارزیاب باید از دقیق بودن و به‌روز بودن آن اطمینان داشته باشد.

بررسی تجارب نشان داده است که عمق پوشش کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر سبب می‌شود که خطوط لوله در برابر عبور ماشین‌آلات سبک و حتی ابزارآلات کشاورزی نیز آسیب‌پذیر باشد و مطابق توصیه بسیاری از آیین‌نامه‌ها حداقل عمق کم‌تر برای پوشش لوله ضروری است.

در محاسبه‌ی این پارامتر بایستی پوشش‌هایی از قبیل بتن، پوشش لوله، یا دال بتنی را نیز در نظر داشته و مقادیر پوشش خاک معادل آن‌ها را جایگزین کرد. به عنوان مثال:

پوشش بتنی ۵ سانتی‌متری	= ۲۰ سانتی‌متر پوشش خاکی
پوشش بتنی ۱۰ سانتی‌متری	=۳۰ سانتی‌متر پوشش خاکی
غلاف بتنی	= ۶۰ سانتی‌متر پوشش خاکی
دال بتنی	= ۶۰ سانتی‌متر پوشش خاکی

در صورت وجود پوشش خاکی روی پوشش‌های فوق مقادیر معادل آن به مقدار پوشش خاکی روی لوله اضافه خواهد شد. برای متوقف کردن عملیات حفاری، بایستی از علایم هشداردهنده از قبیل نوار هشدار استفاده کرد که بر روی آن علایم هشداری چاپ شده است. (شکل پ.۲-۲)



شکل پ.۲-۲- نصب نوار هشدار در مسیر خط لوله

نوارهای هشداردهنده‌ی مدفون معمولا به عرض ۷۵ تا ۹۰ سانتی‌متر بوده و به دلیل این‌که تجهیزات حفاری برای نفوذ در آن‌ها دچار مشکل می‌شوند تا حدی از آسیب رسیدن به لوله از این طریق جلوگیری خواهند کرد. استفاده از علایم هشداردهنده سطحی (پرچم‌ها) نیز در همین راستا اثربخش خواهند بود؛ اما در محدوده حریم‌های منابع آبی وجود هر دو علامت هشدار موکدا توصیه می‌شود.

نحوه‌ی در نظر داشتن نوار و شبکه محافظ در امتیاز عامل سوم به صورت زیر خواهد بود.

نوار هشدار (محافظ) = پوشش اضافی ۹ سانتی‌متر

شبکه هشدار (محافظ) = پوشش اضافی ۴۵ سانتی‌متر

در مورد خطوط لوله‌ی مدفون زیر آب (عبور از رودخانه‌ها) شرایط مشابهی برای محاسبه‌ی شاخص در نظر گرفته خواهد شد. در مورد خطوط عبوری از رودخانه‌های قابل کشتیرانی روش محاسبه به‌صورت زیر است.

عمق قرارگیری لوله زیر سطح آب بین ۰ تا ۱/۵ متر ..... صفر امتیاز

عمق قرارگیری لوله زیر سطح آب بیش از ۱/۵ متر (حداکثر عمق لنگرها) ..... ۳ امتیاز

عمق قرارگیری لوله زیر سطح آب بیش از حداکثر عمق لنگرها ..... ۷ امتیاز

عمق قرارگیری لوله زیر کف کانال (این امتیاز به مقادیر فوق اضافه خواهد شد)

۰ تا ۶۰ سانتی‌متر..... صفر امتیاز

۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر..... ۳ امتیاز

۹۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر..... ۵ امتیاز

۱۵۰ سانتی‌متر تا حداکثر عمق لایروبی..... ۷ امتیاز

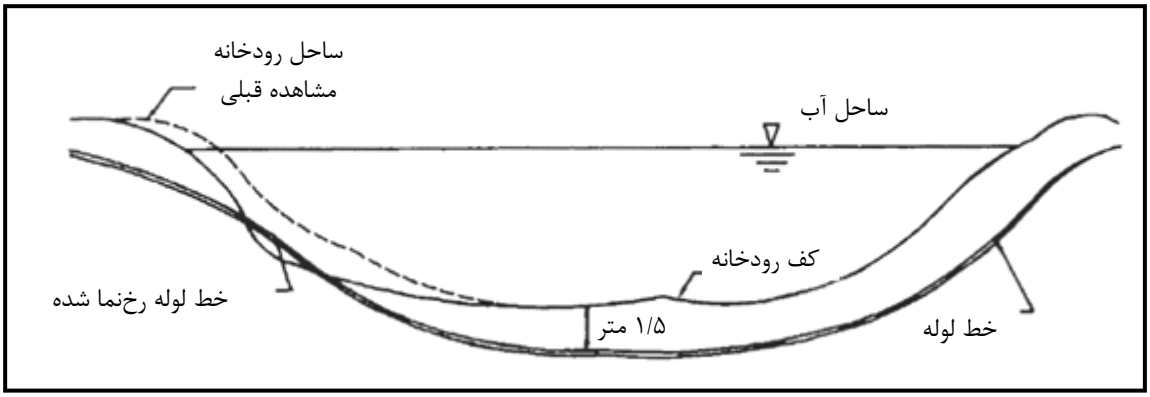
بیش از حداکثر عمق لایروبی..... ۱۰ امتیاز

پوشش بتنی (این امتیاز به مجموع امتیازات فوق اضافه خواهد شد)

بدون پوشش..... صفر امتیاز

حداقل ۲/۵ سانتی‌متر پوشش..... ۵ امتیاز

مجموع امتیازات فوق نباید از ۲۰ امتیاز بیش‌تر شود. این امتیازات با فرض این در نظر گرفته شده‌اند که عمق آب مانعی برای دسترسی عامل سوم است. در مورد مقاطع عبوری از رودخانه‌ها تهیه نقشه‌ها (شکل پ.۲-۳) به ارزیابی بهتر شاخص توسط ارزیاب کمک خواهد نمود.



شکل پ.۲-۳- نمونه‌ای از نقشه‌های عبور خط لوله از بستر رود

- سطح فعالیت (وزن پیشنهادی ۲۰ درصد)

این پارامتر در واقع بیان‌گر این موضوع است که فعالیت حفاری بیش‌تر در محدوده‌ی لوله، احتمال برخورد با آن را افزایش خواهد داد. این شاخص به کمک جمعیت فعال در محدوده خط، وجود ریل راه‌آهن، اتوبان، مسیر عبور اتومبیل‌ها به‌خصوص اتومبیل‌های پرسرعت و اتومبیل‌های سنگین (کامیون‌ها) محاسبه می‌شود. چرا که خسارات ناشی از این وسایل نقلیه در صورت برخورد به خط لوله بسیار شدید خواهد بود. هم‌چنین فعالیت حیوانات سنگین‌وزن و حفار نیز در مقدار این شاخص مهم خواهد بود. در صورت بدون پوشش بودن خطوط لوله حیوانات سبک‌وزن و پرندگان نیز قادر به آسیب‌رسانی به خطوط لوله خواهند بود. «سطح فعالیت‌ها» به طور معمول یک پارامتر ریسک محسوب شده و معمولا در طول زمان برای یک نقطه خاص از خطوط لوله ثابت نخواهد بود. تنها راه‌کار پیشنهادی برای فرار از این عامل تغییر مسیر خط لوله است که این روش نیز از راه‌کارهای معمول کاهش ریسک به‌حساب نمی‌آید. برای برآورد امتیاز این پارامتر از روش زیر استفاده می‌شود (بیان مثال برای فهم بهتر است):

نقاط با سطح فعالیت بالا به شرح زیر دارای صفر امتیاز می‌باشند:

- مناطق پرجمعیت
- مناطق در حال ساخت و ساز

- تعداد زیاد تماس‌های مردمی مبتنی بر یافتن خط لوله (۲ تماس در هفته و بیش‌تر)
- مجاورت یا تقاطع با ریل یا جاده‌ای که خطرساز باشد
- سایر تاسیسات مدفون به تعداد زیاد
- تخریب‌های مداوم از طریق حیات‌وحش
- محل لنگراندازی معمول
- محل معمول لایروبی

نقاطی با سطح متوسط فعالیت، به شرح زیر دارای ۸ امتیاز می‌باشند:

- مناطق با تمرکز جمعیتی متوسط
- فعالیت‌های ساختمانی غیرمعمولی که تهدیدکننده نیستند
- تعداد کمی از گزارشات برخورد با خط لوله (کم‌تر از ۵ عدد در ماه)
- تعداد کم تاسیسات مدفون در منطقه
- آسیب‌های ناشی از فعالیت جانوران با تعداد کم

نقاط با سطح پایین فعالیت به شرح زیر دارای ۱۵ امتیاز می‌باشند:

- مناطق با تمرکز جمعیتی کم و مناطق روستایی
- گزارشات پیرامون برخورد با لوله کم‌تر از ۱۰ بار در سال باشند.
- فعالیت‌های معمول آسیب‌رسانی در منطقه انجام نگیرند (فعالیت‌های کشاورزی با ابزار سنتی یا عمق زیاد لوله)
- مناطق بدون فعالیت دارای ۲۰ امتیاز می‌باشند.

در دسته‌بندی فوق، جمعیت یکی از عوامل کلیدی محسوب می‌شود چرا که عمدتا جمعیت با فعالیت‌هایی از قبیل: حصارکشی، باغبانی، حفر چاه آب و فاضلاب، ساخت دیوار حائل، ایجاد فضای سبز و ساخت استخر همراه است که از پتانسیل برخورد با خط لوله برخوردارند. گاه نیز برخوردهای صورت گرفته که منجر به تخریب پوشش بتنی یا خراش برداشتن لوله‌ها می‌گردند در سال‌های آتی سبب شکستگی لوله‌ها خواهند شد.

- تاسیسات رو سطحی (وزن پیشنهادی ۱۰ درصد)

این پارامتر استعداد آسیب‌پذیری تاسیسات رو سطحی از عامل سوم را محاسبه می‌کند. تاسیسات رو سطحی خطوط لوله در مقایسه با بخش‌های مدفون در معرض آسیب‌های متفاوتی (ناشی از عامل سوم) هستند. برخی از این آسیب‌ها عبارتند از برخورد وسایل نقلیه یا عملیات خراب‌کارانه.

در مقاطعی که این تاسیسات وجود ندارند امتیاز آن‌ها کامل در نظر گرفته می‌شود؛ اما در مقاطع موجود امتیاز به ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

نبود تاسیسات رو سطحی..... ۱۰ امتیاز

وجود تاسیسات رو سطحی..... صفر امتیاز

براساس وضعیت پارامترهای زیر، امتیازات محاسبه شده به مقادیر بالا اضافه خواهد شد (در صورت وجود تاسیسات به صفر اضافه می‌شوند):

فاصله تاسیسات تا اتومبیل‌ها بیش از ۶۰۰ متر باشد..... ۵ امتیاز

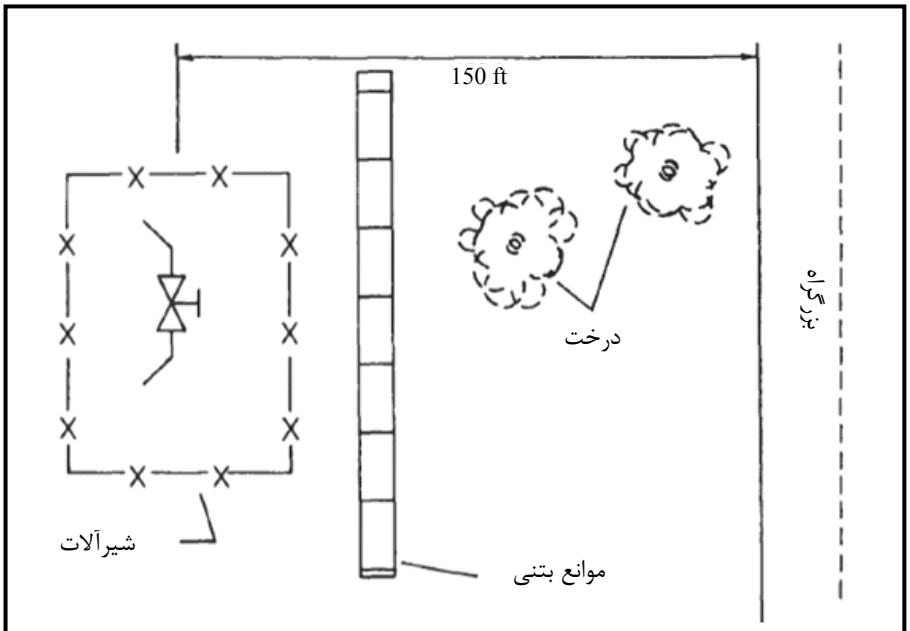
محدوده به کمک حفاری با فاصله‌ی۲متر حفاظت شده باشد..... ۲ امتیاز

وجود نرده محافظ (به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر و ترجیحا از جنس لوله آهنی) بین اتومبیل‌ها و تاسیسات..... ۳ امتیاز

دیواره‌ای از درختان (با قطر ۴۰ سانتی‌متر یا سازه‌هایی با عملکرد مشابه بین تاسیسات و اتومبیل‌ها)..... ۴ امتیاز

خندق (به عمق و عرض حداقل ۱۰ سانتی‌متر) بین اتومبیل‌ها و تاسیسات..... ۳ امتیاز

وجود علایم هشداردهنده..... ۱ امتیاز



حفاظت	امتیاز
درختان	۲
موانع بتنی	۴
حصار	۲
فاصله از بزرگراه	۰
علایم	۱
	۹

شکل پ.۲-۴- نمونه‌ای از امتیازدهی به پارامتر تاسیسات رو سطحی

- محل خط لوله (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

به منظور تعیین محل دقیق خطوط لوله راه‌اندازی سیستمی برای استعلام پیش از آغاز عملیات حفاری ضروری است. در ایالات‌متحده چنین سیستمی به صورت مجزا در هریک از ایالات راه‌اندازی شده است. شماره تلفن‌های این سامانه برای هر یک از ایالات به‌صورت مجزا و از طریق اطلاع‌رسانی‌های گسترده اعلام شده‌اند. بر همین اساس برای شروع کلیه فعالیت‌های ساخت و ساز از قبیل هرگونه عملیات ساختمانی واحدهای مسکونی کوچک تا عملیات عمرانی وسیع و گسترده، پیش از حفاری بایستی از طریق این سیستم استعلام لازم، به منظور اطلاع از عدم برخورد با خطوط لوله در مختصات مورد نظر، صورت پذیرد.

چنین سامانه‌ای در نقاط حساس از قبیل حریم‌های منابع آب، به منظور جلوگیری از وقوع حوادث شکست ناشی از عامل سوم ضروری است. این سامانه بایستی با در دست داشتن نقشه‌های به‌روز شده از تاسیسات انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی، به صورت تمام‌وقت آماده پاسخ‌گویی به استعلامات باشد. مشخصات زیر از چنین سیستمی مورد انتظار خواهند بود:

- ظرفیتی برای دریافت و ذخیره اطلاعات مربوط به فعالیت‌های حفاری برنامه‌ریزی‌شده
- اعزام نیرو به محل انجام حفاری برای جانمایی دقیق علایم هشدار خطوط لوله
- انجام فرآیندهای جانمایی و علامت‌گذاری کامل به همراه آموزش‌های لازم
- داشتن نقشه‌های دقیق خطوط لوله شامل محل، عمق و مشخصات لوله
- برقراری ارتباطات و جلسات موردنیاز با حفاران (پیمان‌کاران) قبل از آغاز کار
- بازدید میدانی هنگام حفاری
- سیستمی برای اطمینان از به‌روز بودن نقشه‌ها
- بازدید از تاسیسات پس از اتمام حفاری

در مورد امتیاز این پارامتر از شاخص عامل سوم از دستور زیر استفاده می‌شود:

مشخص بودن دقیق مسیر..... ۱۵ امتیاز

مشخص نبودن دقیق مسیر..... صفر امتیاز

روش‌هایی برای تعیین محل لوله در صورت عدم وجود نقشه‌های اجرایی یا سیستم پاسخ‌گویی به استعلام وجود دارد. این روش‌ها از دستگاه‌ها و تجهیزاتی استفاده می‌کنند که عبارتند از:

- روش‌های جستجوی RF
- روش‌های الکترومغناطیسی
- روش‌های مغناطیسی
- Vacuum extraction
- نفوذ امواج رادار به درون زمین

- هدایت الکتریکی محدوده مورد بررسی
- استفاده از GPS

- برنامه آموزش عمومی (وزن پیشنهادی ۱۵درصد)

برنامه‌های آموزش عمومی می‌توانند نقش مهمی در کاهش شاخص عامل سوم داشته باشند. باید دقت داشت که اغلب حوادث با منشا عامل سوم به صورت غیرعمدی و در اثر کمبود اطلاعات رخ داده‌اند. بنابراین اجرای یک برنامه آموزشی صحیح از سوی بهره‌برداری خطوط لوله یا سایر ذی‌نفعان برای پرسنل بهره‌برداری، جمعیت ساکن و یا ارگان‌ها و سازمان‌هایی که در محدوده مشترک حریم‌های منابع آب و خط لوله دارای فعالیت هستند، می‌تواند تا حد زیادی در مقدار شاخص عامل سوم موثر واقع شود. در مورد یک برنامه آموزشی موثر پارامترهایی که باید مورد ارزیابی قرار بگیرند، به همراه وزن هر یک عبارتست از:

- جزوات و بروشورها: در این بروشورها به مخاطبان میزان اثرپذیری خطوط لوله از عامل سوم توضیح داده خواهد شد.

ملاقات سالانه با مقامات دولتی.....	۲ امتیاز
ملاقات سالانه با شرکت‌های محلی پیمان‌کار و حفار.....	۲ امتیاز
برنامه منظم برای آموزش‌های گروهی.....	۲ امتیاز
تماس خانه به خانه با ساکنان منطقه.....	۴ امتیاز
ارسال جزوات و بروشورها برای پیمان‌کاران و حفاران در ارتباط با حیطه کاری هریک.....	۲ امتیاز
تبلیغات سالانه در نشریات پیمان‌کاران.....	۱ امتیاز

- شرایط حریم خط لوله (وزن پیشنهادی ۵ درصد)

این پارامتر سنجه‌ای برای ارزیابی میزان قابل‌شناسایی بودن، در دسترس بودن و قابل بازدید بودن حریم خط لوله که در ۵ سطح قابل نمره‌دهی است.

- **عالی – ۵ امتیاز:** مسیر کاملا قابل تشخیص بوده و علایم و نشان‌گرها به‌وضوح قابل تشخیص هستند. علایم کلیه موارد از قبیل تغییر جهت، تغییر ضخامت، تغییر قطر و... را نشان داده و مسیر خط حتی با حذف یک علامت نیز قابل تشخیص است.
- **خوب- ۳ امتیاز:** حریم تمیز بوده و پوشش گیاهی چندانی روی آن وجود ندارد. در صورتی که علایم همه موجود باشند، اطلاعات خوبی در مورد وضعیت خط در اختیار قرار خواهند داد.
- **متوسط-۲ امتیاز:** مسیر کاملا تمیز نبوده و در محل رودخانه، جاده و راه‌آهن علایم بیش‌تری برای تعیین دقیق مسیر موردنیاز است.
- **زیر متوسط-۱ امتیاز:** در برخی از نقاط مسیر با پوشش گیاهی محو شده و از بالا قابل مشاهده نبوده و یا

این‌که از پایین به خوبی قابل تشخیص نیست. علایم یا به خوبی نصب نشده‌اند و یا گویا نیستند.

- **ضعیف**- صفر امتیاز: مسیر خط لوله قابل تشخیص نیست.

- دوره گشت (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

گشت‌زنی و بررسی وضعیت خط لوله، راه‌کار مناسبی برای کاهش احتمال بروز شکست در اثر فعالیت‌های عامل سوم است. ارزیاب برای امتیازدهی به این فاکتور بایستی دوره بازگشت و کیفیت گشت‌ها را مورد بررسی قرار دهد. گشت‌زنی زمانی اهمیت بیش‌تری خواهد یافت که برای مدت زمانی طولانی، گزارشی از وضعیت لوله ارائه نشده باشد.

مواردی که در یک گشت‌زنی باید مورد بررسی قرار گرفته و گزارش گردند عبارتند از:

- حرکات زمین: لغزش زمین، نشست‌ها، فرسایش سواحل رودخانه و ناپایداری شیب‌ها (همه موارد از مهم‌ترین عوامل حرکت زمین هستند که در صورت وقوع در محل خط لوله به آن آسیب جدی وارد خواهند کرد)
- فعالیت‌های ساخت و ساز: هرگونه ساخت و ساز در حریم یا نزدیکی حریم خط لوله
- تجاوز به حریم: احداث هرگونه سازه، تغییر منظره یا تغییر در باغات موجود
- کم شدن یا از بین رفتن علایم هشداردهنده و نشان‌گرها
- هرگونه حوادث جاده‌ای، ریلی و تصادفات که به حریم خط لوله تجاوز کرده باشند.
- ایجاد باغات جدید یا هر نوع درخت‌کاری
- تغییرات ایجاد شده بر روی شیب‌ها و مسیرهای زهکشی، توسط عامل سوم

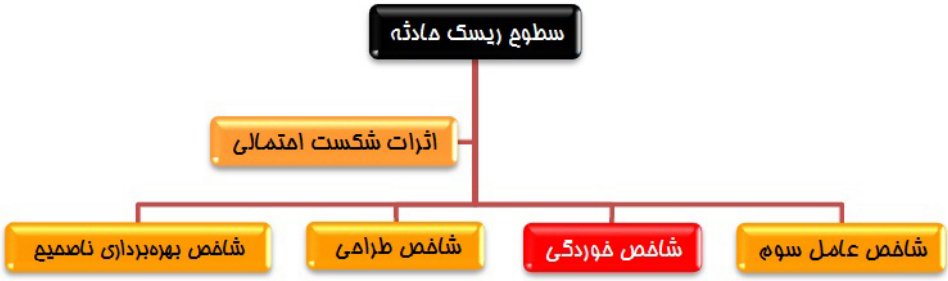
گشت‌زنی در دو مقطع زمانی باید انجام گیرد:

- در شرایط معمول بهره‌برداری برای کنترل دسترسی به حریم و جلوگیری از هرگونه تجاوز به حریم
- در شرایطی که فعالیتی از سوی عامل سوم در محدوده مورد نظر در حال انجام است.

در حالت دوم (فعالیت عامل سوم در حریم) امتیاز این پارامتر با فرض کنترل تمامی موارد ضروری به ترتیب زیر تعیین خواهد شد.

بازدید روزانه.....	۱۵ امتیاز
چهار بار در هفته.....	۱۲ امتیاز
سه بار در هفته.....	۱۰ امتیاز
۲ بار در هفته.....	۸ امتیاز
هفته‌ای یک‌بار.....	۶ امتیاز
۱-۴ نوبت در ماه.....	۴ امتیاز
کم‌تر از ۱ بار در ماه.....	۲ امتیاز
بدون بازدید.....	صفر امتیاز

پ.۲-۲- شاخص خوردگی



خطر خوردگی= خوردگی اتمسفری	٪۱۰
+ خوردگی داخلی	٪۲۰
+ خوردگی فلز مدفون‌شده	٪۷۰
	٪۱۰۰

خطر خوردگی

الف- خوردگی اتمسفری	۱۰-۰ امتیاز	٪۱۰
الف-۱- قرارگیری در معرض اتمسفر	۵-۰ امتیاز	٪۵
الف-۲- نوع اتمسفر	۲-۰ امتیاز	٪۲
الف-۳- پوشش اتمسفری	۳-۰ امتیاز	٪۳
ب- خوردگی داخلی	۲۰-۰ امتیاز	٪۲۰
ب-۱- خورندگی ماده انتقالی	۱۰-۰ امتیاز	٪۱۰
ب-۲- جلوگیری از خوردگی	۱۰-۰ امتیاز	٪۱۰
ج- خوردگی زیرسطحی	۷۰-۰ امتیاز	٪۷۰
ج- ۱- محیط زیرسطحی	۲۰-۰ امتیاز	٪۲۰
خورندگی خاک	۱۵-۰ امتیاز	٪۱۵
خوردگی مکانیکی	۵-۰ امتیاز	٪۵
ج-۲- حفاظت کاتدی	۲۵-۰ امتیاز	٪۲۵
اثربخشی (کارایی)	۱۵-۰ امتیاز	٪۱۵
پتانسیل اختلال	۱۰-۰ امتیاز	٪۱۰
ج-۳- پوشش	۲۵-۰ امتیاز	٪۲۵
تناسب	۱۰-۰ امتیاز	٪۱۰
وضعیت	۱۵-۰ امتیاز	٪۱۵
	۱۰۰-۰ امتیاز	٪۱۰۰

پتانسیل خرابی خط لوله در اثر خوردگی، اغلب در مورد خطوط لوله‌ی فولادی وجود دارد. در این فصل سعی بر نمایش چگونگی ارتباط تحلیل خوردگی با کاهش ریسک بوده است. شایان‌ذکر است که بحث در مورد جزییات مکانیزم‌های پدیده خوردگی، فراتر از هدف این گزارش است.

هرگونه کاهش در ضخامت دیواره لوله، منجر به کاهش صلاحیت و قابلیت سازه‌ای آن شده و خطر خرابی و شکست خط را افزایش خواهد داد. مواد غیرفلزی قابل کاربرد در خطوط لوله نفتی در بعضی اوقات مستعد شکل‌های دیگر خوردگی محیطی هستند. سولفات‌ها و اسیدهای موجود در خاک قادرند مواد سیمانی هم‌چون بتون و پنبه نسوز را در لوله‌های سیمانی تخریب کنند. بعضی از پلاستیک‌ها نیز در معرض نور فرابنفش (نور خورشید) دچار تخریب خواهند شد. لوله‌های پلی‌اتیلن می‌توانند در مقابل حمله هیدروکربن‌ها آسیب‌پذیر باشند. لوله کلرید پلی وینیل (PVC) ممکن است مورد تهاجم موش‌ها واقع شده که عملا دیواره لوله گاز گرفته و آن را از بین خواهند برد. تمرکز اصلی این گزارش بر روی خطوط فولادی بوده و در انتها ارزیاب بایستی قادر باشد، به طور موازی ترسیماتی از برآورد خطوط غیر فولادی در یک رفتار مشابه داشته باشد.

برای بررسی عنوان و برآورد توانایی خورندگی در حالت‌های خرابی از مراحل منطقی خاصی به شرح زیر پیروی می‌شود، که می‌توان در فرآیند کنترل خوردگی نیز از آن استفاده نمود. این مراحل شامل موارد زیر است:

- تعیین نمودن و مشخص کردن انواع خوردگی ممکن/محتمل (اتمسفری، داخلی، زیرسطحی)
- مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری ماده لوله
- ارزیابی سنجه‌های پیش‌گیری خوردگی از میان تمامی فرآیندهای پیچیده خوردگی

برخی مواد مورد استفاده در خطوط لوله مستعد خوردگی نبوده و در واقع آزاد از هر نوع توانایی تنزل محیطی می‌باشند. معمولا طراحان از بعضی خواص مکانیکی هم‌چون استحکام و انعطاف‌پذیری این مواد استفاده نموده و بر همین اساس برآورد شاخص خوردگی در مورد چنین خطوطی حذف می‌شود.

دو فاکتور نوع ماده و محیط در تعریف خطر خوردگی باید بررسی گردند. هم‌چنین چندین نوع خطای انسانی می‌توانند خطر خوردگی را افزایش دهند. انتخاب نامناسب مواد برای محیط یک اشتباه و قرار دادن مواد ناسازگار در کنار یکدیگر می‌تواند ایجادکننده پتانسیل خوردگی باشد. این مسئله شامل مواد اتصالات (هم‌چون پیچ‌ها، واشرها) و جوش‌هاست.

پ.۲-۲-۱- سه نوع خوردگی

شاخص خوردگی سه نوع خوردگی اتمسفری، داخلی و زیرسطحی را ارزیابی می‌نماید. در واقع این شاخص اثرات سه نوع محیط کلی را که در مجاورت خط لوله می‌توانند قرار بگیرند مشخص می‌کند.

خوردگی اتمسفری با اجزای خط لوله‌هایی که در معرض جو قرار می‌گیرند سر وکار دارد. به منظور برآورد پتانسیل برای خوردگی در اینجا باید ارزیاب موارد زیر را در نظر گیرد:

- امکان آسیب‌پذیری
- نوع اتمسفر
- برنامه رنگ‌کاری/پوشش‌دهی/ بازرسی

برای مدل برآورد خطر کلی تشریح شده در اینجا، خوردگی اتمسفری ۱۰٪ خطر خوردگی کلی وزن‌دهی می‌شود. این وزن نشان‌دهنده این است که خوردگی اتمسفری مکانیزم خرابی نسبتا نادری برای اغلب خطوط لوله است. این مساله به دلیل مدفون بودن اکثر خطوط لوله انتقال مواد نفتی است.

خوردگی داخلی با پتانسیل به وجود آمدن خوردگی در داخل خط لوله از جانب مواد انتقالی سرو کار دارد. موارد بررسی شامل موارد زیر است:

- خورندگی محصول
- فعالیت‌های پیش‌گیری

خوردگی داخلی ۲۰٪ خطر خوردگی کلی وزن داده می‌شود. وزن بیش‌تر به دلیل محسوس‌تر بودن خوردگی داخلی نسبت به خوردگی اتمسفری در اغلب موارد است. خوردگی زیرسطحی لوله‌ها نیز اغلب جزء طبقه‌بندی‌های پیچیده است. چراکه مکانیزم‌های به وجود آورنده این نوع خوردگی پیچیده‌اند. از میان موارد در نظر گرفته شده این برآورد یک ترکیب نسبت داده شده وجود دارد. درواقع برای جلوگیری از خوردگی موارد پیش‌گیرانه زیر در نظر گرفته می‌شوند:

- حفاظت کاتدی
- پوشش‌دهی خط لوله
- خورندگی خاک
- حضور فلز مدفون‌شده دیگر
- پتانسیل برای وجود جریان‌های آزاد
- پتانسیل ترک‌خوردگی براثر تنش‌های ناشی از خوردگی
- فاصله میان نمونه‌های موردنظر برای آزمایش
- بازرسی یک‌سوکننده‌ها و تداخل باندها
- دوره بازگشت برداشت آمار از نمونه‌ها
- دوره و نوع بازرسی‌های پوشش لوله
- دوره و نوع بازرسی‌های جداره لوله
- فاصله زمانی کوتاه برای انجام بازدیدها
- استفاده از ابزارهای بازرسی داخلی

خوردگی زیرسطحی ۷۰٪ از خطر خوردگی کلی وزن‌دهی می‌شود. اغلب بازرسی مستقیم دیواره لوله پرهزینه و مخرب است و ازاین‌رو برآوردهای خوردگی معمولا پتانسیل خوردگی را از طریق بررسی پارامترهای نماینده وجود خوردگی استنباط می‌کنند.

پ.۲-۲-۲- امتیازدهی پتانسیل خوردگی

وزن‌دهی پارامترها، اهمیت نسبی هر مورد را به‌صورت سهم پارامتر در خطر خوردگی کلی، مشخص می‌کند. در سیستم امتیازدهی ارائه شده در این گزارش، معمولا امتیازها به وضعیت‌ها و شرایط اختصاص داده شده و پس از جمع بستن، خطر خوردگی معین خواهد شد. به‌عنوان مثال، تحت خوردگی زیرسطحی خط لوله‌های فولادی سه مفهوم اصلی محیط، پوشش‌دهی و حفاظت کاتدی بررسی می‌شود بهترین تلفیق محیط (خیلی بی‌خطر و خوش خیم)، پوشش‌دهی (خیلی مناسب)، و حفاظت کاتدی (هم متیلن خیلی مناسب)، بالاترین امتیازها را پیشنهاد می‌دهد.

پ.۲-۲-۲-۱- خوردگی اتمسفری (وزن پیشنهادی ۱۰٪ خطر خوردگی)

خوردگی اتمسفری ناشی از تغییر شیمیایی ماده دیواره لوله در اثر واکنش با اتمسفر است که به طور معمول این واکنش سبب اکسیداسیون فلز می‌گردد. در ایالات‌متحده خسارت سالانه، ناشی از خوردگی اتمسفری بیش از ۲ میلیارد دلار است. باید توجه داشت که در صورت مدفون شدن خط لوله، دیواره آن کاملا از این نوع خوردگی مصون نمی‌گردد. از طرفی ممکن است در اثر مرور زمان و عوامل فرسایشی بخش‌هایی از لوله از حالت مدفون خارج شده و در معرض اتمسفر قرار گیرد.

یک طرح ارزیابی ممکن، برای خوردگی اتمسفری عبارتست از:

خوردگی اتمسفری (۱۰٪ خطر خوردگی=۱۰امتیاز)

۱- در معرض‌قرار گرفتن	۵۰٪ اتمسفری= ۵ امتیاز
۲- شرایط محیطی	۲۰٪ اتمسفری= ۲ امتیاز
۳- پوشش‌لوله	۳۰٪ اتمسفری= ۳ امتیاز
۳-۱- تناسب پوشش	۵۰٪ پوشش=۱/۵ امتیاز
۳-۲- شرایط	۵۰٪ پوشش=۱/۵ امتیاز
۳-۲-۱- بازرسی چشمی	۵۰٪ از شرایط
۳-۲-۲- تست‌های غیرمخرب[1]	۳۰٪ از شرایط
۳-۲-۳- تست‌های مخرب[2]	۲۰٪ از شرایط

1- NDT
2- DT

- قرارگیری در معرض اتمسفر (وزن پیشنهادی ۵۰٪ از خوردگی اتمسفری)

ارزیاب باید بیش‌ترین خطر ناشی از خوردگی اتمسفری را برای بخشی از خط لوله که در معرض هوا قرار گرفته، و برای سخت‌ترین شرایط آب و هوایی برآورد کند.

این تصمیم‌گیری باید بر اساس چند سناریو صورت گیرد که ارزیاب باید تصمیم بگیرد که بیش‌ترین خطر مربوط به کدام سناریو است. این تصمیم‌گیری باید بر پایه داده‌های ثبت شده (خرابی‌های قبلی یا مسایل کشف شده) و به کارگیری دانش و تجربه باشد. نمونه‌ای از پارامترهای ارزیابی برای یک لوله فولادی عبارتند از:

فصل مشترک آب/هوا	۰ امتیاز
پوسته‌ها[1]	۱ امتیاز
عایق‌بندی	۲ امتیاز
تکیه‌گاه‌ها/ بست‌ها	۲ امتیاز
فصل مشترک هوا/ زمین	۳ امتیاز
قرارگیری در معرض سایر موارد	۴ امتیاز
هیچ‌کدام	۵ امتیاز

در این طرح، بدترین مورد، کم‌ترین امتیاز را داشته و ارزیابی آن نیز بر کل مقاطع دلالت می‌کند.

- **فصل مشترک آب/ هوا**

فصل مشترک آب و هوا، به عنوان بخشی از لوله که به طور متناوب در معرض آب و هوا قرار می‌گیرد، شناخته می‌شود. به عنوان مثال تغییرات سطح آب در دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در اثر رهاسازی آب از سدها، سیلاب‌ها و یا بارندگی، چنین سطوحی را ایجاد خواهد کرد. مکانیزم کار معمولا در اثر تغییر غلظت اکسیژن آب صورت می‌گیرد. تفاوت‌ها در غلظت اکسیژن نواحی کاتدی و آندی بر روی فلز را ایجاد می‌نماید. اگر آب، شور یا لب‌شور باشد خواص الکترولیتی خوردگی افزایش خواهد یافت. سازه‌های ساحلی معمولا دارای چنین خوردگی‌هایی هستند.

- **پوسته‌ها (بدنه‌ها)**

تجربیات صنعتی نشان می‌دهد که پوسته‌ها و بدنه‌های مدفون، شرایط مناسبی برای خوردگی دارند. حتی با وجود این‌که بدنه و پوسته محصور کننده آن در زیرزمین هستند، خوردگی اتمسفری می‌تواند مکانیزم خوردگی بارزی باشد. هنگام استفاده از پوسته‌ها، اتصال الکتریکی بین پوسته و بدنه لوله برقرار خواهد شد. با برقراری این جریان، تقریبا کنترل

1- Casing

واکنش الکتروشیمیایی غیرممکن خواهد بود. بدترین حالت ممکن زمانی است که لوله اصلی تبدیل به آند شده و خوردگی در سطح آن اتفاق بیفتد.

- **عایق‌بندی**

عایق‌بندی خطوط لوله سطحی، سبب به دام انداختن رطوبت در اطراف لوله شده باعث وقوع خوردگی نامحسوس در آن خواهد شد. اگر رطوبت و نم به‌طور دوره‌ای با آب تازه جایگزین شود منبع اکسیژن تازه شده و خوردگی گسترش خواهد یافت.

- **تکیه‌گاه‌ها / بست‌ها**

تجربیات صنعتی نشان می‌دهند که تکیه‌گاه‌ها و بست‌های لوله، نقاط حساسی هستند که اغلب نم و رطوبت را در مجاورت دیواره لوله به تله انداخته و در برخی اوقات مکانیزمی برای کاهش و از دست دادن پوشش یا رنگ لوله ایجاد می‌کنند. هم‌چنین خرابی و آسیب ناشی از خوردگی مکانیکی در نقاط امکان‌پذیر است. این نوع خرابی‌ها اغلب نامشخص هستند.

- **فصل مشترک زمین/ هوا**

در مقایسه با فصل مشترک آب/هوا، فصل مشترک هوا/زمین از نقطه نظر خوردگی می‌تواند مهم‌تر باشد. هنگامی که لوله به زمین وارد یا خارج می‌شود، این امتیاز در شاخص خوردگی محسوب می‌گردد. زبری سطح لوله در چنین نقاطی پتانسیلی برای به دام انداختن نم در مجاورت لوله (به‌وجود آوردن یک فصل مشترک هوا/ آب)، ایجاد خواهد کرد. جابجایی‌های خاک منجر به تغییر دادن محتویات نم، یخ‌زدگی و غیره می‌گردد که چنین مواردی سبب آسیب‌رسانی به پوشش لوله خواهند شد.

- **قرارگیری در معرض سایر موارد**

علاوه بر موارد فوق که بدترین حالت‌های ممکن برای خوردگی خطوط لوله فولادی را شامل می‌شوند، ممکن است وجود وضعیتی سبب تنزل در لوله‌های غیر فولادی گردد، که در هیچ کدام از موارد بالا وجود ندارد. یک لوله پلاستیکی از طریق تماس با آب یا هوا و یا حتی تماس با مواد شیمیایی تحت تاثیر قرار نخواهد گرفت، ولی در معرض نور خورشید ممکن است ترد و شکننده شود. بنابراین دسترسی به نور خورشید در برآورد خطر لوله‌های پلاستیکی در نظر گرفته خواهد شد.

- **هیچ کدام**

اگر هیچ قسمت خورده شونده خط لوله درمعرض اتمسفر واقع نشود پتانسیلی برای خوردگی اتمسفری وجود نخواهد داشت.

- نوع اتمسفر (وزن پیشنهادی ۲۰٪ از خوردگی اتمسفری)

مشخصه‌های معین اتمسفر می‌تواند خوردگی فولاد را بالا برده یا تسریع بخشند، چراکه فرآیندهای اکسیداسیون را افزایش خواهند داد. برخی از این مشخصه‌های اتمسفری و اصول کلی اولیه در مورد آن‌ها عبارتند:

ترکیبات شیمیایی: برخی ترکیبات شیمیایی آلی هم‌چون نمک یا CO_2 یا ترکیبات معدنی همچون کلراید یا SO_2 قادرند اکسیداسیون فلز را تسریع بخشند.

- رطوبت
- دما: دمای بالاتر منجر به ترویج خوردگی می‌گردد.

برای نمایش اثر یک مشخصه یا اثر متقابل چند مشخصه از اتمسفر بر خوردگی خطوط لوله، امتیازبندی زیر، قابل پیشنهاد است:

الف- دریایی (نمک بالا) و شیمیایی.....	صفر امتیاز
ب- شیمیایی و رطوبت بالا.....	۰/۵ امتیاز
ج- ساحلی، مردابی، دریایی (نمک بالا).....	۰/۸ امتیاز
د- رطوبت و دمای بالا.....	۱/۲ امتیاز
ه- شیمیایی و رطوبت پایین.....	۱/۶ امتیاز
و- رطوبت پایین و دمای کم.....	۲ امتیاز
ز- بدون هیچ عاملی.....	۲ امتیاز

- پوشش اتمسفری (وزن دهی ۳۰٪ خوردگی اتمسفری)

سومین بخش از پتانسیل خوردگی اتمسفری، تحلیل راهکارهای جلوگیری برای حداقل رساندن خطر است. پوشش‌دهی برای جلوگیری از خوردگی اتمسفری فلزات (خط لوله) شامل رنگ، نوار پیچی، واکس‌ها، آسفالت‌ها و پوشش‌های طراحی شده ویژه‌ای است که رنگ‌کاری متداول‌ترین آن‌هاست. باتوجه به این‌که ارزیاب هیچ‌گونه قضاوتی پیرامون پوشش‌دهی نمی‌تواند داشته باشد، لذا برنامه بازرسی پوشش خطوط لوله برای این منظور امتیازدهی خواهد شد. نمونه‌ای از امتیازات پیشنهادی برای این برنامه به‌صورت زیر خواهد بود.

- **ارزیابی پوشش خطوط لوله**

کارایی پوشش خطوط لوله به ۴ فاکتور زیر بستگی دارد:

- کیفیت پوشش‌دهی
- کیفیت کاربرد پوشش‌دهی
- کیفیت برنامه بازرسی

- کیفیت برنامه اصلاح نقص

که دو فاکتور اول قابلیت پوشش‌دهی و دو فاکتور دوم شرط صحیح و مناسب پوشش‌دهی را تعیین می‌نمایند. به‌طور کلی، بررسی کیفی هرکدام از این مولفه‌ها از ۴ نقطه نظر خوب، متوسط، ضعیف و یا عدم وجود، صورت خواهد گرفت. مقادیر امتیازی باید معادل باشند، مگر این‌که براساس تشخیص ارزیاب یک مولفه از بقیه مهم‌تر باشد. مقیاس ارزیابی بر اساس ۴ نقطه نظر ذکر شده در بالا، به صورت زیر پیشنهاد می‌شود.

خوب	۳ امتیاز
متوسط	۲ امتیاز
ضعیف	۱ امتیاز
عدم وجود	صفر امتیاز

- **تناسب پوشش (وزن پیشنهادی ۵۰٪ ارزیابی پوشش)**

تناسب پوشش معمولا بر اساس قضاوت در مورد تجارب مشابه صورت می‌گیرد.

- خوب- پوشش با کیفیت بالا و برای محیط فعلی خودش طراحی شده است.
- متوسط- پوشش مناسب است، اما احتمالا برای محیط فعلی خودش به‌طور خاص و ویژه طراحی نشده است.
- ضعیف- پوشش در مکان موجود است، اما برای مدت طولانی قادر به سرویس‌دهی در شرایط محیطی نیست.
- عدم وجود- هیچ پوششی وجود ندارد.

نکته: برخی خواص مهم پوشش‌ها شامل مقاومت الکتریکی، چسبندگی، سهولت کاربرد، انعطاف‌پذیری، مقاومت در مقابل ضربه، مقاومت جریان (بعد از فرآوری)، مقاوم در برابر تنش‌های خاک، مقاوم در برابر آب، مقاوم در برابر باکتری یا دیگر حملات موجودات زنده می‌شود.

کاربرد پارامتر: ارزیابی و قضاوت در مورد کیفیت و کاربرد یک پوشش در یک محیط خاص که در قالب بررسی مواردی از قبیل تمیز کردن پیش از اجرای پوشش، ضخامت پوشش، محیط کاربرد (کنترل دما، رطوبت گرد و غبار و...) و فرآیند عمل‌آوری و گیرش پوشش، صورت خواهد گرفت.

طبقه‌بندی برای امتیازدهی این پارامتر با تعاریف زیر، صورت خواهد پذیرفت:

- **خوب**- از مشخصات فنی با جزییات بالا استفاده شده است، توجه زیادی به تمامی جنبه‌های کاربردی صورت گرفته و سیستم کنترل کیفیت متناسب مورد استفاده قرار گرفته‌است.
- **متوسط**- مشابه موارد فوق، اما بدون سیستم‌های کنترل و کیفیت و نظارت منظم است.
- **ضعیف**- کاربرد پوشش و کنترل ضعیف (بدون توجه به نیازها) و بی‌دقت صورت گرفته است.
- **عدم وجود**- کاربرد پوشش به طور ناصحیح و نامناسب انجام شد، مراحل نادیده گرفته شد، شرایط محیطی کنترل نشده است.

- **وضعیت پوشش (وزن‌دهی ۵۰٪ برآورد پوشش‌دهی)**

  - **بازرسی:** کامل و دقیق بودن برنامه بازرسی بایستی مورد ارزیابی قرار بگیرد. مستندسازی و بایگانی درست اطلاعات برداشت شده در نوبت‌های مختلف، بخشی از برنامه‌های ایده‌ال بازرسی محسوب می‌شوند.

طبقه‌بندی برای امتیازدهی این پارامتر با تعاریف زیر، صورت خواهد پذیرفت:

  - **خوب**- بازرسی منظم کامل و دقیق خط لوله، به‌ویژه برای تعیین خوردگی اتمسفری. این بازرسی توسط افراد آموزش‌دیده و از طریق پر کردن چک‌لیست‌های مشخص انجام خواهد شد.
  - **متوسط**- بازرسی‌ها نامنظم ولی توسط افراد آموزش‌دیده انجام می‌گیرند.
  - **ضعیف**- بازرسی کم و با تکیه بر رؤیت تصادفی نقاط مشکل‌دار صورت می‌گیرد.
  - **عدم وجود**- هیچ‌گونه بازرسی انجام نمی‌گیرد.

نکته: نقص‌های متداول پوشش‌ها شامل ترک‌خوردگی، سوراخ‌های ریز، اثر ضربات (از اشیای تیز)، بارگذاری‌های تراکمی (به عنوان مثال روی هم چیدن لوله‌های پوشش داده شده)، جداشدگی، نرم شدگی یا سیال شدن و خرابی‌های عمومی (برای مثال، تشعشع اشعه فرابنفش) می‌شود.

بازرس‌ها باید توجه ویژه‌ای به گوشه‌های تیز و شکل‌های پیچیده داشته باشند. زیرا تمیز کردن و پوشش دادن این نقاط مشکل است. نمونه‌هایی از چنین نقاطی عبارتند از مهره‌ها، پیچ‌ها، رزوه‌ها و برخی اجزای شیرها. چنین نقاطی اغلب نواحی اولیه‌ای هستند که دچار خوردگی می‌شوند.

- **اصلاح نقص‌ها**

برای امتیازدهی به این پارامتر، کامل و دقیق بودن برنامه اصلاح نقص‌ها ارزیابی و بررسی خواهد شد.

  - **خوب**- هرگونه نقص گزارش شده در پوشش خط لوله، بلافاصله شده ثبت و بایگانی شده و طرح‌ریزی برای تعمیر به موقع آن انجام خواهد گرفت.
  - **متوسط**- نقص‌های پوشش خط لوله به طور نامنظم گزارش شده و در وقت مناسب تعمیر می‌شود.
  - **ضعیف**- نقص‌های پوشش خط لوله همواره و همیشه گزارش نمی‌شود و اقدام منظمی برای تعمیر آن صورت نمی‌گیرد.
  - **عدم وجود**- توجه کم یا عدم توجه به نقص‌های موجود در پوشش خط لوله.

پ.۲-۲-۲-۲- خوردگی داخلی (وزن پیشنهادی ۲۰٪ امتیاز)

خوردگی داخلی	۲۰٪، ۲۰ امتیاز
۱- خورندگی محصول	۵۰٪ خوردگی داخلی= ۱۰ امتیاز
۱-۱- پتانسیل‌های تغییر نرخ خوردگی	۷۰٪ خورندگی محصول= ۷ امتیاز

۱-۱-۱- تجهیزات	۳۰ ٪ از ۷ امتیاز یا حدود ۲ امتیاز
۱-۱-۲- O&M	۳۰ ٪ از ۷ امتیاز یا حدود ۲ امتیاز
۱-۱-۳- سرعت جریان	۴۰ ٪ از ۷ امتیاز یا حدود ۳ امتیاز
۱-۲- مشخصه‌های خطوط جریان (وجود مراکز جریان گردابی)	۳۰٪ خوردگی محصول، ۳ امتیاز
۱-۲-۱- خوردگی ناشی از جامدات	۴۰٪ از ۳ امتیاز یا حدود ۱ امتیاز
۱-۲-۲- خوردگی مرتبط با آب	۶۰ ٪ از ۳ امتیاز یا ۲ امتیاز
۲- پیش‌گیری‌ها	۵۰٪ خوردگی داخلی، ۱۰ امتیاز

در این بخش برآوردی از توانایی و قابلیت ایجاد خوردگی داخلی انجام خواهد شد. خوردگی داخلی، کاهش دیواره لوله یا آسیب‌های به‌وجود آمده در اثر بروز یک واکنش میان دیواره داخلی لوله و ماده انتقالی توسط لوله، است. خوردگی حفره‌زا و خوردگی شکافی، انواع خاصی از خوردگی آهن گالوانیزه هستند که به طور متداول در خوردگی‌های داخلی مشاهده می‌شوند. در این بخش فرسایش نیز فرمی از خوردگی داخلی به‌حساب آمده‌است. هم‌چنین شایان ذکر است که خیلی از روش‌های پیش‌گیری هم‌چون پوشش‌دهی داخلی تنها به منظور محافظت لوله استفاده نشده، بلکه برای محافظت محصول از ناخالصی‌هایی که منجر به به‌وجود آمدن خوردگی می‌شوند نیز انجام می‌پذیرد.

برآورد میزان تهدید ناشی از خوردگی داخلی، با تخمینی از مشخصه‌های محصول ارزیابی می‌شود تا با استفاده از روش‌های پیش‌گیرانه و از طریق تغییر برخی از مشخصات محصول، اعمال گردند.

۱- خورندگی محصول (وزن‌دهی ۵۰٪ پتانسیل خوردگی داخلی)

این برآورد و بررسی مربوط می‌شود به حمله نسبی محتویات خط لوله که در تماس با دیواره لوله هستند. بیش‌ترین تهدید برای سیستم در جایی وجود دارد که محصول به طور ذاتی با مواد لوله ناسازگار است. خطر دیگر، اضافه شدن ناخالصی‌های خورنده در داخل ماده انتقالی و به‌صورت روزانه است. این دو سناریو می‌توانند به طور جداگانه امتیازدهی شده و سپس به منظور برآورد خورندگی محصول با هم تلفیق گردند.

خورندگی محصول= مشخصه‌های جریان+ تغییر نرخ خورندگی

در مورد هیدروکربن‌هایی از قبیل نفت خام، به دلیل خاصیت خورندگی نسبتا پایین و نبود افزودنی (معمولا) نسبت به عامل دوم (تغییر نرخ خورندگی) توزیع وزنی حدود ۳۰ به ۷۰ حاکم خواهد بود.

در تدوین برنامه‌های مدیریت ریسک شکست خطوط لوله، در ارزیابی پارامتر مورد بحث، بایستی ترکیبی از دو متغیر که بدترین حالت ممکن را تولید می‌کند، مورد ارزیابی قرار گیرد، اما در مورد پایش وضعیت فعلی خطوط لوله، ترکیب واقعی مد نظر قرار خواهد گرفت.

• **پتانسیل تغییر نرخ خوردگی**

این پارامتر به تغییر توان خورندگی ماده انتقالی در شرایط غیر معمول ارتباط دارد. این تغییر ممکن است در اثر عواملی از قبیل:

- تغییر فرآیند تحویل محصول به خط لوله
- تغییر توان انتقال تاسیسات و یا احتمال خرابی آن‌ها
- عملیات بهره‌برداری و نگه‌داری از تاسیسات تحویل محصول به خط لوله

صورت پذیرد. تغییر شرایط جریان (به‌عنوان مثال تبدیل به سکون) نیز می‌تواند در رده چنین شرایطی قرار گیرد. فرسایش نیز در اثر مالش جریان به دیواره ایجاد شده و سبب کنده شدن دیواره لوله، در گذر زمان خواهد شد. در مجموع ارزیابی این پارامتر در رابطه با ایجاد خوردگی داخلی از طریق بررسی و امتیازدهی چهار مورد زیر صورت خواهد گرفت.

- **تجهیزات:** بررسی و ارزیابی تجهیزات و امکاناتی که برای فیلتراسیون ناخالصی‌ها و آلودگی‌های جریان مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- **تجارب O&M:** ارزیابی نحوه پاسخ‌گویی پرسنل بهره‌برداری به وجود آلودگی در جریان داخل خط لوله.
- **بالاترین سرعت و بالاترین سطح انرژی در خط لوله:** بررسی حداکثر سرعت و انرژی جریان ممکن در مقطع مورد بررسی از خط لوله و اثر این شرایط بر فرسایش دیواره لوله.
- **حداقل سرعت و حداقل سطح انرژی در خط لوله:** بررسی حداقل سرعت و انرژی ممکن برای جریان در مقطع مورد بررسی و ارزیابی اثر آن بر خوردگی دیواره‌ها در اثر افزایش زمان تماس خط لوله و ماده انتقالی.

امتیازدهی به فاکتورهای فوق می‌تواند براساس مشاهدات انجام شده یا گزارشات تهیه شده و با نگاهی بر ارزیابی نهایی پارامتر «پتانسیل تغییر نرخ خوردگی» صورت گیرد. ازسوی دیگر از آن جایی که این دستورالعمل برای کاربران بخش آب، و ارزیابی مقطعی از لوله که در حریم منبع آب قرار گرفته (یا قرار خواهد گرفت)، تهیه شده است، این امتیازات می‌تواند با نظرخواهی متخصصین و بهره‌برداران خط، تعیین شوند.

• **امتیازدهی ساده شده برای تعیین خورندگی محصول**

در بسیاری از موارد، مقدار جزییات تشریح شده برای خوردگی داخلی ممکن نیست، لذا برای امتیازدهی پتانسیل خوردگی طرحی ساده به شرح زیر پیشنهاد شده است:

خورندگی قوی	۰ امتیاز
خوردگی متوسط	۳ امتیاز
خورندگی تحت شرایط ویژه و خاص	۷ امتیاز
بدون خاصیت خورندگی (غیر خورنده)	۱۰ امتیاز

«خورندگی قوی» زمانی پیشنهاد می‌شود که آسیب‌دیدگی سریع ناشی خوردگی امکان‌پذیر باشد. در چنین مـواردی، معمولا ماده انتقالی با مواد لوله به‌هیچ وجه سازگار نیست. انتقال حلال‌های آب‌نمک، آب، محصولات بـا محتـوای H_2S و محصولات اسیدی به کمک لوله‌های فلزی، نمونه‌هایی از چنین موارد می‌باشند.

«خورندگی متوسط» هنگامی که آسیب به خط لوله با نرخی کند امکان‌پذیر باشد، انتساب داده خواهد شـد. نداشـتن آگاهی کافی در مورد خورندگی محصول، سبب قرارگیری در این رده خواهد شد. به طور کلی فرض می‌شود که هر مـاده قابل آسیب‌رسانی به تاسیسات قابلیت خوردگی دارد، مگر این‌که گواهی و مدرکی برخلاف این مساله وجود داشته باشد.

«خورندگی تحت شرایط خاص» بدین معنی است که محصول به طور معمول بی‌خطر است امـا تحـت شـرایطی (کـه امکان آن وجود دارد) توانایی خورندگی خواهد داشت.

«بدون خاصیت خورندگی» بدین معنی است که هیچ امکان منطقی برای خوردگی وجود ندارد.

- پیش‌گیری‌ها (وزن پیشنهادی ۵۰٪ از خوردگی داخلی)

در صورت مشخص شدن خاصیت خورندگی ماده انتقالی برای یک خط لوله، مجموعه‌ای از اقدامات برای کاهش ایـن اثر قابل انجام هستند که این فاکتور نماینده‌ای از کیفیت انجام این اقدامات خواهد بود. تفاوت امتیـاز هریـک از اقـدامات زیر تا امتیاز نشان‌دهنده میزان کمبودهای سیستم برای مقابله موردنیاز با خوردگی داخلـی (کـاهش ریسـک خـوردگی) است. در صورت به‌کارگیری چند مورد از موارد زیر امتیازات تا سقف ۱۰ جمع بسته خواهند شد.

هیچ اقدامی صورت نگرفته است	۰ امتیاز
پایش داخل لوله	۲ امتیاز
تزریق مواد بازدارنده یا کندکننده روند خوردگی	۴ امتیاز
عدم نیاز به اقدامات پیش‌گیرانه (ماده انتقالی خورنده نیست)	۵ امتیاز
پوشش داخلی	۳ امتیاز
اقدامات لازم در قالب بهره‌برداری متناسب	۳ امتیاز
پیگ‌رانی	۳ امتیاز

پ.۲-۲-۲-۳- خوردگی زیرسطحی (وزن پیشنهادی ۷۰٪)

خوردگی زیرسطحی (۷۰٪ خطر کلی خوردگی، ۷۰ امتیاز)

۱- شرایط زیرسطحی محیط اطراف خط لوله	۲۰ امتیاز
۱-۱- خورندگی خاک	۱۵ امتیاز
۱-۲- خوردگی مکانیکی	۵ امتیاز
۲- پوشش‌دهی	۲۵ امتیاز

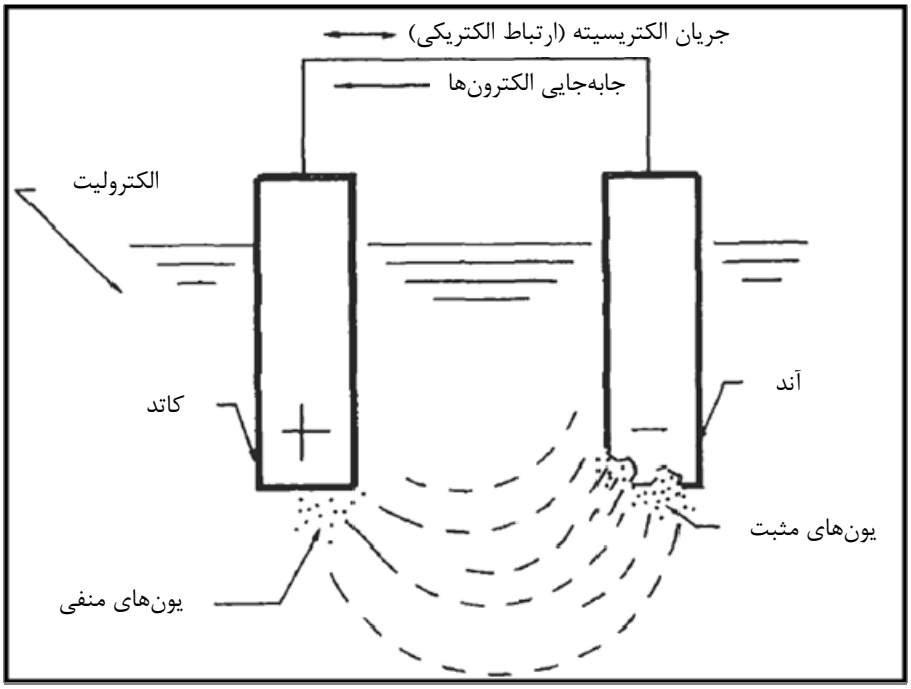
۲-۱- تناسب	۱۰ امتیاز
۲-۲- شرایط	۱۵ امتیاز
۳- حفاظت کاتدی	۲۵ امتیاز
۳-۱- اثرگذاری	۱۵ امتیاز
۳-۲- پتانسیل تداخل	۱۰ امتیاز
۳-۲-۱- مرتبط با AC	۲ امتیاز
۳-۲-۲- پوسته گذاری[1]	۱ امتیاز
۳-۳-۳- مرتبط با DC	۷ امتیاز
۳-۳-۳-۱- جریان‌های تلوریک[2]	۱ امتیاز
۳-۳-۳-۲- ریل DC	۳ امتیاز
۳-۳-۳-۳- خطوط‌خارجی	۳ امتیاز

در این بخش برآورد خطر شکست برای لوله‌های فلزی مدفون در زیر خاک یا آب، انجام خواهد شد. درصورتی که خط لوله‌ای که ارزیابی می‌شود در برابر خوردگی زیرسطحی مقاوم است (به عنوان مثال برای یک خط لوله پلاستیکی یا بخشی از خط لوله که در سطح زمین واقع می‌شود، برای تعیین شاخص خوردگی از این پارامتر استفاده نخواهد شد.

در زمینه خوردگی زیرسطحی، عمده‌ترین خطر برای خط لوله، تشکیل سلول گالوانیکی است که خط لوله به عنوان آند یا کاتد آن باشد.

خوردگی گالوانیک وقتی رخ‌می‌دهد که فلز یا فلزات در یک فرم الکترولیت نواحی آندی و کاتدی واقع شود که در شکل (پ.۲-۵) یک نمایه از سلول گالوانیک به‌طور کامل نشان‌داده شده‌است. از آنجایی که معمولا خاک یک الکترولیت مناسب را تشکیل می‌دهد، یک سلول خوردگی گالوانیک می‌تواند مابین سطوح یک خط لوله تنها یا مابین یک خط لوله و تکه فلز مدفون‌شده دیگری به‌وجودآید.

1- Shielding
2- Telluric



شکل پ.۲-۵- سلول خوردگی گالوانیک

در رویکرد امتیازدهی تشریح‌شده در این گزارش، خطر خوردگی زیرسطحی در سه بخش عمده شرایط زیرسطحی محیط اطراف لوله، حفاظت کاتدی و پوشش‌دهی، بررسی شده و تخمین زده می‌شود.

- شرایط زیرسطحی محیط اطراف لوله (وزن پیشنهادی ۲۰٪ از خطر خوردگی)

به منظور مشاهده بهتر موقعیت این پارامتر در سلسله مراتب کلی برآورد خطرخوردگی، شاخه‌ها و انشعابات برآورد خطر مرتبط با این پارامتر شامل موارد زیر خواهد شد.

شاخص خوردگی	**۱۰۰ امتیاز**
۱- خوردگی اتمسفری	۱۰ امتیاز
۲- خوردگی داخلی	۲۰ امتیاز
۳- خوردگی زیرسطحی	۷۰ امتیاز
۳-۱- شرایط زیرسطحی محیط اطراف لوله	۲۰ امتیاز
۳-۱-۱- خورندگی خاک	۱۵ امتیاز
۳-۱-۲- خورندگی مکانیکی	۵ امتیاز
۳-۲- پوشش‌دهی	۲۵ امتیاز
۳-۳- حفاظت کاتدی	۲۵ امتیاز

جنبه اصلی تخمین پتانسیل خوردگی زیرسطحی، انجام ارزیابی پیرامون محیط اطراف لوله است. توصیه شده که خورندگی خاک به عنوان جنبه اصلی و مهم محیط، تخمین زده شود.

- **خورندگی خاک (وزن پیشنهادی ۱۵درصد)**

از آن جایی‌که پوشش خطوط لوله همواره ناقص فرض می‌شود، در نتیجه در اغلب موارد فرض بر تماس مستقیم لوله و خاک است. خورندگی خاک اغلب نشان‌دهنده توانایی خاک برای عملکرد به عنوان یک الکترولیت و تشکیل سلول گالوانیک در اطراف لوله است. به علاوه در صورتی که تماس غیرمستقیم وجود داشته باشد فعالیت باکتری‌ها و حضور دیگر مواد افزاینده خوردگی منجر به افزایش احتمال وجود الکترولیتی در خاک اطراف لوله می‌گردند. البته لازم به ذکر است که اثرات مخرب خاک و محیط بر پوشش لوله در این شاخص جای نمی‌گیرد. بنابراین با توجه به سهم مهم خواص الکتریکی خاک اطراف خط لوله در روند خوردگی، عواملی از قبیل رطوبت خاک، تخلخل، تمرکز یونی، درجه حرارت نیز در تعیین وضعیت محیط به لحاظ خوردگی موثر است.

فعالیت میکروارگانیسم‌های[1] موجود در خاک نیز می‌تواند روند و نرخ خوردگی را تحت تاثیر قرار دهد. گروهی از باکتری‌های بی‌هوازی تحت عنوان باکتری‌های کاهنده سولفات در صورت وجود در خاک می‌توانند سبب تخریب دیواره لوله گردند. خاک‌های حاوی سولفات و نمک محلول محیط مناسبی برای این باکتری‌ها به حساب می‌آیند. به همین دلیل در خاک‌های مرطوب (از قبیل سواحل و کف رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) می‌توان انتظار وجود این باکتری‌ها را داشت.

pH: تمرکز یون در خاک که به کمک pH نمایش داده می‌شود، اثرات شدیدی بر خوردگی خطوط لوله مدفون دارد. مقادیر pH کم‌تر از ۳ یا بیش‌تر ۹ (حتی مقادیر ۴ تا ۸) قادر به تقویت روند خوردگی خواهند بود. در مورد لوله‌های فلزی محیط اسیدی‌تر شرایط خورندگی بیش‌تری در مقایسه با محیط قلیایی دارد.

- **امتیازدهی خورندگی خاک**

یک ارزیابی ساده از خورندگی خاک می‌تواند تنها براساس مقاومت الکتریکی خاک به عنوان شاخصی برای قضاوت استفاده کند. (مثال جدول پ.۲-۱)

ارزیابی‌های دقیق می‌توانند شامل پارامترهای بررسی‌شده در بالا باشند. در این صورت امتیاز خورندگی خاک نتیجه جمع‌کردن امتیازات پارامترها مختلف در قالب رابطه زیر خواهد بود:

(پ.۲-۲)[خوردگی فولادstatsgo]+[MIC]+[رطوبت خاک]+[pH]+ [مقاومت الکتریکی خاک]= امتیاز خورندگی خاک

1- MIC

وزن‌دهی‌ها بر پایه قضاوت‌های کارشناسی یا تجارب مختلف در این زمینه صورت گیرد. اما از آن جایی که در این گزارش هدف داشتن برآورد ساده‌ای از وضعیت خط لوله در مقطعی کوچک است، لذا استفاده از جدول پ.۲-۱ کافی خواهد بود.

جدول پ.۲-۱- نمونه از ارزیابی خاصیت خورندگی خاک بر مبنای مقاومت الکتریکی آن

مقاومت الکتریکی نمونه خاک	خورندگی خاک	امتیاز خورندگی خاک
کم‌تر از ۱/۰۰۰ ohm/cm	بالا	۰
بین ۱/۰۰۰ تا ۱/۵۰۰ ohm/cm یا با خاصیت خورندگی کم	متوسط	۵۰
مقاومت بالا (پتانسیل خورندگی پایین) بدون ملاحظه آثار خوردگی فعال	کم	۱۰۰
بدون اطلاع	بالا (با احتیاط)	۰

- **اثرات خورندگی مکانیکی (وزن پیشنهادی ۵٪ از خطر شاخص خوردگی)**

این پارامتر پتانسیل مخرب بودن محیط را از هر دو جنبه مکانیکی و خورندگی در بر می‌گیرد، که شامل ترک خوردگی ناشی از تنش‌هیدروژنی (HSCC)، ترک خوردگی ناشی از تنش سولفید (SSCC)، ترک خوردگی ناشی از اتصال هیدروژنی (HIC) یا تردشدگی هیدروژنی، خستگی خوردگی و فرسایش را شامل می‌شود.

- حفاظت کاتدی (وزن پیشنهادی ۲۵٪ از خطر خوردگی)

شاخص برآورد خطر ناشی از پارامتر حفاظت کاتدیک شامل موارد زیر است:

شاخص خوردگی	۱۰۰ امتیاز
۱- اتمسفری	۱۰ امتیاز
۲- داخلی	۲۰ امتیاز
۳- زیرسطحی	۷۰ امتیاز
۳-۱- شرایط زیرسطحی محیط اطراف خط لوله	۲۰ امتیاز
۳-۲- پوشش‌دهی	۲۵ امتیاز
۳-۳- حفاظت کاتدی	۲۵ امتیاز
۳-۳-۱- کارآیی پوشش	۱۵ امتیاز
۳-۳-۲- پتانسیل تداخل	۱۰ امتیاز

ارزیابی سیستم‌های حفاظت کاتدیک به دنبال بررسی دو معیار اساسی زیر خواهد بود.

نیروی الکتریکی کافی برای خنثی کردن هرگونه پتانسیل خوردگی فراهم شده باشد.

شواهد کافی در زمان مناسب برای تضمین کارکرد صحیح سیستم جمع‌آوری شده باشد.

• کارایی سیستم حفاظت کاتدیک[1]

برای ارزیابی کارایی سیستم حفاظت کاتدیک، ارزیاب بایستی مدارک و مستندات مربوط به طراحی این سیستم را مشاهده کرده و برای سوالات زیر پاسخی دریافت کند.

- آیا پارامترهای طراحی شبکه صحیح انتخاب شده‌اند؟
- عمر مفید سیستم چند سال در نظر گرفته شده‌است؟
- آیا سیستم در شرایط فعلی مطابق طراحی صورت گرفته کار می‌کند؟

• معیارهای کارایی

موثرترین روش برای ارزیابی کارایی CP در خطوط لوله انتقال مواد نفتی، اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل بین دیواره لوله و محیط الکترولیت اطراف آن است. البته روش‌های دیگری از قبیل اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل میان لوله و سطح زمین نیز وجود دارند، که ممکن است دشوار و پرهزینه باشند. در هر یک از این آزمایشات نیز معیاری جهت تعیین کارکرد بهینه سیستم حفاظت کاتدیک وجود دارد. به عنوان مثال در روش معمول اختلاف پتانسیل میان لوله و خاک[2] اطراف آن باید حداقل ۰/۸۵- ولت (یا ۸۵۰ میلی ولت) باشد. در غیر این صورت سیستم CP، عملکرد مناسبی ندارد. این اختلاف پتانسیل باید میان لوله و خاک اطراف آن و در فاصله‌ای نزدیک لوله، اندازه‌گیری شود.

به منظور ثبت منظم و دوره‌ای این اختلاف پتانسیل در بازه‌ای از خط لوله که در حریم قرار گرفته است، بایستی الکترودهای موردنظر در محل خود نصب شده و امکان اتصال توسط سیم را به ولت‌مترهای سطحی، داشته باشند. بر همین اساس در هنگام اجرای خط لوله در مقاطع حساس، نماینده وزارت نیرو (ارزیاب) بایستی نصب این الکترودها را بر روی بدنه لوله و در خاک نزدیک آن کنترل نموده و یا در صورت عدم وجود درخواست نصب آن را بدهد. استاندارد فواصل نصب این الکترودها در کشور آمریکا حدود یک تا دو کیلومتر (بسته به اهمیت ماده انتقالی و شرایط محیطی) است، که این بازه را در حریم‌های منابع آبی بسته به نظر کارشناسان و توافق با کارفرما، می‌توان کاهش داد.

بازه زمانی کنترل این اختلاف پتانسیل‌ها و ثبت داده‌ها نیز بسته به اهمیت ماده انتقالی، نقاط مصرف و مقطعی از لوله که مورد نظر است تعیین خواهد شد. اما به طور معمول ارزیابی بازه‌های برداشت اطلاعات عبارتست از:

کم‌تر از ۶ ماه	بهترین حالت
۶ ماه تا یک سال	متوسط
بیش از یک سال	ضعیف

1- Cathodic protection (CP)
2- Pipe-to-Soil

• امتیازدهی کارآیی CP

یکی از رایج‌ترین روش‌های ارزیابی عملکرد سیستم‌های حفاظت کاتدیک روش پیمایش در بازه‌های نزدیک[1] است. در این روش در فواصل مکانی کوتاه در امتداد خط لوله، برداشت اطلاعات مربوط به اختلاف میان لوله و خاک انجام شده و مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

برآورد کارآیی CP نیز می‌تواند بر مبنای قضاوت در مورد ارزیابی‌ها، صورت گیرد. این‌که چه نوع اطلاعاتی در چه بازه‌های زمانی و مکانی ثبت شده‌اند. با توجه به تخصصی بودن و نیاز به تجهیزات و امکانات خاص برای انجام آزمایشات کارایی سنجی سیستم حفاظت کاتدیک، امتیازدهی به این پارامتر بر اساس نظر کارشناسان بهره‌بردار خط لوله و با توجه به نحوه اجرا برنامه‌های تهیه شده برای بازدیدهای دوره‌ای، انجام خواهد شد.

خوب	۱۵ امتیاز
متوسط	۱۰ امتیاز
ضعیف	۵ امتیاز
بدون اطلاع	۰ امتیاز

- **خوب:** بازدیدها بر اساس زمان‌بندی انجام شده و نتایج آخرین برآوردها کارکرد سیستم را تایید می‌کنند.
- **متوسط:** بازدیدها در فواصل بیش از ۶ ماه صورت می‌گیرد یا این‌که نتایج آخرین ارزیابی‌های کارکرد مناسبی از سیستم نشان نداده‌است.
- **ضعیف:** بازدیدها در فواصل بیش از ۶ ماه صورت می‌گیرد و نتایج آخرین ارزیابی‌های کارکرد مناسبی از سیستم نشان نداده‌است.

پتانسیل تداخل (وزن پیشنهادی ۱۰٪ از خطر خوردگی)

شاخص خوردگی	**۱۰۰ امتیاز**
۱- اتمسفری	۱۰ امتیاز
۲- داخلی	۲۰ امتیاز
۳- زیرسطحی	۷۰ امتیاز
۳-۱- شرایط زیرسطحی محیط اطراف خط لوله	۲۰ امتیاز
۳-۲- پوشش‌دهی	۲۵ امتیاز
۳-۳- حفاظت کاتدی	۲۵ امتیاز
۳-۳-۱- کارآیی سیستم حفاظت کاتدیک	۱۵ امتیاز
۳-۳-۲- پتانسیل تداخل	۱۰ امتیاز

1 -Close Interval Surveys (CIS)

به طوری که:

الف- پتانسیل تداخل مرتبط با AC	٪۲۰
ب- رشته‌ای[1]	٪۱۰
ج- مرتبط با DC	٪۷۰
ج-۱- جریان‌های تلوریک	٪۱۰
ج-۲- ریل DC	٪۳۰
ج-۳- خطوط خارجی	٪۳۰

همان‌طور که می‌دانیم خوردگی یک فرآیند الکتروشیمیایی است و روش‌های پیش‌گیری از خوردگی به منظور قطع فرآیندها، طراحی می‌شوند که اغلب با روش‌های الکتریکی مشابه حفاظت کاتدی صورت می‌گیرد. هر چند روش‌های جلوگیری خود مستعد مغلوب شدن از دیگر اثرات الکتریکی هستند. ترم‌های رایج برای این اثرات تداخل است سه نوع تداخل ارزیابی می‌شوند: اثرات مرتبط با AC، مرتبط با DC و رشته‌ای.

- **تداخل مرتبط با AC (وزن پیشنهادی ۲۰٪ از پتانسیل تداخل)**

کلیه خطوط لوله نزدیک (مجاور) خطوط انتقال برق AC در معرض خطر یکسانی قرار می‌گیرند. در چنین حالتی امکان شارژ الکتریکی خط لوله وجود دارد. این شارژ شدن برای افراد در تماس با خط لوله خطرناک نیست اما برای خود خط لوله خطرناک است. شارژ خط لوله انتقال نفت و مواد نفتی توسط جریان AC حتی اگر خط لوله توسط استانداردهای صنعتی به صورت کاتدی محافظت شود، می‌تواند منجر به خوردگی لوله شود. که در شکل (پ.۲-۶) سناریوی اتصال اتفاق افتاده در خط لوله توسط رشته‌های الکتریکی و مغناطیسی توسط انتقال قدرت AC قابل‌مشاهده است. این حالت در ارتباط با منابع آب زمانی از اهمیت برخوردار است که:

وقوع این حالت سبب شکستگی خط لوله در حریم منبع آبی شود

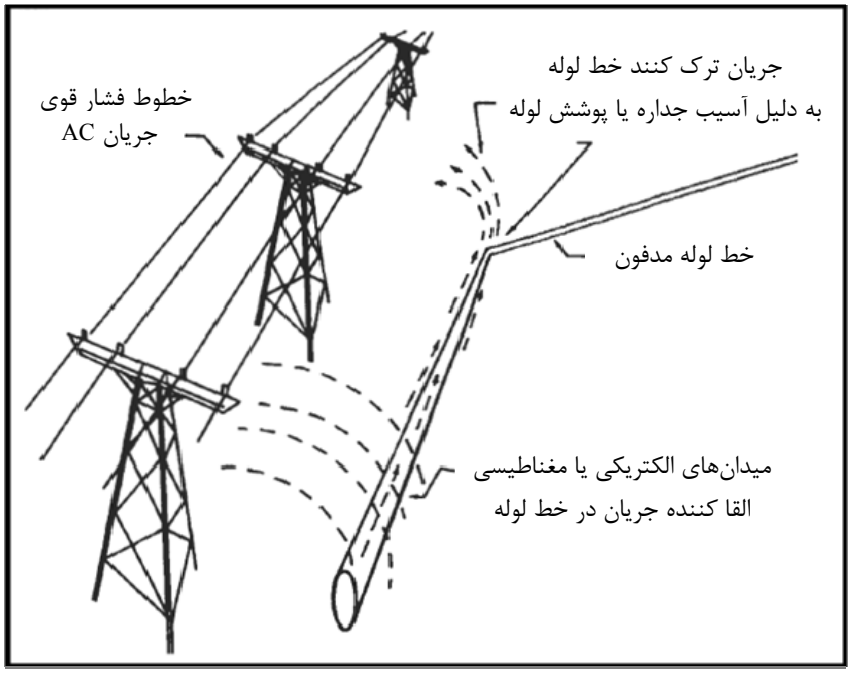
روش‌های محافظتی برای کاهش این اثرات در محدوده مورد نظر انجام نشده باشند.

روش‌هایی که به منظور به حداقل رساندن اثرات تداخل AC استفاده می‌شوند عبارتند از:

- محافظ‌های الکتریکی
- حصیر (زیرانداز)[2] های زمینی یا الکترودهای کنترل
- محدود کردن به سازه‌های موجود
- متصل نمودن به زمین مکمل (تکمیلی) خط لوله از طریق آندهای توزیع شده[3]

1- Shielding
2- Mat
3- Distributed

- بدنه بندی‌ها
- استفاده مناسب و صحیح از رابط‌ها و رساناها
- اتصالات عایق‌بندی
- سلول‌های قطبی شدن
- دستگیره‌های نوری[1]



شکل پ.۲-۶- القای جریان در خطوط لوله مجاور خطوط انتقال فشارقوی AC

باتوجه به تعدد متغیرها در برآورد میزان تاثیر خطوط انتقال فشارقوی بر خطوط لوله مجاور آن‌ها، و به‌منظور ساده‌سازی فرآیند امتیازدهی به این فاکتور، طبقه‌بندی زیر پیشنهاد شده است.

- هیچ منبع فشارقوی AC در محدوده‌ی ۱۰۰۰ متری از خط لوله وجود ندارد ..... ۳ امتیاز
- منبع فشارقویAC در اطراف خط لوله وجود دارد، اما روش‌های محافظت از خط لوله مورد استفاده قرار گرفته‌اند ..... ۱تا ۲ امتیاز
- منبع فشارقوی AC در اطراف خط لوله وجود دارد، و هیچ گونه اقدام پیشگیرانه‌ای اعمال نشده‌است ..... صفر امتیاز

1- Lightning Arresters

- **تداخل مرتبط با DC (وزن پیشنهادی ۷۰٪ از پتانسیل تداخل)**

این نوع از تداخل در صورت وجود لوله یا سازه فلزی مدفون دیگری در کنار خطوط لوله انتقال نفت، اتفاق خواهد افتاد. در صورت نبود سیستم حفاظت کاتدیک، دو سازه فلزی در زیر خاک تشکیل یک سلول گالوانیک را می‌دهند، در غیر این صورت سیستم حفاظت کاتدیک بایستی پاسخ‌گوی خوردگی در هر دو سازه باشد. امتیاز این فاکتور نیز در دو حالت وجود و عدم وجود سازه همسایه داده خواهد شد.

- پوشش (وزن پیشنهادی ۲۵ درصد از خطر خوردگی)

شاخص خوردگی	**۱۰۰ امتیاز**
۱- خوردگی اتمسفری	۱۰ امتیاز
۲- خوردگی داخلی	۲۰ امتیاز
۳- خوردگی زیرسطحی	۷۰ امتیاز
۳-۱- شرایط زیرسطحی محیط اطراف لوله	۲۰ امتیاز
۳-۲- پوشش‌دهی	۲۵ امتیاز
۳-۳- حفاظت کاتدی	۲۵ امتیاز

پوشش خط لوله یکی از دو قسمت مهم حفاظت از خطوط لوله در برابر خوردگی است. این پوشش معمولا از موادی از قبیل رنگ‌ها، پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها، آسفالت و مواد مشابه می‌باشند. اما امتیازدهی به این فاکتور براساس چهار مشخصه اصلی آن ولی با وزن‌های مختلف صورت می‌گیرد. امتیازات مشابه بند پوشش اتمسفری اعمال می‌شوند.

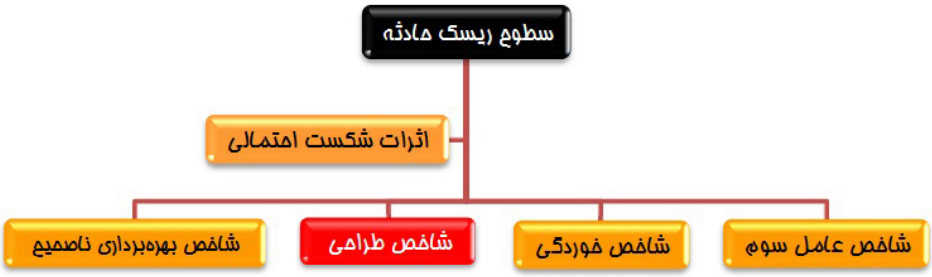
جمع‌بندی

به طور کلی پس از برآورد امتیاز شاخص خوردگی به‌منظور داشتن یک دید کلی از صحت امتیاز کسب شده می‌توان از جدول (پ.۲-۲) استفاده نمود.

جدول پ.۲-۲- برآورد محدوده امتیازات شاخص خوردگی بر اساس وضعیت خط لوله

وضعیت خط لوله	امتیاز شاخص خوردگی (درصد نسبت به امتیاز کل)
خوردگی شدید در محدوده مد نظر تشخیص داده شده است	۰
تا اندازه‌ای خوردگی و آسیب در خطوط لوله دیده شده‌است	۱۰
احتمال وجود خوردگی تشخیص داده شده است	۳۰
نتایج تا حدی احتمال وقوع خوردگی را نشان می‌دهند	۶۰
هیچ شواهدی از وجود خوردگی دیده نشده است	۱۰۰

پ.۲-۳- شاخص طراحی



ریسک طراحی

الف- ضریب اطمینان	۳۵-۰ امتیاز	٪۳۵
ب- خستگی	۱۵-۰ امتیاز	٪۱۵
ج- پتانسیل موج	۱۰-۰ امتیاز	٪۱۰
د- صحت‌سنجی	۲۵-۰ امتیاز	٪۲۵
هـ- جابه‌جایی زمین	۱۵-۰ امتیاز	٪۱۵
	۱۰۰-۰ امتیاز	٪۱۰۰

احتمال خرابی خطوط لوله در این مدل از طریق ارزیابی و سنجش ۴ مکانیزم خرابی برآورد و تشخیص داده می‌شود. در سه مکانیزم (عامل سوم، خوردگی و بهره‌برداری نادرست) ارزیابی‌ها با تمرکز بر احتمال فعال بودن مکانیزم خرابی، صورت می‌گیرد، اما در مکانیزم چهارم (شاخص طراحی) ارزیابی فقط در زمینه وجود پتانسیل یک مکانیزم خرابی فعال صورت نگرفته و توانایی خط لوله برای مقاومت در برابر یک مکانیزم خرابی نیز ارزیابی می‌گردد. یک عنصر مهم در تهیه تصویری از ریسک، ارتباط بین چگونگی طراحی یک خط لوله و چگونگی عملکرد آن در حال حاضر و تعیین میزان تخطی از حاشیه‌های اطمینان عملکرد است.

طراحی‌های اولیه براساس محاسبات، با دلیل و تئوری‌های عملی و فرضیات مرتبط انجام می‌شوند. که این فرضیات نیز با مقاومت‌های متغیر مواد و تنش‌های مورد انتظار در طی عمر مفید خط لوله سروکار دارند. پیچیدگی طراحی نیز با عدم قطعیت‌هایی در تخمین چگونگی واکنش‌های طولانی‌مدت در برخی از موارد از قبیل: تکیه‌گاه لوله، واکنش‌های وابسته به زمان در مکانیزم‌های خرابی و بارگذاری ناشی از تنش‌های وارد بر سازه، ارتباط دارد. در مجموع، ارزیاب همواره در تخمین حاشیه اطمینان، نامطمئن خواهد بود. این عدم قطعیت‌ها باید شناخته شوند اما تعیین کمیت آن‌ها الزامی نیست.

از آن جایی که طراحی مناسب، سبب کاهش پتانسیل‌های شکست در طول عمر مفید خط لوله خواهد شد، لذا در این فصل راهنمایی برای ارزیابی خطوط لوله از دیدگاه پارامترهای بحرانی طراحی ارائه شده است. فاکتورهای مختلف موثر بر این شاخص در شکل (پ.۲-۷) نشان داده شده‌اند.

شکل پ.۲-۷- پارامترهای موثر بر شاخص طراحی

پ.۲-۳-۱- ارزیابی خطوط لوله جدید

برخی از اوقات برآورد ریسک شکست ناشی از طراحی، بایستی برای خطوط لوله در مراحل اولیه پیشنهاد طرح انجام بپذیرد. در چنین مواردی، ارزیابی بایستی باتوجه به مدارک طراحی موجود صورت پذیرد. در واقع می‌توان گفت که پس از تایید عبور یک خط لوله از حریم یک منبع آبی، براساس مستندات لازم، مراحل طراحی و محاسبه ریسک شکست در محدوده حریم منبع آبی، توسط چک‌لیست کنترل پارامترهای طراحی، انجام پذیرد. این ارزیابی، برآوردی اولیه از خطر شکست لوله خواهد بود. چنین برآوردی بر پایه بهترین اطلاعات قبل از اجرا، همچون بررسی خط مسیر و مشخصات خاک خواهد بود. همچنین همزمان با اجرای خط، معمولا اطلاعات جدیدی حاصل خواهد شد که ممکن است به برآورد خط مرتبط باشند. نمونه‌ای از این اطلاعات شامل موارد زیر است:

- تغییر مسیر
- شرایط زیرسطحی پیش‌بینی نشده
- استفاده از اجزای لوله مختلف (زانویی‌ها و اتصالات)
- نتایج بازرسی‌های کنترل کیفیت و تست‌ها

پ.۲-۳-۲- پارامترهای ریسک و امتیازدهی

شاخص طراحی به طور تکنیکی از سایر مولفه‌های سنجش و ارزیابی مهم‌تر بوده و از این‌رو نیاز به تخصص ارزیاب در زمینه بررسی روند طراحی لوله و محاسبه برخی از مقادیر وجود دارد. اما برای محاسبه این شاخص در محدوده حریم یک منبع آبی، الزامی در این مورد وجود نداشته و ارزیاب می‌تواند با پرسش از طراح خط و پر کردن چک‌لیست‌ها، مقدار شاخص را محاسبه کند. در این فصل مدلی برای سنجش ریسک طراحی تشریح شده است. این مدل پارامترهای ریسک مرتبط با طراحی را ثبت و ارزیابی می‌نماید.

پ.۲-۳-۲-۱- ضریب اطمینان (وزن پیشنهادی ۳۵درصد)

در این بخش از ارزیابی، استحکام کلی نمونه‌ای از خطوط لوله و سطح تنش آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. این شاخص برآوردی از بارگذاری، تنش‌ها و استحکام اجزا است. شناسایی و پیش‌بینی ضعف در دیواره لوله (ضعف سازنده) که می‌تواند منجر به شکست لوله گردد، نیز در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد. در واقع به کمک مقایسه آن‌چه خط لوله باید انجام دهد (طراحی) و آنچه انجام می‌دهد (بهره‌برداری)، ضریب اطمینان یا حاشیه اطمینان محاسبه می‌شود. فرآیند ارزیابی شامل برآوردی از بارگذاری‌ها می‌شود:

- فشار داخلی
- بارگذاری خارجی
- بارگذاری ویژه

استحکام سیستم (مقاومت در مقابل بارگذاری‌ها) نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت:

- ضخامت دیواره لوله
- استحکام ماده لوله
- استحکام سازه‌ای لوله
- عیوب ممکن در لوله
- مولفه‌های دیگر

در زیر به شرح هریک از بارگذاری‌ها پرداخته می‌شود:

- فشار داخلی

هنگام محاسبه تنش ناشی از فشار داخلی، ارزیاب می‌تواند از فشار طراحی (حداکثر فشار ممکن) یا فشار نرمال، بسته به نوع برآورد خطر انجام گرفته، استفاده نماید. البته در نظر گرفتن فشار حداکثر محافظه‌کارانه بوده و در نظر گرفتن فشار نرمال برای تمامی سطوح خط لوله مناسب خواهد بود. از طرف دیگر باید در نظر داشت که بلافاصله در پایین‌دست پمپ‌ها یا کمپرسورها، معمولا فشارهای بالاتری مشاهده می‌شود اما در بخش‌های پایین‌دست ممکن است هرگز فشار از

حد طراحی تجاوز نکند. بنابراین درصورتی که بلافاصله در بالادست و یا داخل حریم منبع آبی مورد نظر، پمپ یا کمپرسوری قرار گرفته باشد، کنترل فشار حداکثر در داخل حریم الزامی خواهد بود. اعمال فشار در طی یک سیکل کاری بخشی از برآورد ریسک است، از این‌رو فرکانس سیکل کاری باید در مکانیزم طراحی خستگی در نظر گرفته شود.

- بارگذاری خارجی

این بارگذاری شامل وزن خاک در سرتاسر خط مدفون شده، بار ناشی از ترافیک، حرکات احتمالی زمین (نشست، جابه‌جایی گسل و...)، فشارهای خارجی و نیروی غوطه‌وری برای لوله‌های مدفون در زیر آب، نیروهای ناشی از تنش‌های حرارتی،نیروی جانبی در اثر جریان آب و وزن خود لوله، می‌شود. این بارگذاری‌ها به کمک ترکیب مناسبی از ضخامت دیواره لوله و قطر آن، تحمل می‌شود. پارامتر میزان انعطاف‌پذیری خط لوله نیز در تعیین ظرفیت باربری خط موثر است. بدین معنی که جنس جداره در یک خط لوله انعطاف‌پذیری بیش‌تری نسبت به ضخامت دیواره را می‌طلبد.

- بارگذاری ویژه

وزن خاک روی لوله و یا هر جسم متحرک بالای خط، به‌عنوان اضافه‌بار تلقی می‌شود. هم‌چنین بار ناشی از وزن ستون آب در لوله‌های مدفون در زیر آب در رده این بارها محسوب می‌شود. معمولا برای باربری بارهای اضافه، از غلاف لوله[1] استفاده می‌شود. در این حالت خط لوله از درون لوله‌ای با قطر بزرگ‌تر عبور داده می‌شود اما به دلیل قرارگیری دو فلز در نزدیکی یک‌دیگر، کنترل و پایش خوردگی از طریق حفاظت کاتدیک، در این روش از اهمیت برخوردار است.

- **فاصله بین مهارکننده‌های خط لوله:** بخش‌هایی از خط لوله که به صورت هوایی با فاصله از سطح زمین اجرا می‌شوند، نسبت به بخش‌های روسطحی و یا مدفون، تحت بار بیش‌تری قرار خواهند گرفت.این بار در بخش‌هایی که به وسیله پایه مهار نشده‌اند، بیش‌تر خواهد بود. فاصله میان پایه‌های نگه‌دارنده بایستی بر اساس استانداردها طراحی شده و توسط نماینده وزارت نیرو در موارد عبور از منابع آب یا نقاط مشرف به منابع آب کنترل و تایید گردد.
- **آسیب ناشی از عامل سوم:** بارگذاری ناشی از عامل سوم به‌طور معمول در طراحی خط لوله و تعیین ضریب اطمینان طراحی، مد نظر قرار نمی‌گیرد، اما برخی از تجارب مواردی را برای افزایش اطمینان در مقاطع مهم و حساس پیشنهاد می‌دهند. به عنوان مثال تجربه نشان داده است که در صورتی که ضخامت دیواره لوله بیش از ۱۱/۹ میلی‌متر باشد، تنها ۵ درصد از بیل‌های مکانیکی موجود (تا زمان ۱۹۹۵) قادر به آسیب‌رسانی به لوله خواهند بود و در اثر برخورد، سوراخی بزرگ‌تر از ۸۰ میلی‌متر ایجاد نخواهد شد.

1- Casing

- **کمانش:** کمانش معمولا در اثر بالا رفتن فشار در خطوط لوله واقع در اعماق دریاچه‌ها (عمق زیاد آب) اتفاق افتاده و از طریق کنترل فشار می‌توان از آن جلوگیری نمود.
- **سایر:** توانایی مقاومت خط لوله در برابر عواملی از قبیل زلزله و عواقب آن، حرکات زمین (ناشی از تغییرات رطوبت و دمای خاک)، در رده این نیروها قرار می‌گیرند.

• امتیازدهی شاخص ضریب اطمینان

اولین پیشنهاد برای امتیازدهی شاخص ضریب اطمینان محاسبه دقیق و صحیح ضخامت دیواره لوله و مقایسه شرایط موجود با مقدار محاسبه شده است. برای این منظور نسبت t از حاصل تقسیم ضخامت فعلی دیواره لوله بر آن چه که باید باشد، مشخص می‌شود. مقدار مخرج این کسر با توجه به استانداردهای طراحی و کاربری خط لوله و بدون ضریب اطمینان به دست می‌آید. سپس به کمک رابطه زیر و یا جدول پ.۲-۳ امتیاز معادل محاسبه خواهد شد.

$$\text{امتیاز شاخص} = (t-1)\times 35 \qquad (\text{پ.۲-۳})$$

جدول پ.۲-۳- امتیازات مربوط به ضریب اطمینان طراحی دیواره خط لوله

t	امتیاز
کم‌تر از ۱/۰	۱۰- (هشدار)
۱/۱-۱/۰	۳/۵
۱/۲۰-۱/۱۱	۷
۱/۴۰-۱/۲۱	۱۴
۱/۶۰-۱/۴۱	۲۱
۱/۸۰-۱/۶۱	۲۸
بیش‌تر از ۱/۸۱	۳۵

پ.۲-۳-۲-۲- خستگی (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

شکست ناشی از خستگی به عنوان یکی از شایع‌ترین انواع شکست شناخته شده است. خستگی در اثر بارگذاری و باربرداری متناوب صورت گرفته و مقدار آن با مقدار و مدت زمان بارگذاری و باربرداری مرتبط است. در خطوط لوله نیز مهم‌ترین عوامل برای فراهم ساختن شرایط شکست، شرایط سطح لوله، هندسه مقطع، جنس لوله، درجه حرارت، نوع تنش‌های وارده و فرآیند جوشکاری، هستند. از آن جایی که پیش‌بینی زمان شکست در اثر خستگی تقریبا غیر ممکن است، برای ارزیابی مقدار این پارامتر از شاخص طراحی، از جدول (پ.۲-۴) کمک گرفته می‌شود.

جدول پ.۲-۴- امتیاز خستگی بر اساس ترکیبات مختلفی از فشار و دوره بازگشت تغییرات آن در خطوط لوله

درصد از MOP*	کم‌تر از 10^3	10^3-10^4	10^4-10^5	10^5-10^6	بیش از 10^6
۱۰۰	۷	۵	۳	۱	۰
۹۰	۹	۶	۴	۲	۱
۷۵	۱۰	۷	۵	۳	۲
۵۰	۱۱	۸	۶	۴	۳
۲۵	۱۲	۹	۷	۵	۴
۱۰	۱۳	۱۰	۸	۶	۵
۵	۱۴	۱۱	۹	۷	۶

* Maximum Operating Pressure (حداکثر فشار ممکن بهره‌برداری)

برای استفاده از این جدول در برآورد امتیاز خستگی، ابتدا براساس مدارک و مشخصات فنی خط لوله در مقطع مورد بررسی مقدار حداکثر فشار ممکن برای خط لوله استخراج شده و سپس براساس شرایط محیطی و یا نوع بهره‌برداری از خط، نوسانات فشار در آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت. به‌عنوان مثال می‌توان از دفعات باز و بسته شدن یک شیر در بالادست یا پایین‌دست محل مورد بررسی که سبب تغییرات فشار در محل خواهد شد و یا بارگذاری و باربرداری ناشی از ترافیک جاده یا خط آهن عبوری از روی خط لوله، نام برد. سپس مقدار فشار در هریک از این سیکل‌های بارگذاری و باربرداری محاسبه شده و نسبت آن در مقایسه با MOP محاسبه شود. به‌عنوان مثال در یک خط لوله که به طور متوسط در هر هفته ۲ مرتبه شیر بهره‌برداری در بالادست آن بسته شده (مرتبه در مدت ۵ سال ۵۲۰=۵×۵۲×۲) و در نتیجه آن فشاری معادل ۲۵ درصد MOP ایجاد می‌گردد، پس از ۵ سال امتیاز خوردگی برابر با ۱۲ خواهد بود.

پ.۲-۳-۲-۳- پتانسیل موج (وزن پیشنهادی ۱۰ درصد)

پتانسیل افزایش ناگهانی فشار و وقوع ضربه قوچ در این پارامتر مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. این پارامتر در مورد مقاطعی از خطوط لوله مورد محاسبه قرار می‌گیرد که در پایین‌دست آن مواردی از قبیل شیرآلات و یا پمپ وجود داشته باشد (عامل اصلی این‌گونه تغییر فشار، قطع و یا وصل ناگهانی جریان به کمک این تاسیسات در پایین‌دست، است).

برای ارزیابی و امتیازدهی به این پارامتر، ارزیاب باید از مواردی از قبیل نصب تجهیزات کنترل کننده اضافه فشار ناشی از ضربه قوچ، عملکرد صحیح این تجهیزات، علم بهره‌بردار از پتانسیل وقوع و کنترل افزایش فشار ناگهانی و توان مدیریت شرایط، اطمینان حاصل کند.

برای داشتن معیاری جهت انجام مقایسات، فشار با مقدار بیش از ۱۰٪ بیش‌تر از فشار MOP ملاک قرار می‌گیرد. البته بسته به شرایط خط لوله، عمر، و شرایط منبع آب مورد تهدید این مقدار قابل تغییر است. لذا امتیاز در سه رده و براساس احتمال وقوع افزایش فشار، قابل اعمال است.

احتمال وقوع بالا ..... صفر امتیاز

احتمال وقوع پایین ..... ۵ امتیاز

امکان‌ناپذیر ..... ۱۰ امتیاز

احتمال وقوع بالا در مقاطع بالادست شیرهای قطع و وصل جریان (در مورد نفت خام و سایر سیالات تراکم‌ناپذیر)، احتمال وقوع پایین برای شرایط وقوع افزایش فشار در مقاطع مجهز به کنترل کننده‌ها و امکان‌ناپذیر به سیالات تراکم پذیر و یا مقاطع بدون شیر و پمپ است.

پ.۲-۳-۲-۴- صحت سنجی (وزن پیشنهادی ۲۵ درصد)

عدم نقص خط لوله در یک بازه انتخابی، در دو مرحله صورت خواهد گرفت:

- جستجو و رفع هرگونه تهدید و ناهنجاری در عملکرد خط لوله
- پرهیز و جلوگیری از تهدیدات محتمل در آینده

مرحله اول، عمدتا شامل پایش و بازرسی خطوط لوله و مرحله دوم نیز شامل مراحلی است که در این گزارش، تحت عنوان شاخص‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

خرابی به معنی هرگونه اخلال در کارکرد کوتاه‌مدت یا طولانی‌مدت خطوط لوله بوده و شامل مواردی از قبیل ترک، انحنا، کنده شدن قطعات، دندانه‌دار شدن و سایر مواردی که می‌توانند سبب نشت و یا شکست خط شوند. می‌توان تصور کرد که برخی از این اختلالات در محدوده مورد نظر وجود داشته و با گذر زمان و بهره‌برداری از خط، با نرخ مشخصی در حال رشد هستند. بنابراین به منظور صحت‌سنجی کارکرد خط لوله بایستی بازدیدهای دوره‌ای (بسته به حساسیت طول دوره باید تعیین گردد) و منظم انجام شده و نتایج بایگانی گردند. رایج‌ترین روش‌های صحت‌سنجی دوره‌ای خطوط انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی تست فشار و ILI[1] می‌باشند.

پ.۲-۳-۲-۵- حرکات زمین (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

خطوط لوله می‌توانند در اثر حرکات زمین یا فعالیت‌های ژئوتکنیکی پوسته آن تحت تنش‌های اضافه قرار بگیرند. برخی از این اتفاقات به‌مرور زمان و طی چندین سال و برخی نیز به صورت ناگهانی اتفاق می‌افتند. لازم به ذکر است که این پارامتر در مورد خطوط لوله گذرنده از حریم‌های آبی که شرایط زیر را داشته باشند صدق می‌کند.

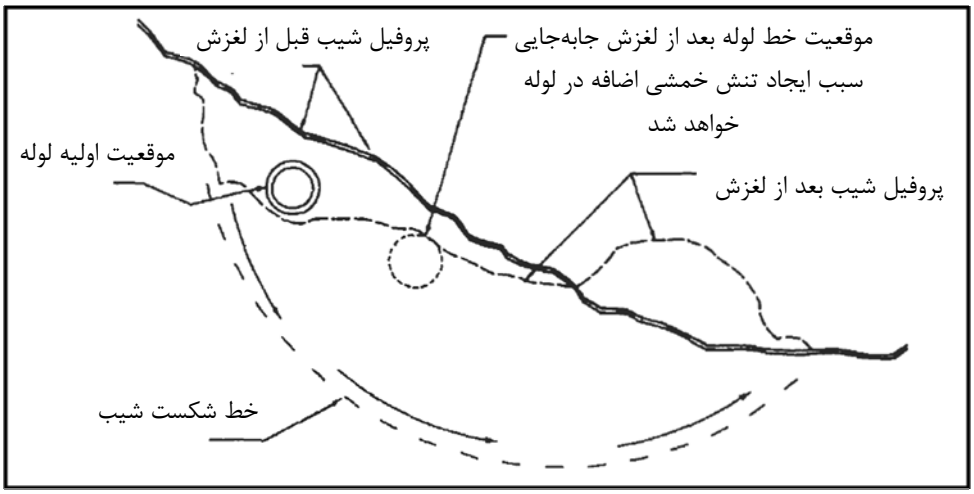
- خط لوله، گسل‌هایی را در حریم منبع آبی قطع کرده باشد،
- خط لوله از داخل یا روی سطح شیب‌دار ناپایدار عبور داده شده باشد (ممکن است شیب در طی چند سال اخیر ناپایدار شده باشد)،

1 -In-line inspection (یکی از روش‌های آزمایش و صحت‌سنجی غیرمخرب)

- زمین یا بستر زیر لوله در حال نشست باشند

برخی از حوادث محتمل که منجر به حرکت زمین خواهند شد عبارتند از:

- زمین‌لغزش
- فرسایش خاک
- جوشش ماسه[1] (روان‌گرایی)
- لغزش سنگ
- حرکت رسوبات
- سونامی
- آتش‌فشان
- حرکت گسل‌ها
- شسته شدن مواد زیر لوله (در موارد قرارگیری خط لوله در شیب کناره رودها و دریاچه‌ها)
- تخریب کانال انتقال آب مجاور لوله
- فرسایش سواحل رودخانه در نزدیکی خط لوله
- تغییر مسیر رود در جهتی که سبب تهدید خط لوله گردد



شکل پ.۲-۸- شماتیکی از نحوه جابه‌جایی خط لوله در اثر زمین‌لغزش

برای امتیازدهی این پارامتر، ارزیاب بایستی قادر باشد تا به کمک شواهد و مشورت با کارشناسان مرتبط، احتمال بروز حوادث ناشی از حرکات زمین را تعیین کند. این احتمال در سه رده زیر طبقه‌بندی خواهد شد:

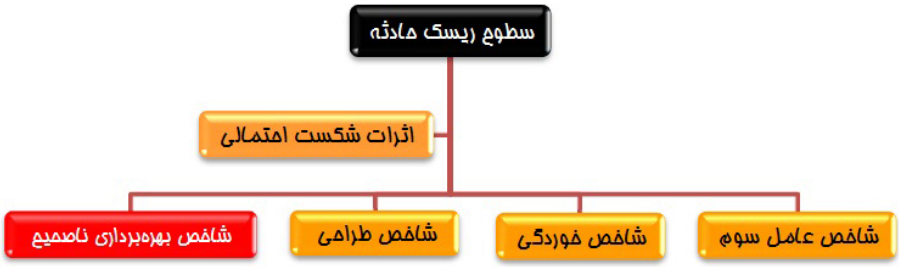
1 -Liquefaction

- **بالا:** مناطقی که سابقه حرکات زمین در آن‌ها ثبت شده و یا در اثر بروز این قبیل اتفاقات تلفات و خسارات سنگینی به منبع آبی موردنظر وارد خواهد شد.
- **متوسط:** حرکت زمین محتمل است اما به دلیل موقعیت و عمق قرارگیری خط لوله حتماً آن را تحت تاثیر قرار خواهد داد. از طرفی ساختار خاک قابلیت حرکت را داشته و سوابقی نیز ثبت‌شده است.
- **کم:** شواهد حاکی از حرکت زمین به ندرت دیده شده، احتمال حرکت زمین کم است، هیچ‌گونه حوادث سازه‌ای ناشی از حرکت زمین در محدوده موردنظر ثبت نشده‌است. عمده خطوط لوله در صورت قرار نگرفتن در دو گروه بالا و یا عدم اطلاع ارزیاب از موارد فوق در این رده قرار خواهند گرفت.
- **احتمال صفر:** هیچ‌گونه شواهد و دلایلی برای حرکت زمین در این محدوده وجود ندارد.
- **ناشناخته:** در صورت نبودن هیچ‌گونه اطلاعات و کارشناسان صاحب‌نظر و آشنا به محدوده، خط لوله در این رده قرار خواهد گرفت.

امتیاز مربوط به این دسته‌بندی به شکل زیر خواهد بود.

احتمال وقوع بالا	صفر امتیاز
احتمال وقوع متوسط	۵ امتیاز
احتمال وقوع کم	۱۰ امتیاز
احتمال وقوع صفر	۱۵ امتیاز
ناشناخته	صفر امتیاز

پ.۲-۴- شاخص بهره‌برداری نامناسب



الف- طراحی	۳۰-۰ امتیاز	٪۳۰
الف-۱- شناسایی خطرات	۴-۰ امتیاز	
الف-۲- پتانسیل Mop	۱۲-۰ امتیاز	
الف-۳- سیستم‌های ایمنی	۱۰-۰ امتیاز	
الف-۴- انتخاب مصالح مناسب	۲-۰ امتیاز	
الف-۵- کنترل‌ها	۲-۰ امتیاز	
ب- ساخت و اجرا	۲۰-۰ امتیاز	٪۲۰
ب-۱- بازرسی (انجام بازدیدها)	۱۰-۰ امتیاز	

ب-۲- مصالح	۲-۰ امتیاز	
ب-۳- به‌هم پیوستگی[1](اتصالات (جوش دادن))	۲-۰ امتیاز	
ب-۴- خاک‌ریز[2](بسترسازی (زیرسازی))	۲-۰ امتیاز	
ب-۵- به‌کارگیری[3] (رسیدگی به خط)	۲-۰ امتیاز	
ب-۶- پوشش دادن	۲-۰ امتیاز	
ج- بهره‌برداری	۳۵-۰ امتیاز	٪۳۵
ج-۱- فرآیندها	۷-۰ امتیاز	
ج-۲- SCADA و سیستم ارتباطات	۳-۰ امتیاز	
ج-۳- آزمایش مواد مخدر پرسنل	۲-۰ امتیاز	
ج-۴- برنامه‌های ایمنی	۲-۰ امتیاز	
ج-۵- نقشه‌برداری‌ها، نقشه‌ها و داده‌های ثبت‌شده	۵-۰ امتیاز	
ج-۶- آموزش	۱۰-۰ امتیاز	
ج-۷- جلوگیری مکانیکی از خطاها	۶-۰ امتیاز	
د- نگه‌داری	۱۵-۰ امتیاز	٪۱۵
د-۱- بایگانی	۲-۰ امتیاز	
د-۲- برنامه زمان‌بندی	۳-۰ امتیاز	
د-۳-فرآیندها	۱۰-۰ امتیاز	
	۱۰۰-۰ امتیاز	٪۱۰۰

پ.۲-۴-۱- پتانسیل خطاهای انسانی

براساس گزارشات ثبت شده حدود ۸۰ درصد از حوادث شکست سازه‌های مختلف، درنتیجه خطاهای انسانی در مراحل طراحی، اجرا، نگه‌داری و بهره‌برداری صورت گرفته است. نتایج یک آمارگیری نشان می‌دهد که در کشور آمریکا ۶۲ درصد از حوادث شکست خطوط لوله نفت و مواد شیمیایی خطرناک در اثر خطاهای نیروی انسانی، اتفاق افتاده است.

اما از آن جایی که عوامل موثر در بروز خطاهای انسانی بسیار متعدد و غیرقابل کمی کردن هستند، شاخص خطای انسانی نیز در بسیاری از موارد قابل کمی شدن نبوده و یا کمی‌سازی آن بسیار دشوار خواهد بود. اما شاخص عملکرد ناصحیح تلاشی است برای کمی کردن خطاهایی که توسط پرسنل مرتبط با خطوط لوله (مستقیم یا غیرمستقیم) در مراحل طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگه‌داری، پدیدار گردد.

مهم‌ترین فرض حاکم بر روند محاسبه این شاخص این است که، کوچک‌ترین خطاها در طول فرآیند طراحی تا نگه‌داری، سیستم را نسبت به شکست حساس کرده و سبب تخریب خط در مراحل بعدی خواهد شد. به عبارت دیگر، یک خطای کوچک در مرحله اجرا، ممکن است سال‌ها بدون ابراز باقی بماند.

در مورد خطوط لوله موجود و یا قدیمی که اطلاعات پیرامون مراحل طراحی ساخت و بهره‌برداری موجود نیست، ارزیاب بایستی اطلاعات بیش‌تری برای تعیین تاریخچه خط لوله تهیه کند. این اطلاعات از طریق انجام تحلیل‌ها و

1- Joining
2- Back Fill
3- Handling

بررسی‌های متالوژیکی مواد سازنده لوله، نقشه‌برداری برای تعیین ضخامت پوشش و بررسی اسناد پیمان‌کار خط به دست خواهند آمد.

پ.۲-۴-۱-۱- طراحی (وزن پیشنهادی ۳۰ درصد)

این قسمت دشوارترین مرحله‌ی ارزیابی شاخص برای خطوط لوله موجود خواهد بود. چراکه حتی در صورت وجود نقشه‌های طراحی خط، معمولا در مرحله اجرا بخش‌های مختلف آن تغییر می‌کند. برای افزایش دقت ارزیابی‌ها توصیه می‌شود که ارزیاب علاوه بر مطالعه مدارک و مستندات به بررسی شواهد و پرسش از افراد مطلع نیز بپردازد. مواردی که در این بخش از ارزیابی‌ها باید امتیازدهی شوند عبارتند از:

شناسایی خطرات	۴ امتیاز
پتانسیل Mop	۱۲ امتیاز
سیستم ایمنی	۱۰ امتیاز
انتخاب مصالح	۲ امتیاز
کنترل‌ها	۲ امتیاز
مجموع	۳۰ امتیاز

- شناسایی خطرات (۴-۰ امتیاز)

در این مرحله، ارزیاب باید مشخص کند که تلاش کافی برای شناسایی خطرات معمول برای خطوط لوله و بهره‌برداری از آن در منطقه موردنظر انجام شده است یا خیر. چرا که شناسایی خطرات پیش از هرگونه اقدام کاهش ریسک ضروری است. خطرات در اینجا، تمامی مدل‌های شکست و خرابی خطوط لوله را شامل می‌شود.

ارزیابی‌ها با بررسی و مطالعه اسناد مربوط به طراحی و ساخت خط لوله و یا در صورت عدم دسترسی به اسناد از طریق مصاحبه با متخصصان و کارشناسان دخیل در طراحی و اجرای خط لوله مورد نظر، صورت خواهد گرفت و امتیاز بین ۴-۰ به آن اختصاص داده خواهد شد.

- پتانسیل Mop[1] (۱۲-۰ امتیاز)

حداکثر فشار بهره‌برداری (Mop) فشار تئوریک است که خط لوله ضمن اعمال ضرایب اطمینان قادر به تحمل آن خواهد بود. این ضرایب اطمینان برای حذف اثر عدم قطعیت در انتخاب مصالح و مسایل اجرایی در نظر گرفته می‌شوند. Mop علاوه بر فشار داخلی از نیروهای خارجی نیز اثر می‌پذیرد. به طور کلی هر نیروی خارجی که تلاش برای تغییر شکل لوله داشته باشد، به لوله تنش وارد کرده و بر روی Mop موثر خواهد بود. برای انجام ارزیابی‌ها براساس احتمال

1- Maximum Operating Pressure

وقوع فشار یا تنش‌های وارد بر دیواره لوله که ناشی از فشار داخلی و یا ترکیبی از فشار داخلی و نیروهای خارجی می‌تواند باشد امتیاز بین ۰ تا ۱۲ برای این فاکتور در نظر گرفته می‌شود که در بهترین حالت بیش‌ترین امتیاز را خواهد داشت. برای امتیازدهی به این فاکتورها حالت کلی می‌توان در نظر گرفت.

- **حالت معمول (صفر امتیاز):** هنگامی که در شرایط معمول بهره‌برداری در بخشی از لوله که مورد بررسی است، به فشار Mop رسیده و جلوگیری از فشار بیش از حد صورت نگرفته یا با وسایل ساده انجام می‌شود. (یک سیستم کنترل فشار)
- **بعید (۵ امتیاز):** هنگامی که فشار بیش از حد در اثر ترکیب بارهای ذکر شده و یا خرابی تجهیزات فشارشکن اتفاق بیفتد (مانند بالا رفتن فشار پمپاژ در اثر بسته شدن ناگهانی شیر در پایین‌دست) (حداقل دو سیستم کنترل فشار)
- **خیلی بعید (۱۰ امتیاز):** هنگامی که احتمال وقوع فشار بیش از حد به صورت تئوریک بوده و تنها در اثر ترکیب عوامل مختلف با احتمال کم اتفاق خواهد افتاد.
- **غیرممکن (۱۲ امتیاز):** هنگامی که تحت هر شرایط مولد ایجاد فشار قادر به ایجاد فشار تا سطحMop نباشد.

برای افزایش مقدار این شاخص در محدوده‌ای از خط لوله که در حریم منابع آب حساس قرار دارد، انجام اقداماتی از قبیل تفهیم ریسک بالای وقوع فشار بیش از حد در این بخش از خط به بهره‌بردار آن و استفاده از تجهیزات فشارشکن برای کنترل فشار در این محدوده می‌باشد. با افزایش حساسیت منبع آبی مورد نظر ضرورت افزایش ضریب اطمینان در خط لوله مورد نظر افزایش خواهد یافت. برخی از تجهیزات کنترل فشار در خطوط لوله عبارتند از:

- شیرهای فشارشکن [1]
- صفحات فشارشکن[2]
- کلیدهای قطع خودکار مکانیکی، الکتریکی یا پنوماتیکی
- برنامه‌های ایمنی کامپیوتری[3]

- سیستم‌های ایمنی (۱۰-۰ امتیاز)

این سیستم‌ها، سیستم‌های مکانیکی، الکتریکی، پنوماتیکی یا کامپیوتری هستند که اجازه وقوع Mop را در خط لوله نمی‌دهند. مقدار این فاکتور با تعداد و چیدمان سیستم‌های ایمنی برای بازه مورد نظر ارتباط دارد. این‌که هر سیستم به طور مجاز تا چه حد به کنترل فشار کمک کرده و سیستم جایگزین چگونه عمل خواهد کرد، تعیین‌کننده مقدار امتیاز این فاکتور خواهد بود. باید توجه داشت که بسته به نوع ماده انتقال و محدوده مورد نظر به کاربردن دو، سه یا حتی ۴

1- Relief Valves
2- Rupture Disks
3- Programmable Logic Controller, Supervisory Control and Data Acquisition System

سیستم کنترل فشار دور از انتظار نیست. ممکن است به دلیل اشتراک سیستم‌های ایمنی بین این فاکتور و فاکتور قبل (پتانسیل Mop) اشتراکاتی حس شود، که ارزیاب بایستی عدم تکرار امتیاز سیستم‌های ایمنی را در نظر داشته باشد. به این منظور باید در نظر داشت که سیستم‌های ایمنی برای کل خط لوله در نظر گرفته شده و مقطعی نمی‌باشد. نحوه امتیازدهی در قالب مثالی توضیح داده شده است.

مثال:

الف- عدم وجود سیستم ایمنی ..... صفر امتیاز

(حالتی که احتمال رسیدن به Mop وجود داشته و در عین‌حال هیچ‌گونه تجهیزات کنترل و تخفیف فشاری وجود ندارد)

ب- تنها یک سیستم ایمنی در محل موجود است..... ۳ امتیاز

ج- تعداد ۲ یا بیش‌تر سیستم ایمنی موجود است..... ۶ امتیاز

(در این حالت باید منبع انرژی هر سیستم مجزا باشد)

د- بازدید از راه دور ..... ۱ امتیاز

ه- بازدید و کنترل از راه دور ..... ۳ امتیاز

و- مشاهده فعال بهره‌بردار (توسط افراد متفرقه) ..... ۲ امتیاز

ز- بدون دخالت بهره‌بردار ..... ۳ امتیاز

ح- سیستم‌های ایمنی مورد نیاز نیستند ..... ۱۰ امتیاز

هم‌چنین ارزیاب بایستی نحوه عملکرد سیستم‌های ایمنی را در نبود منبع انرژی بررسی کند، که سیستم در هنگام نبود منبع انرژی (الکتریکی، مکانیکی، پنوماتیکی) چه عکس‌العملی از خود نشان خواهد داد.

- انتخاب مصالح (۲-۰ امتیاز)

به منظور تعیین امتیاز این فاکتور بایستی مشخصات فنی طراحی و اجرای خط لوله مورد بررسی قرارگرفته و براساس آن تعیین شود که مصالح مورد نیاز برای لوله، مهارها، پیچ‌ها، خم‌ها و... به درستی انتخاب و اجرا شده‌اند یا خیر.

- کنترل‌ها (۲-۰ امتیاز)

امتیاز کامل این فاکتور به فرآیند طراحی که به خوبی توسط استانداردها و افراد خبره کنترل شده است، تعلق می‌گیرد.

پ.۲-۴-۱-۲- ساخت و اجرا (وزن پیشنهادی ۲۰ درصد)

باتوجه به متفاوت بودن روش‌های ساخت و انجام عملیات ساختمانی در مناطق با شرایط مختلف، ارزیاب در این مرحله بایستی از سپری شدن گام‌های ضروری برای تضمین ایمنی خط لوله، اطمینان حاصل کند. برای این منظور موارد زیر بایستی بررسی شده و امتیازدهی گردند.

بازرسی (انجام بازدیدها)	۱۰ امتیاز
مصالح	۲ امتیاز
به هم پیوستگی (اتصالات (جوش دادن))	۲ امتیاز
خاک‌ریز (بسترسازی (زیرسازی))	۲ امتیاز
به‌کارگیری (رسیدگی به خط)	۲ امتیاز
پوشش دادن	۲ امتیاز
مجموع	۲۰ امتیاز

در مورد خطوط لوله موجود نیز می‌توان همین موارد را مورد بررسی و امتیازدهی قرار داد. در چنین شرایطی باید تعمیرات تغییر مسیر یا عمق تعویض یا اضافه کردن اتصالات و شیرآلات جدید را در نظر گرفت. هم‌چنین اثرات هرگونه ساخت و ساز یا فعالیت‌های عمرانی در حریم خطوط لوله، که باعث احتمال ناپایداری جایگاه خط لوله خواهند شد را در نظر گرفت.

- بازرسی(انجام بازدیدها) (۱۰-۰ امتیاز)

بیش‌ترین امتیاز به حالتی تعلق می‌گیرد که در زمان ساخت و اجرای خط لوله، بازرس مجرب و متخصص بر کل فعالیت‌های اجرایی نظارت داشته باشد. برای خطوط لوله موجود می‌توان از پیمان‌کار، مشاور یا کارفرمای خط در این مورد استعلام نمود.

- مصالح (۲-۰ امتیاز)

به کار بردن مصالح مطابق دفترچه‌های محاسباتی و مشخصات فنی تعیین شده امتیاز کامل را خواهد داشت. کنترل لوله‌های موجود با دفترچه‌های محاسباتی برای تعیین امتیاز آن‌ها ضروری است.

- به هم پیوستگی (اتصالات (جوش دادن)) (۲-۰ امتیاز)

نقاط اتصال نسبت به سایر نقاط خط لوله از آسیب‌پذیری بالاتری در برابر شکست برخوردارند چراکه در معرض عدم قطعیت‌هایی از قبیل شرایط محلی، مهارت نیروی انسانی، بازدید و ... قرار دارند. براساس کیفیت هریک از پارامترها در مورد اتصالات واقع در محدوده مورد نظر، امتیازدهی خواهد شد.

- خاک‌ریز (بسترسازی (زیرسازی)) (۲-۰ امتیاز)

نوع و نحوه بسترسازی برای خطوط لوله بر رفتار سازه‌ای طولانی‌مدت آن اثرگذار خواهد بود. این زیرسازی بایستی یکنواخت و متراکم شده باشد.

- به‌کارگیری (رسیدگی به خط) (۲-۰ امتیاز)

این پارامتر به نحوه‌ی رسیدگی و محافظت از مصالح و تجهیزات ارتباط دارد. به نحوی که نگه‌داری از مصالح برای جلوگیری از ایجاد تنش‌های حرارتی، پسماند، خوردگی یا خراب‌شدگی امتیاز حداکثر را به همراه خواهد داشت.

- پوشش دادن (۲-۰ امتیاز)

برای امتیازدهی به این فاکتور براساس نیاز محدوده‌ای که خط لوله در آن قرار گرفته است بایستی نوع پوشش انتخاب شده و نحوه اجرای آن بازرسی شود. پوشش‌هایی که قبل از اجرای لوله اعمال شده باشند از امتیاز بیش‌تری برخوردار خواهند بود. ارزیاب بایستی در بررسی و امتیازدهی به پارامترهای ساخت و اجرا دقت بالایی داشته باشد که در هر شرایطی خاک‌برداری و بازدید میدانی از خط لوله عبوری از حریم یک منبع آبی (در صورت امکان) در برآورد امتیاز صحیح‌تر بسیار موثر خواهد بود.

پ.۲-۴-۱-۳- بهره‌برداری (وزن پیشنهادی ۳۵٪)

از دیدگاه منابع خطای انسانی، بعد از طراحی و اجرا، بهره‌برداری از خط لوله در جایگاه سوم قرار دارد. برای شروع، ارزیاب بایستی میزان استفاده از نیروی متخصص در بهره‌برداری از خط لوله را تعیین کند. هم‌چنین بایستی برنامه تامین ایمنی خط نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. مرحله بهره‌برداری، مرحله‌ای است که در آن قابلیت مشاهده و نظارت بر فرآیند فعالیت‌ها بایستی کامل آشکار شود.

موارد زیر برای برآورد امتیاز در فاز بهره‌برداری قابل محاسبه هستند:

فرآیندها[1]	۷ امتیاز
SCADA و سیستم ارتباطی	۳ امتیاز
تست مواد مخدر پرسنل	۲ امتیاز
برنامه‌های ایمنی	۲ امتیاز
نقشه‌برداری‌ها/ نقشه‌ها/ اطلاعات ثبت شده	۵ امتیاز
آموزش	۱۰ امتیاز
بازدارنده‌های مکانیکی خطاها	۶ امتیاز

- فرآیندها (۷-۰ امتیاز)

ارزیاب بایستی از کفایت فرآیندهای موجود یا مصوب برای بهره‌برداری از خط لوله مطمئن شود. این اطمینان باید براساس شواهدی مبنی بر استفاده شدن، بازدید شدن و اصلاح شدن فرآیندها حاصل شود. این شواهد ممکن به صورت

1- Processes

چک لیست‌های استفاده شده برای بهره‌برداری خطوط موجود باشد. در مجموع فرآیندهای کاری در بهره‌برداری از خطوط لوله نفت و فرآیندهای نفتی عبارتند از:

- نگه‌داری و کنترل شیرآلات خط اصلی
- بازدید و کالیبره کردن تجهیزات ایمنی
- راه‌اندازی و یا توقف انتقال خط
- کارکرد پمپ‌ها و کمپرسورها
- تغییرات در انتقال مواد
- مراقبت از حریم خط
- کالیبره کردن جریان‌سنج

اقدامات فوق بایستی توسط سیستم بهره‌برداری از خط لوله انجام شده و شرکت آب منطقه‌ای تنها برای کفایت بهره‌برداری، در تعیین امتیاز این پارامتر دخالت خواهد داشت.

توضیح این‌که برای انجام بهتر فرآیندها پروتکل‌هایی نیاز خواهد بود. در این پروتکل‌ها بایستی موارد زیر گنجانده شده باشند:

- مسوول توسعه فرآیندها کیست؟
- مسوول انجام فرآیندها کیست؟
- نحوه انجام فرآیندها چگونه است؟
- فرآیند به تایید چه کسی باید برسد؟
- بازرسی‌ها چند وقت یک‌بار باید بازبینی شوند؟

باید توجه داشت که یک برنامه بهره‌برداری قدرتمند سهم مهمی در کاهش خطاهای انسانی خواهد داشت.

- SCADA و سیستم ارتباطی

سیستم SCADA در واقع چشم دومی است که بهره‌برداری از خط لوله را به صورت ۲۴ ساعت پایش و کنترل نموده و اطلاعات مربوط به دما، خوردگی، شکستگی، نشست، شرایط جریان داخل لوله و... را به مرکز مخابره می‌کند.

- انجام آزمایشات هوشیاری پرسنل بهره‌برداری (مواد مخدر) (۲-۰ امتیاز)

- برنامه‌های ایمنی (۲-۰ امتیاز)

این فاکتور به بهره‌بردار خط، ارتباط داشته (خصوصی یا دولتی) و ارزیاب برای امتیازدهی به سوابق بهره‌بردار در زمینه ایمنی کارکنان و تاسیسات تکیه خواهد کرد.

- نقشه‌برداری‌ها/ نقشه‌ها/ داده‌های ثبت شده (۵-۰ امتیاز)

برخی از اطلاعات مربوط به خطوط لوله به صورت دوره‌ای باید از وضعیت موجود برداشته شده و بایگانی شوند. این اطلاعات عبارتند از:

- اختلاف ولتاژ میان لوله و خاک
- وضعیت پوشش لوله
- نقاط عبوری از داخل آب
- یافتن نقاط تغییر شکل یافته به کمک پیگ‌رانی (در محدوده‌های با طول زیاد)
- عمق خاک سربار لوله
- اطلاعات دمایی
- نشت‌یابی
- گشت زنی هوایی

در حریم‌های منابع آب به منظور کاهش ریسک آلودگی بایستی بازدیدهای دوره‌ای برای تهیه نقشه‌هایی از موارد ذکر شده (خوردگی پوشش لوله، خاک سربار لوله، نشت‌یابی) انجام پذیرند. در صورتی که این بازدیدها انجام شده و منجر به تولید نقشه‌های کاربردی شوند امتیاز این فاکتور کامل خواهد بود.

- آموزش (۱۰-۰ امتیاز)

آموزش نخستین و موثرترین ابزار مبارزه و جلوگیری از حوادث ناشی از خطاهای انسانی است. در این ارزیابی نیز آموزش‌هایی که در راستای جلوگیری از وقوع حوادث شکست در حریم‌های منابع آب و یا جلوگیری از خسارات آن، داده می‌شود، مورد نظر خواهد بود.

اجزای یک برنامه‌ی آموزشی موفق با هدف کاهش ریسک و خطرات حوادث ناشی از شکست خطوط لوله، در جدول (پ.۲-۵) آمده است. تفکیک امتیازات مربوط به بخش آموزش برای هریک از اجزا نیز در این جدول تعیین شده است که معیاری برای ارزیابی آن خواهد بود.

جدول پ.۲-۵- اجزای برنامه‌ی آموزش کاهش ریسک شکست برای خطوط لوله

بایگانی کردن حداقل داده‌های مورد نیاز	۲ امتیاز
انجام آموزش‌های عمومی آزمایشات	۲ امتیاز
خصوصیات ماده انتقالی	۰/۵ امتیاز
تنش وارده بر مصالح خط لوله	۰/۵ امتیاز
خوردگی خط لوله	۰/۵ امتیاز
کنترل و بهره‌برداری	۰/۵ امتیاز
نگه‌داری	۰/۵ امتیاز
حفاری‌های اضطراری	۰/۵ امتیاز
روال انجام کارها	۲ امتیاز
برنامه زمان‌بندی آموزش مجدد	۱ امتیاز

- جلوگیری مکانیکی از خطاها (۶-۰ امتیاز)

این فاکتور ارزیابی قطعات مکانیکی که برای قطع جریان یا کاهش فشار آن و با هدف کاهش احتمال شکست خط لوله، استفاده می‌شوند را دربر می‌گیرد. برخی از این تجهیزات به همراه امتیاز آن‌ها عبارتنداز:

شیرهای سه طرفه با کنترل کننده دوتایی ..... ۲ امتیاز

تجهیزات محدود کننده ..... ۱ امتیاز

برنامه‌های زمان‌بندی قفل کردن کلیدها ..... ۱ امتیاز

کلیدهای کامپیوتری کنترل جریان ..... ۱ امتیاز

بزرگ‌نمایی تجهیزات و قطعات حیاتی و حساس ..... ۱ امتیاز

مجموع ..... ۶ امتیاز

پ.۲-۴-۱-۴- نگه‌داری (وزن پیشنهادی ۱۵ درصد)

نگه‌داری غلط از انواع خطاهایی است که می‌تواند در سطوح مختلف از بهره‌برداری اتفاق افتاده و منجر به حوادث شکست گردد. نبود مدیریت در نگه‌داری از خط، فرآیندها و روندهای غلط در نگه‌داری از خطوط و بروز اشتباهات در فرآیند نگه‌داری، خطاهایی هستند که در این فاز، پتانسیل وقوع داشته و به طور مستقیم یا غیرمستقیم سبب شکست خط لوله خواهند شد. ارزیاب برای امتیازدهی به این فاکتور باید میزان تخصص و تجربه بهره‌بردار خط را مورد ارزیابی قرار دهد.

باید توجه داشت که علی‌رغم وزن کم این فاکتور نتایج عدم توجه به آن در فاکتورهای دیگر ارزیابی ریسک آشکار خواهد بود.

یک فرآیند نگه‌داری معمول باید شامل برنامه‌های زمان‌بندی برای کنترل شیرآلات، سیستم حفاظت کاتدیک، کنترل و کالیبره کردن ابزار دقیق و تجهیزات ایمنی، بازدید خوردگی، رنگ لوله، جایگزین شدن قطعات روغن‌کاری اجزای متحرک، نگه‌داری موتور/ پمپ/ کمپرسور، کنترل و آزمایش مخازن و ... خواهد بود. اما آن چه توسط ارزیاب باید مورد بررسی قرار گیرد قدرت برنامه‌ی نگه‌داری و در قالب سه پارامتر زیر است.

بایگانی کردن داده‌ها ..... ۲ امتیاز

برنامه زمان‌بندی ..... ۳ امتیاز

فرآیندها ..... ۱۰ امتیاز

پیوست ۳

پایش خطوط لوله و منابع آب در معرض خطر

پ.۳-۱- نقش پایش در جلوگیری از بروز یا تشدید اثرات حوادث آلودگی نفتی

پایش به منظور جلوگیری از آلودگی ناشی از حوادث نشت نفت از خطوط لوله در دو حوزه و طی سه مرحله ضروری است. حوزه‌های پایش عبارتند از:

الف- پایش دوره‌ای آب‌های سطحی در معرض خطر نشت (آب‌های سطحی که خطوط لوله در حریم کمی و کیفی آن‌ها قرار گرفته‌اند.)

ب- پایش مستمر و دوره‌ای خطوط لوله (در حریم‌های منابع آب سطحی)

مراحل انجام پایش عبارتند از:

- پایش دوره‌ای و منظم در شرایط معمول و پیش از حادثه
- پایش مستمر در دوره وقوع حادثه و اجرای برنامه پاسخ
- پایش دوره‌ای با دوره بازگشت کوتاه در دوره تسکین اثرات

در دوره‌های قبل از حادثه و تسکین اثرات تعیین سنجه‌ها و معیارهایی به منظور ارزیابی وضعیت ضروری است. این سنجه‌ها بایستی تعیین کننده موقعیت سیستم نسبت به شرایط عادی و تخمین احتمال بروز حادثه، باشند. بنابراین تهیه یک سیستم پشتیبان تصمیم مبتنی بر پایش مستمر برای برنامه‌های مدیریت ریسک و بحران حوادث نشت نفت در منابع آب سطحی ضروری است[۱].

در ضمن لازم به ذکر است که ملاحظات و پیش‌نیازهای مربوط به انتخاب روش پایش، دوره بازگشت انجام پایش و ثبت نتایج در گزارشات قبلی ارائه شده‌اند.

پایش خطوط لوله در زمان احداث و پس از اتمام آن متضمن کاهش احتمال حوادث شکستگی و یا نشت است. پایش خطوط لوله در طبقه‌بندی‌های مختلفی قرار گرفته و با توجه به پارامترهای متعددی از قبیل موقعیت خط لوله، شرایط محیط اطراف خط (به لحاظ خورندگی)، هدف و میزان حساسیت محیط اطراف خط نسبت به آلودگی‌های ناشی از خرابی خط روش‌های متعددی خواهد داشت. در استاندارد IPS آمده است که با توجه به این‌که روش‌های پایش مختلف محدوده‌های متفاوتی از اطلاعات را در اختیار کاربر قرار می‌دهند، لذا در اکثر اوقات حداقل استفاده از دو روش برای کسب اطلاعات لازم، ضروری خواهد بود.

طبقه‌بندی‌های مختلف پایش خطوط عبارتند از:

- طبقه‌بندی براساس بازه زمانی شامل:

۱- در این گزارش تلاش برای پیشنهاد چنین سیستمی است که وزارت نیرو به عنوان متولی بخش آب کشور در بخشی از آن به عنوان ناظر بوده و در بخش دیگر مسوول اجرای برنامه خواهد شد. در بخش اول در صورت توافق با وزارت نفت و مسوولین بهره‌برداری و احداث خطوط، وزارت نیرو درخواست ارائه نتایج پایش خطوط لوله را در قالب از پیش تعیین شده‌ای متشکل از تعدادی شاخص و پارامتر، از وزارت نفت خواهد داشت. در بخش دوم بر مبنای استانداردهای موجود برای تضمین کیفیت آب برای کاربری‌های تعیین شده، برنامه پایش بر اساس زمان‌بندی انجام شده، اجرا شده و نتایج ثبت و بایگانی خواهند شد.

- پایش مداوم
- پایش دوره‌ای

– طبقه‌بندی بر اساس روش انجام:

- در محل (پایش‌های میدانی)
- آزمایشگاهی

– پایش براساس زمان انجام

- پایش‌های زمان اجرا که بیش‌تر به اثرات فعالیت‌های ساختمانی بر محیط اطراف مسیر خط توجه دارند.
- پایش‌های پس از اتمام اجرا که بیش‌تر به پایش خوردگی، و بازدیدهای میدانی تخریب‌های فیزیکی خطوط لوله توجه دارند.

پ.۳-۲- پایش و نظارت بر اجرای خطوط لوله

– در صورتی که خط لوله بایستی در تمام یا قسمتی از مسیر موازی با خط لوله قدیمی اجرا شود قبل از شروع عملیات احداث، تعیین حریم خط لوله قدیمی و برنامه‌ریزی و نظارت بر عملیات اجرایی برای جلوگیری از هرگونه صدمه به خط قدیمی موردنیاز است. در صورتی که عملیات ساختمانی در حریم منابع آب انجام می‌شود، نصب علایم هشداردهنده برای پرسنل و ماشین‌آلات برای حفظ حریم لوله قدیمی ضروری است.

– با توجه به این که برای عملیات احداث و انجام آزمایشات در محل استفاده از منابع آب سطحی مانند رودخانه‌ها توصیه شده است، ضروری است تا اقدامات زیر در زمینه حفظ رودخانه یا دریاچه‌ای که تعرض به حریم آن صورت گرفته صورت گیرند:

- پایش مداوم کدورت و کیفیت آب در پایین‌دست کارگاه برای هشدار به هنگام آلودگی آن در اثر فعالیت‌های ساختمانی
- دریافت استانداردهای تخلیه پساب به منابع سطحی از وزارت نیرو و کنترل آلاینده‌های پساب تولیدی
- تصفیه پساب تولیدی در صورت عدم تامین نظر استانداردهای وزارت نیرو
- تکمیل فرم‌های روزانه کنترل کیفی پساب و دریافت تاییدیه از شرکت آب منطقه‌ای مربوط و یا کارشناسان سازمان محیط زیست منطقه عملیاتی

– انجام بازرسی‌های جوش، نفوذناپذیری و عایق بودن (در مورد لوله‌های پوشش‌دار) مطابق ضوابط فنی مندرج در استانداردهای صنعت نفت ایران و ارائه کپی گزارشات تایید شده و نقشه‌های اجرایی به نمایندگان شرکت‌آب منطقه‌ای مربوط

پ.۳-۲-۱- ضوابط فنی پایش در حین اجرای خطوط لوله

- با توجه به حساسیت مراکز آبی نسبت به آلودگی ناشی از نشت نفت از خطوط لوله، ایستگاه‌های سنجش خوردگی و حفاظت کاتدیک در حریم مراکز آبی بایستی در فواصل ۲۵۰ تا ۳۰۰ متری (استناد به بند3-5-2-6 از استاندارد IPS-C-TP-820) نصب شوند.
- ایستگاه‌های سنجش خوردگی و حفاظت کاتدیک در تقاطع خطوط با مراکز آبی بایستی در دو طرف محل تقاطع نصب گردند.
- استفاده از Corrosion Coupon در مناطق واقع در حریم مراکز آبی به ویژه در خاک‌های مرطوب و خورنده در فواصل پیشنهاد شده توسط استاندارد IPS-I-TP-802 ضروری است.
- استفاده از Corrosion Coupon در محل تقاطع خطوط با مراکز آبی، در دو طرف محل تقاطع توصیه می‌شود.
- عملیاتی از قبیل، انحراف رودخانه، حفاری زیر مرکز آبی، حفر ترانشه در بستر رود، جاگذاری لوله، پرکردن ترانشه و هم‌تراز کردن بستر رود پس از قرار دادن لوله بایستی در حضور مهندس ناظر و نمایندگان (ناظر فنی) شرکت آب منطقه‌ای و سازمان محیط زیست و با تایید نهایی آنان صورت پذیرد.

پ.۳-۳- پایش خطوط لوله در حریم‌های منابع آب در مرحله بهره‌برداری

طبقه‌بندی روش‌های مختلف پایش براساس هدف، به تعیین روش مناسب کمک خواهد نمود. در کشورهای نیوزیلند و استرالیا، دو نوع مهم پایش براساس اهداف اولیه دستور کار پایش مشخص شده‌اند.

- **نوع اول:** اطلاعاتی را در ارتباط مستقیم با عملیات پاسخ به آلودگی نفتی مانند اطلاعات مورد نیاز برای برنامه‌ریزی یا اجرایی کردن استراتژی‌های پاک‌سازی در اختیار قرار می‌دهد.
- **نوع دوم:** به اهداف غیر عملیاتی مربوط بوده و شامل ارزیابی خسارات کوتاه‌مدت وارد بر محیط زیست و یا ارزیابی‌های بلندمدت‌تر (مانند بازیابی)، مطالعات محض علمی و تمامی مطالعات پس از واقعه می‌شود.

اهداف پایش و در پی آن تعیین نوع پایش هنگامی‌که مقیاس حادثه و طراحی روش انجام مطالعات مطرح می‌شوند از اهمیت برخوردار خواهد شد (جدول پ.۳-۱)

جدول پ.۳-۱- انواع پایش و خصوصیات و ضوابط مربوط به آن‌ها

انواع روش‌های پایش		خصوصیات یا ضوابط
نوع	توصیف	
نوع ۱	پایش با هدف اولیه فراهم کردن اطلاعات برای برنامه‌ریزی و اجرایی کردن عملیات پاسخ به حادثه نشت فعلی صورت می‌پذیرد	عموما نتایج سریعا مورد نیازند
		کارهای آماری کم‌تری مورد نیازند (تعداد نمونه‌ها و محل‌های نمونه‌گیری کم‌ترند)
		نیاز کم‌تر برای شناسایی سایت‌های کنترل و یا برای نشان دادن شرایط پایه
		تمرکز بر روی زیست‌گاه‌های اصلی یا گونه‌هایی که شاخص سلامت بیولوژیکی منطقه هستند و از «ارزش» خاصی برخوردارند یا زمان ترمیم بلندمدتی دارند.
		شامل پایش قبل از عملیات پاسخ است که توسط سازمان‌های نظارتی انجام می‌شود. اقداماتی از قبیل پایش استفاده از عوامل شیمیایی از قبیل پراکننده‌ها[1] یا ترمیم‌کننده‌های بیولوژیک[2]
		شامل پایش به منظور پیش‌بینی اثرات زیست‌محیطی یا تعیین میزان حساسیت منابع به برنامه واکنش می‌شود
نوع ۲	پایش با هدف اولیه‌ای غیر از فراهم کردن اطلاعات برای استفاده در برنامه‌ریزی یا اجرایی کردن عملیات پاسخ به حادثه نشت فعلی صورت می‌پذیرد	ممکن است نیازمند مطالعات طولانی‌مدت‌تر بوده و فرآیند پایش فراتر از محدوده زمانی و مکانی عملیات پاک‌سازی توسعه پیدا کند
		به مطالعات کامل آماری از قبیل نمونه‌گیری و مکان‌های نمونه‌گیری به تعداد زیاد نیاز خواهد داشت.
		نیازمند کنترل با کیفیت بالای مناطق است
		پایش ممکن است خارج از محدوده زمانی که از توانایی آلوده‌کننده برای تامین هزینه‌ها توسعه یابد.

پایش می‌تواند در چندین مرحله قبل، هنگام و بعد از حادثه صورت بگیرد که به نحوه پاسخ نیز مرتبط می‌باشد. بنابراین داشتن توصیفی از مراحل مختلف پایش براساس برنامه زمان‌بندی به تعیین اهداف، محدوده عملیات و طراحی سیستم و برنامه پایش مناسب کمک خواهد نمود. (جدول پ.۳-۲)

جدول پ.۳-۲- توصیف مراحل مختلف از انواع پایش آلودگی نفتی منابع آب

مرحله پاسخ	توصیف نحوه پایش
مرحله اول قبل از نشت	این مرحله پایش اساسی بوده و می‌تواند شامل اقدامات طولانی‌مدت و در مقیاس‌های بزرگ باشد. نقاط کنترلی به خوبی تاسیس شده و طراحی روش مطالعه و پایش می‌تواند به مرور زمان اصلاح شود. به طور کلی، چنین پایشی در مناطق پرخطر و یا در منابعی که حساس به نشت بوده یا در اولویت محافظت و نگه‌داری انجام خواهد شد.
مرحله دوم بعد از نشت – قبل از بروز اثرات	پایش در این مرحله به صورت واکنشی انجام شده و معمولا بایستی در فاصله کوتاهی طراحی و اجرا شود. بنابراین به عنوان نخستین اقدامات بایستی قبل از بروز اثرات عکس‌هایی از محل حادثه تهیه کنند. در این مرحله استقرار نقاط کنترلی قابل اعتماد بسیار دشوار است.
مرحله سوم بعد از بروز اثرات – قبل از پاک‌سازی	پایش سواحل و منابع آب تحت تاثیر نشت نفت در این مرحله صورت می‌گیرد تا مقدار خسارات و اثرات قبل از انجام اقدامات پاک‌سازی تعیین گردد.
مرحله چهارم پاک‌سازی	این مرحله از عملیات پایش در هنگام انجام اقدامات پاک‌سازی صورت می‌گیرد. به عنوان مثال پایش و نظارت بر موفقیت یا موثر بودن فرآیند پاک‌سازی یا بهبود کیفیت آب یا منابع بیولوژیک در این مرحله گنجانده می‌شوند.
مرحله پنجم بعد از پاک‌سازی – قبل از پایان عملیات پاسخ	پایش بر منابع آب پس از توقف فعالیت‌های پاک‌سازی و قبل پایان عملیات پاسخ در این مرحله صورت خواهد پذیرفت که معمولا به صورت برنامه‌های پایش کوتاه‌مدت به اجرا در خواهد آمد. درواقع این اقدامات برای ارزیابی نهایی عملیات پاک‌سازی و صدور موافقت پایان عملیات پاسخ صورت می‌پذیرند.
مرحله ششم پس از اتمام عملیات پاسخ	این مرحله از پایش شامل کلیه اقدامات پایشی پس از یک حادثه معمول بوده و می‌تواند به صورت مطالعات کوتاه‌مدت، میان‌مدت و یا طولانی‌مدت باشد.

1- Dispersants
2- Bioremediation Agents

مرحله	مرحله اول	مرحله دوم	مرحله سوم	مرحله چهارم	مرحله پنجم	مرحله ششم
پاسخ	قبل از نشت	عملیات پاسخ (پس از نشت)				پس از پاسخ
اثر	قبل از بروز اثرات		پس از بروز اثرات			
پاک‌سازی	قبل از نشت	قبل از پاک‌سازی		پاک‌سازی	پس از پاک‌سازی	

هزینه‌های پایش نوع دوم ایجاب می‌کند که این نوع از پایش تنها در مواقع خاصی از قبیل تامین این هزینه‌ها از سوی بیمه بخش آلوده‌کننده و یا لزوم پیگرد قانونی برای ارزیابی‌ها صورت پذیرد.

جدول پ.۳-۳- مثال‌هایی از پایش نوع ۱ و ۲ هنگام پاسخ به حادثه نشت

فعالیت	پایش نوع ۱	پایش نوع ۲
نظارت بر نشت	نظارت برای یافتن تعیین محل نفت بر اساس برنامه یا فعالیت‌های پاسخ	نظارت برای یافتن منبع نشت جهت پیگیری‌های قانونی
شناسایی منبع نفت یا مواد شیمیایی	انجام بررسی‌ها برای تشخیص منبع نشت جهت جلوگیری از نشت و یا آلودگی، براساس شناسایی مواد نشت یافته (تا پیش‌بینی بهتری از رفتار مواد نشتی به دست آید)، و یا انجام برنامه‌ریزی برای پاسخ.	انجام بررسی‌ها برای شناسایی منبع نشت جهت پیگیری‌های قانونی
تعیین خواص نفت	انجام بررسی‌های فیزیکی و/یا شیمیایی جهت ارزیابی کفایت عملیات پاسخ یا پیش‌بینی رفتار نفت و اثرات آن بر محیط	انجام بررسی‌های فیزیکی و/یا شیمیایی جهت ارزیابی پتانسیل آسیب‌رسانی اقتصادی و زیست‌محیطی
شناسایی نقاط یا منابع حساس	نظارت و یا پیمایش‌های زمینی برای تدوین اولویت‌های اقدامات انجام مطالعات جهت وارد کردن پتانسیل‌های آسیب‌رسانی در اولویت‌های پاسخ	مطالعات جهت بررسی خسارات و یا ارزیابی خسارات جهت پیگیری‌های قانونی و یا وصول خسارات
ارزیابی کیفیت منابع آب ارگانیسم‌های زنده موجود در ستون آب	پایش جهت بازده اثرات مفید یا پتانسیل اثرات مخرب روش‌های فیزیکی و شیمیایی به کار گرفته شده در برنامه پاسخ	انجام پایش جهت تعیین خسارات واقعی و یا پتانسیل خسارات احتمالی در صورتی که اطلاعات گردآوری شده تنها در پیگردهای قانونی، اخذ خسارات و یا مطالعات صرف علمی مورد استفاده قرار گیرند.
اثرات بر بخش شیلات	پایش به منظور مدیریت بهتر شیلات، و جلب توجه افکار عمومی و رسانه‌ها در ارتباط با خسارات احتمالی نشت نفت و برنامه پاسخ در سلامت ماهی‌ها و مصرف‌کنندگان آن‌ها صورت می‌گیرد.	انجام پایش جهت تعیین کمی کردن اثرات نشت نفت یا برنامه‌های پاسخ و به منظور پیگردهای قانونی، ارزیابی خسارات یا مطالعات علمی صورت می‌گیرد.
ارزیابی‌های مربوط به خطوط ساحلی کیفیت رسوبات (اثرات باقی‌مانده نفت در رسوبات)	پایش به منظور بهینه‌سازی روش پاک‌سازی سواحل، فرموله کردن اولویت‌ها و یا تعیین کفایت عملیات پاک‌سازی صورت می‌گیرد.	مطالعاتی برای تعیین رفتار و اثر باقی‌مانده نفت و با اهداف علمی و انجام مطالعات بلندمدت صورت می‌پذیرد.
اثرات بر موجودات بزرگ جثه آبی و یا موجودات زنده در سواحل	ارزیابی‌های برای اثرات منفی حادثه نشت یا عملیات پاسخ بر زندگی موجودات زنده مرتبط و در صورت امکان برنامه‌ریزی برای اقدامات پاسخ برای حیات‌وحش صورت خواهد گرفت.	انجام پایش جهت تعیین کمی کردن اثرات نشت نفت یا برنامه‌های پاسخ و به منظور پیگردهای قانونی، ارزیابی خسارات یا اهداف علمی صورت می‌گیرد.
اثرات بر سایر موجودات زنده (گیاهان/حیوانات) ساکن در آب و خشکی	ارزیابی اثرات منفی عملیات پاسخ اعم از استفاده از مواد شیمیایی، شوینده نفت و یا عملیات مکانیکی جهت پاک‌سازی	انجام پایش جهت تعیین کمی کردن اثرات نشت نفت یا برنامه‌های پاسخ و به منظور پیگردهای قانونی، ارزیابی خسارات یا اهداف علمی صورت می‌گیرد.

جدول پ.۳-۴- راهنمای تهیه برنامه پایش (بر اساس دستورالعمل پایش خطوط لوله نفت استرالیا و نیوزیلند)

	۱- تعیین اهداف پایش
o	۱-۱- سوال (یا سوالات) اصلی که باید پاسخ داده شوند؟
o	۱-۲- آیا خلاهایی در دانش نسبت به قضیه موجود است؟
o	۱-۳- آیا محدودیت‌های اطلاعاتی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند؟
o	۱-۴- آیا اطلاعات گردآوری شده پاسخ‌گوی تمام نیازها هستند؟
o	۱-۵- اطلاعات چگونه گردآوری و مدیریت خواهند شد؟
o	۱-۶- آیا اهداف خاص تعیین شده:
o	الف- با دقت و وضوح هدف پایش را بیان می‌کنند؟
o	ب- تعیین کننده نتایج نهایی مورد انتظار از سیستم پایش هستند؟
o	ج- نشان دهنده زمان اختتام پایش هستند؟
	۲- تعیین محدوده‌های مطالعه
	۳- تعیین مقیاس برنامه
	۴- تخمین سطح تغییرپذیری (زمان و مکان)
	۵- تصمیم‌گیری برای تعیین میزان دقت مورد نیاز
	۶- انتخاب پارامترهای مناسب جهت اندازه‌گیری
o	۶-۱- آیا پارامتر منتخب توانایی نشان دادن تغییرات و روندها است؟
o	۶-۲- آیا اندازه‌گیری‌ها قابل اعتماد و مقرون به صرفه هستند؟
o	۶-۳- آیا پارامترها برای مقیاس زمانی مطالعه مناسب هستند؟
o	۶-۴- آیا تکنیک‌های صحرایی مناسب در دسترس هستند؟
	۷- تعیین روش کسب اطلاعات
o	۷-۱- آیا گردآوری اطلاعات با امنیت انجام خواهد شد؟
o	۷-۲- آیا اطلاعات مورد نیاز با اندازه‌گیری‌های میدانی قابل دستیابی هستند؟
o	۷-۳- آیا در طراحی تنوع و تغییرات زمانی و مکانی در نظر گرفته شده است؟
o	۷-۴- آیا مطالعات اطلاعات مورد نیاز را در بازه زمانی مناسب در اختیار قرار خواهند داد؟
o	۷-۵- آیا نیازی به جمع‌آوری نمونه خواهد بود؟
o	۷-۶- آیا دستگاه‌های نمونه‌گیر نمونه‌های مناسب تهیه خواهند نمود؟
o	۷-۷- آیا دستگاه‌های نمونه‌گیر نمونه را آلوده یا دست خورده خواهند کرد؟
o	۷-۸- آیا نمونه‌ها دستگاه نمونه‌گیر را آلوده یامتاثر خواهند کرد؟
o	۷-۹- چه سایزی از ظروف نگه‌داری نمونه مورد نیاز است؟
o	۷-۱۰- آیا نمونه‌های قبل از انجام آزمایشات نیازمند نگه‌داری و محافظت هستند؟
o	۷-۱۱- آیا مراحل جمع‌آوری و ارسال نمونه‌ها و اطلاعات میدانی کامل است؟
o	۷-۱۲- آیا پتانسیل خطای نمونه‌برداری قابل کاهش است؟
o	۷-۱۳- آیا پتانسیل خطای نمونه‌برداری قابل ارزیابی است؟
o	۷-۱۴- آیا امکان آنالیز و ارزیابی داده‌ها در زمان تعیین شده وجود دارد؟
	۸- تعیین تعداد نمونه‌ها و برنامه زمان‌بندی تهیه آن‌ها
o	۸-۱- آیا نیاز به تکرار وجود دارد؟
o	۸-۲- هرچند وقت یک بار نمونه‌برداری مورد نیاز است؟
	۹- تعیین مدت زمان قابل قبول برای مطالعات
	۱۰- پشتیبانی (تامین مصالح و جانمایی آن‌ها)
	۱۱- تعیین نیازهای مدیریت اطلاعات

پ.۳-۴- شناسایی و جمع‌بندی استانداردهای داخلی پیرامون پایش خوردگی خطوط لوله نفت

در این راستا مجموعه استانداردهای صنعت نفت ایران (IPS) نیز در چهار استاندارد (چهار جلد) بـه مباحـث مربـوط پرداخته است.

- Cathodic protection (e-tp-820)
- Cathodic protection (c-tp-820)
- Monitoring cathodic protection systems (i-tp-820)
- Corrosion survey and inhibitor evaluation (i-tp-802)

نکته مشترک در تمامی استانداردهای فوق و سایر استانداردهای صنعت نفت کشور در ارتباط با مراکز آبی، نگرانـی از ایجاد یک محیط خورنده توسط آب و خاک اطراف لوله‌های مـدفون اسـت، و عـدم وجـود گرایشـات زیسـت‌محیطـی در راستای آلودگی مراکز آبی است. در ادامه این بخش هریک از استانداردهای ذکر شده در بالا، جداگانه مورد بررسـی قـرار خواهند گرفت (تنها بندهای مرتبط با عبور از مراکز آبی مورد بررسی قرار گرفته‌اند).

پ.۳-۴-۱- استاندارد IPS-E-TP-820[1]

این استاندارد نیازهای طراحی سیستم‌های حفاظت الکتروشیمیایی از سازه‌های فـولادی در برابـر خـوردگی را شـامل می‌شود. حفاظت الکتروشیمیایی شامل دو نوع حفاظت کاتدیک و آندیک است که حفاظت آندیک به دلیل خـاص بـودن فلز آند مورد استفاده و بالا بودن هزینه در خطوط لوله اسـتفاده نمـی‌شـود. لـذا ایـن اسـتاندارد بـه حفاظـت کاتـدیک و ملاحظات مربوط به آن محدود شده و نیازهای طراحی سیستم‌های حفاظت الکتروشیمیایی خطوط لولـه انتقـال نفـت و فرآورده‌های نفتی را بیان می‌کند.

ضوابط و معیارهای پایش و حفاظت خوردگی لوله‌های انتقال نفت و مواد نفتـی مطـابق بـا NACE RP-01-69-83[2] و DIN30676(1985)[3] تدوین شده‌اند. در این استاندارد ذکر شده است که لوله‌هـایی کـه بـه صـورت مـدفون هسـتند، در محیطی خورنده قرار دارند، اختلاف پتانسیل آن‌ها با محیط اطراف خود از حد معینی بیش‌تر است یا لوله‌های پوشـش‌دار شده به حفاظت و پایش مداوم خوردگی نیاز دارند.

در بخش (10) این استاندارد کاربردهای حفاظت کاتدی را در قالب بندهای مختلف ارائه نموده کـه مـوارد مـرتبط بـا عنوان و هدف این پژوهش عبارتند از:

- **(10-2-3)** لوله‌های کوتاه غیر مدفون در محل‌های تقاطع خط با موارد پیش‌بینی شده بایستی پوشش‌دار شـده و با آندهای مناسب گالوانیک حفاظت شوند.

1- ENGINEERING STANDARD FOR CATHODIC PROTECTION (ORIGINAL EDITION DEC. 1997)
2- National Association of Corrosion Engineers
3- Deutsches Institut Fur Normung E.V. (German National Standard)

- **(10-2-16)** در صورت امکان لوله بایستی با خاکی پوشانده شود که حاوی سنگ‌های بزرگ و یا سنگ‌های کربناته مانند کک نباشند. در محل‌های تقاطع با رودخانه‌های دائمی و فصلی محافظت بیش‌تر شامل پوشاندن لوله در محل عبور با پوشش بتن الزامی است.
- **(10-4)** در بند F از این بخش اشاره شده است که آندهای گالوانیک می‌توانند حفاظت کوتاه مدتی از لوله‌های مدفون در محیط‌های خورنده‌ای از قبیل سواحل رودخانه‌ها، فراهم سازند.
- **(10-6-1)** ایستگاه‌های اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل در طول مسیر خطوط را انتقال با فواصل یک کیلومتر برای شبکه‌های توزیع با فواصل ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر و در مواردی از قبیل محل شیرها و یا محل‌های تقاطع به صورت یک به یک نصب خواهند شد.
- **(10-7)** ایستگاه سنجش خوردگی برای محل‌های تقاطع پوشش‌دار[1]: برای لوله‌هایی که در محل تقاطع با جاده و یا راه‌آهن به صورت پوشش‌دار اجرا شده‌اند، یک ایستگاه اندازه‌گیری برای کنترل‌های دوره‌ای وضعیت لوله و پوشش بایستی نصب گردد. (توضیح این که علی‌رغم اهمیت محل تقاطع لوله با مراکز آبی در این بند اشاره‌ای به آن نشده است).
- **(10-12-2)** لوله‌هایی که باید در محل تقاطع با رودخانه، در محل اتاقک شیرآلات و... به کمک بتن پوشیده شوند[2] بایستی همانند باقی نقاط خط لوله و مطابق استاندارد قبلاً پوشش‌دار شده باشند[3].

پ.۳-۴-۲- استاندارد IPS-C-TP-820 [4]

این استاندارد ساخت، حداقل الزامات برای نصب، بهره‌برداری و انجام آزمایشات مربوط به سیستم‌های حفاظت کاتدیک سازه‌های فولادی مدفون از قبیل لوله‌های انتقال و توزیع نفت و مواد نفتی و سازه‌های زیرآب را شامل می‌شود. این استاندارد باید در ارتباطی متقابل و همراه با استانداردهای IPS-E-TP-820 و IPS-I-TP-820 مورد استفاده قرار گیرد.

در بخش ششم از این استاندارد ملاحظات مربوط به سیستم‌های پایش خوردگی برای خطوط لوله مدفون ارائه شده است.

- **(6-2-5-3)** تجهیزات سنجش میزان خوردگی خطوط لوله حداکثر در فواصل یک کیلومتری در طول خطوط انتقال، فواصل ۲۵۰ تا ۳۰۰ متری در مناطق شهری و صنعتی و در تمامی نقاط عبور لوله از موانعی از قبیل لوله‌های قدیمی، اتصالات و فلنج‌ها، نقاط عبور پوشش‌دار شده[5] دو طرف رودخانه و در نقاط برخورد با کلیه تاسیسات زیرزمینی موجود در مسیر خط لوله، بایستی نصب شوند.

1- Cased Crossing test station
2- Casing
3- Coating
4- CONSTRUCTION STANDARD FOR CATHODIC PROTECTION (ORIGINAL EDITION DEC. 1997)
5- Cased Crossing

بند ۱۱ این استاندارد توصیه‌هایی پیرامون راه‌اندازی سیستم‌های حفاظت کاتدیک ارائه می‌کند که موارد مرتبط با دستورالعمل حاضر عبارتند از:

- **(11-2-11)** پیمان‌کار موظف به کنترل تمامی سیستم‌های حفاظت کاتدیک نصب شده در کل مسیر یا شبکه نصب شده است که در موارد مختلف ملاحظات ویژه هریک لازم‌الاجرا خواهند بود. در مورد محل‌های تقاطع پوشش‌دار که نقاط عبور از مراکز آبی از این دسته محسوب می‌شوند اشاره شده است که بایستی کلیه مراحل نصب و راه‌اندازی براساس IPS-I-TP-820 انجام شود. هم‌چنین نتایج کنترل‌های انجام شده بایستی به تایید مهندس ناظر برسند.

در پیوست F نیز ملاحظات مربوط به بازرسی نصب سیستم‌های حفاظت کاتدیک آمده است.

- **(F.3)** ایستگاه‌های سنجش، تقاطع‌های پوشش‌دار شده و اتصالات مواج: تقاطع‌های پوشش‌دار شده باید بلافاصله پس از اتمام اجرا مورد آزمایش قرار گیرند تا عایق الکتریسیته بودن آن‌ها در اطراف لوله داخل قبل از پر کردن گودال اثبات شود.

پ.۳-۴-۳- استاندارد IPS-I-TP-802[1]

این استاندارد بازرسی شامل دو بخش در ارتباط با پایش خوردگی داخلی خطوط لوله است که عبارتند از:

- **بخش اول** – ارائه راهنمایی برای پایش صحرایی و روی خط (on-line) خوردگی داخلی خطوط لوله گاز، نفت و محصولات پالایشگاهی

به طورکلی مفهوم پایش خوردگی خطوط لوله از دو بخش کاملا مجزا تشکیل شده است که شامل روش‌های بازدید میدانی و روش‌های ارزیابی خوردگی آزمایشگاهی می‌باشند و در مجموع هدف هر دو سیستم، ارزیابی و پیش‌بینی خوردگی در خطوط لوله است. بنابراین اطلاعاتی که از پایش خوردگی خطوط به دست خواهد آمد برای دو هدف مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

- پایش میزان اثربخشی اقدامات جلوگیری کننده و تسکین خوردگی
- فراهم کردن اطلاعات مدیریتی و یا عملیاتی برای مدیریت خوردگی خطوط

- **بخش دوم** – ارائه راهنمایی برای پایش آزمایشگاهی با تکیه بر ارزیابی عملکرد مواد بازدارنده خوردگی

در تدوین این استاندارد از استانداردهای زیر استفاده شده که جزییات مربوطه در متن استاندارد آمده است.

- ASTM (American Society For Testing And Materials)
- API (American Petroleum Institute)
- IPS (Iranian Petroleum Standards) (IPS-E-EL-110 "Electrical Area Classifications and Method of Safeguarding")

1- INSPECTION STANDARD FOR CORROSION SURVEY AND INHIBITOR EVALUATION (ORIGINAL EDITION DEC. 1997)

- NACE (National Association Of Corrosion Engineers)

مطالبی که در بخش نخست از این استاندارد آمده‌اند به طور خلاصه در ادامه آمده‌اند.

پ.۳-۴-۴- استاندارد IPS-I-TP-820[1]

این استاندارد نیازهای برآورد عملکرد سیستم‌های کنترل خوردگی سازه‌های مدفون و یا قرارگرفته زیرآب را شامل می‌شود. به کمک انجام این برآوردها می‌توان موثر بودن طراحی، بهره‌برداری و تعمیر تاسیسات پایش را کنترل نمود. هم‌چنین تکنیک‌ها، تجهیزات و سنجه‌هایی که در بازدیدهای میزانی مورد نیاز هستند نیز در این استاندارد معرفی شده‌اند.

این استاندارد بازرسی متناسب با استانداردهای IPS-E-TP-820 و IPS-CTP-820 بوده و در کنار آن‌ها قابل استفاده است. در تدوین این استاندارد از استانداردهای زیر استفاده شده که جزییات مربوط در متن استاندارد آمده است.

- BSI (BRITISH STANDARD INSTITUTE)
- AS (AUSTRALIAN STANDARD)
- DIN (DEUTSCHES INSTITUT FUR NORMUNG E V)
- DNV (DET NORSKE VERITAS-OFFSHORE STANDARDS)
- NACE (NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS)
- ASTM (AMERICAN STANDARDS FOR TESTING AND MATERIALS)
- IPS (IRANIAN PETROLEUM STANDARD)

در بند ۶ از این استاندارد ضوابط و معیارهای حفاظت کاتدیک مورد بررسی قرار گرفته‌اند که برخی از این ضوابط (مرتبط با پژوهش حاضر) عبارتند از:

- **(6-2) لوله‌های مدفون:** در مورد لوله‌های مدفون ملاک اصلی برای پایش خوردگی و بازرسی سیستم پایش براساس میزان اختلاف پتانسیل زمین و خط لوله است. که درجه‌بندی و نحوه انتخاب نوع حفاظت متناسب با محل در متن استاندارد آمده است. در این طبقه‌بندی‌ها نوع خاک نیز از اهمیت برخوردار است.
- **(6-4)** ملاحظات مربوط به لوله‌های مستغرق در این بند آمده‌اند.

بخش ۷ از این استاندارد پیرامون بازرسی‌های دوره‌ای با توجه به موقعیت و حساسیت‌های موجود است. در زیربخش‌های بخش ۷ به موارد زیر اشاره شده است که مهم‌ترین موارد مربوط به محدوده این دستورالعمل در ادامه به طور خلاصه آمده‌اند.

- **(7-1)** آماربرداری اختلاف پتانسیل میان خط لوله و محیط اطراف در نقاط حساس: این آماربرداری بایستی در بازه‌های زمانی مشخصی از سیستم حفاظت کاتدیک صورت گیرد. بازه‌های زمانی براساس پارامترهای سیستم شامل نوع سیستم حفاظت کاتدیک، ماهیت محیط اطراف خط لوله، وجود یا عدم وجود جریان الکتریسیته آزاد و وضعیت بهره‌برداری سازه، تعیین می‌گردد. دوره بازرسی و آماربرداری سیستم‌های آند گالوانیک نیز

1- INSPECTION STANDARD FOR MONITORING CATHODIC PROTECTION SYSTEMS (ORIGINAL EDITION DEC. 1997)

براساس تاریخچه بهره‌برداری سازه مربوطه یا سازه‌های مشابه موجود در محل تعیین شده و علاوه بر این‌که الزاما باید دارای دوره بازبینی منظمی باشد، تحت هر شرایط نباید بیش‌تر از یک ماه باشد. ضمنا علاوه بر بازرسی‌های دوره‌ای، در بعضی موارد به‌خصوص در محل‌های تقاطع خطوط لوله با خطوط لوله قدیمی یا نقاطی که در معرض خوردگی قرار دارند، بازرسی به صورت اتفاقی و میان‌دوره‌ای نیز انجام گیرد. در این زیر بخش دوره بازرسی برای لوله‌های پوشش‌دار شده در محل‌های تقاطع (تقاطع با مراکز آبی در این دسته قرار می‌گیرد) ۲ ماه بیان شده است.

- **(7-2)** آماربرداری اختلاف پتانسیل میان خط لوله و محیط اطراف برای لوله‌های فلزی مدفون: نیازها و ملاحظات مربوط به لوله‌های پوشش‌دار و محل‌های تقاطع خطوط لوله با عوارض مختلف در این بخش مورد بررسی قرار گرفته‌اند.
- **(7-3)** آماربرداری از سیستم حفاظت کاتدیک بتن‌های مسلح
- **(7-4)** آماربرداری از تاسیسات دور از ساحل[1]
- **(7-5)** بازرسی یکسوکننده‌ها[2]
- **(7-6)** بازرسی بستر خطوط لوله
- **(7-7)** بازرسی آندها
- **(7-8)** آماربرداری جریان الکتریسیته

در بخش هشتم از این استاندارد ملاحظات و روش‌های بازرسی هدفمند و در مواردی که احتمال شکستگی خطوط و یا هر گونه نشتی وجود دارد، آمده است. در صورت مشاهده هرگونه شرایط غیرعادی یا مشکلاتی که احتمال بروز شکست را به همراه دارند، در بازدیدهای دوره‌ای یا میان‌دوره، برای تعیین دقیق مشکل احتمالی انجام موارد ذکر شده در این بند توصیه شده است. برخی از شرایط غیرعادی عبارتند از:

- **افزایش مقاومت مدار:** در صورتی که در هنگام انجام بازرسی خروجی یک‌سو کننده افزایش ناگهانی و شدیدی در مقاومت مدار نشان دهد، یافتن علت و محل مشکل ضرورت خواهد یافت. که نحوه انجام این کار در بند (8-2) به طور کامل اشاره شده است.
- **جریان الکتریسیته سرگردان:** در مواردی که احتمال برقراری یک جریان الکتریسیته سرگردان در محل بازرسی وجود دارد تعیین علت و محل این جریان ضروری است. روش‌های یافتن منبع این جریان در بند (8-3) استاندارد آمده است.
- **آزمایشات پیوستگی جریان الکتریسیته**

1- Offshore
2- Rectifiers

- **مشکلات احتمالی ناشی از نصب ناصحیح آندهای گالوانیک**

از آن جا که حفاظت کامل لوله‌های مدفون و یا زیر آب هنگامی کافی و مناسب خواهد بود که ترکیبی از دو سیستم کنترل خوردگی پوشش‌دار کردن لوله و سیستم حفاظت کاتدیک آن کامل باشند، در بخش ۹ از این استاندارد، آزمایشات و بازرسی‌های مورد نیاز برای تعیین کفایت پوشش لوله[1] ارائه شده‌اند که عبارتند از:

- **آزمایشات تعیین مقاومت پوشش لوله**[2]: یکی از روش‌های مهم تعیین کارایی پوشش لوله است که براساس اندازه‌گیری مستقیم مقاومت پوشش، با اندازه‌گیری شدت جریان و ولتاژ در یک مقطع مشخص از خط لوله در محل، تعیین می‌شود.
- **آزمایشات میرایی**[3]: میزان کارایی عملکرد پوشش به کمک روش میرا سنجی نیز قابل تعیین است. اندازه‌گیری‌ها منجر به تشکیل شکلی می‌شود که از آن ثابت میرایی به ازای طول کیلومتر تعیین خواهد شد.
- **روش پیرسون**[4]: به کمک این روش می‌تواند خرابی‌های پوشش لوله‌های مدفون را تشخیص داده و یا جستجو نمود. لازم به توضیح است که این روش تنها در مواردی با پاسخ صحیح همراه است که اطراف لوله به خوبی پرشده و کوبیده شده باشد. هم‌چنین خاک در منطقه مورد آزمایش بایستی تا حدی حاوی رطوبت نیز باشد. جزییات بیش‌تر پیرامون نحوه کاربری و استفاده از این سیستم در پیوست B استاندارد آمده است.
- **بازرسی پوشش به روش C-Scan**: این سیستم براساس میرایی جریان در طول لوله عمل کرده و تا حد زیادی اتوماتیک است. در این روش با عبور جریان الکتریسیته از لوله واقع در زیر پوشش انتظار می‌رود که در طول خط لوله بر اثر مقاومت جداره لوله از شدت جریان کاسته شود. در صورتی که پوشش جداره لوله دارای تغییر ضخامت و یا ترک خوردگی باشد سرعت این افت افزایش خواهد یافت. به طور معمول کاهش شدت جریان در طول خط لوله از یک روند لگاریتمیک پیروی می‌کند که در صورت بیش‌تر بودن این شیب می‌تواند وجود مشکلاتی در پوشش لوله را محتمل دانست. جزییات بیش‌تر پیرامون نحوه کاربری و استفاده از این سیستم در پیوست B استاندارد آمده است.
- **بازدید میدانی**[5]: در مورد نقاطی از خط لوله که بیرون از زمین قرار می‌گیرند این بازدید به‌عنوان یکی از بازرسی‌های اصلی به همراه بازرسی سیستم حفاظت کاتدیک مطرح است.
- **ثبت اختلاف پتانسیل در طول خط لوله**: این آزمایش به طور معمول و براساس استاندارد در مورد خطوط لوله در فواصل یک کیلومتری انجام می‌گیرد. در مواردی که در محدوده خاصی از خط لوله احتمال بروز مشکل وجود دارد این آزمایش ممکن است در فواصل ۱/۵ متری نیز انجام شود.

1- INSPECTION AND SURVEY FOR EFFICIENCIES OF COATINGS
2- Coating Resistance Measurement
3- Attenuation Test Method
4- Pearson Method
5- Visual Inspection (visual check)

بند دهم از این استاندارد ضوابط و استانداردهای مورد نیاز برای ثبت و تحلیل داده‌های برداشت شده، را شامل می‌شود.

پ.۳-۵- پایش خطوط لوله در برابر خوردگی

امروزه تعداد زیادی از روش‌های مختلف پایش خوردگی وجود دارند که بسته به نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر یک از این انواع، اطلاعات خاصی از قبیل میزان کل خوردگی، نرخ خوردگی، وضعیت خوردگی، تعیین و تحلیل مواد تولید شده در فرآیند خوردگی و یافتن اثرات تخریب و افت ناشی از خوردگی در پارامترهای فیزیکی لوله را به دست خواهند داد. جدول (پ.۳-۵) خلاصه‌ای از روش‌های مختلف و ملاحظات مربوط به آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول پ.۳-۵- روش‌ها و تکنیک‌های پایش خوردگی (استاندارد IPS-I-TP-802)

کاربرد	سنجه‌ها و معیارها	روش
معمول	سرعت خوردگی به کمک دو یا سه الکترود و از روش مقاومت قطبش الکتروشیمیایی اندازه‌گیری می‌شود	قطبش خطی (مقاومت در برابر قطبش)
معمول	با توجه به تغییرات مقاومت الکتریکی مقدار فلز خورده شده محاسبه می‌شود و به کمک این روش نرخ خوردگی قابل تعیین است.	مقاومت الکتریکی
محدود	تغییرات پتانسیل یک فلز یا آلیاژ نسبت به یک الکترود مرجع (ترجیحا برای خطوط لوله در سایت مناسب است نه خطوط انتقال)	پایش پتانسیل
معمول	میزان خوردگی در یک دوره معلوم از طریق ارزیابی تغییرات وزن قطعه آزمایشی نسب شده در محل مورد نظر	Corrosion coupon
محدود	بررسی تجمع یون‌های فلز خورده شده یا تجمع جلوگیری کننده از خوردگی	تحلیلی
معمول	اندازه‌گیری PH جریان	تحلیلی
محدود	تجمع اکسیژن در جریان	تحلیلی
معمول	یافتن ترک‌ها و درزها به کمک نفوذ اشعه‌ها و جستجو آن‌ها بر روی سطح	رادیوگرافی
معمول	تعیین ضخامت فلز و وجود ترک و حفره از طریق ارسال امواج آلتراسونیک و دریافت پاسخ	آلتراسونیک
معمول	استفاده از میله مخصوص مغناطیسی برای بررسی سطح	آزمایش میزان اغتشاش جریان
به ندرت	اندازه‌گیری دمای نقاطی از سطح داخلی یا تمام سطح و تهیه الگوی دمایی سطح به‌عنوان شاخصی از وضعیت سطح داخلی لوله	تصویربرداری مادون‌قرمز (عکسبرداری حرارتی)
به ندرت	الف- نشتی، تخریب خط به دلیل کاویتاسیون و یا لرزش ناشی از ترکیدن حباب‌ها داخلی سیال، ب- ترک‌ها از طریق اثر آن‌ها بر بازتاب صدا شناخته خواهند شد	بازتاب صوتی
به ندرت	جریان گالوانیک مناسب بین دو الکترود فلزی غیرمشابه	آمپرسنج با مقاومت صفر
در صنعت پتروشیمی روشی معمول است	میله‌های سنجش هیدروژن، گاز هیدروژن تولیدی ناشی از فرآیند خوردگی را جستجو می‌کنند	هیدروژن سنجی
	زمانی که حد مجاز خوردگی به اتمام رسیده باشد را نشان می‌دهد.	سوراخ سنجش (sentinel hole)

پ.۳-۵-۱- مدیریت پایش خوردگی

به منظور پایش خوردگی خطوط لوله موجود و یا در حال ساخت نیازمند برنامه‌ای کامل و جامع از امکانات سخت‌افزاری تا نرم‌افزاری مورد نیاز است. همچنین مدیریت این سیستم به صورت یکپارچه می‌تواند ضامن کاهش حوادث ناشی از خوردگی در شبکه خطوط لوله باشد. اجزای این مدیریت یکپارچه پایش خوردگی خطوط لوله عبارتند از:

- استراتژی مناسب
- تجهیزات مناسب
- ایمنی مورد انتظار
- روش پایش منتخب

استراتژی یک برنامه جامع و کامل پایش خوردگی بایستی خصوصیات زیر را داشته باشد:

- شناسایی محل و نوع تجهیزات نصب شده: برای خطوط لوله موجود شناسایی محل و نوع تجهیزات پایش خوردگی در تعیین کاستی‌های و نقاط قوت سیستم و انجام برنامه‌ریزی‌ها موثر خواهد بود.
- تعیین دوره‌های پایش: باتوجه به بندهای ذکر شده در استاندارد IPS-E-TP-820 دوره پایش باتوجه به ساختگاه تاسیسات مورد نظر و طبقه‌بندی آن تعیین شده و از این طریق می‌توان جدول زمان‌بندی بازرسی و انجام پایش دوره‌ای را تدوین نمود.
- ارزیابی روند پایش: این ارزیابی‌ها عمدتا در پیش‌بینی وقوع خوردگی یا زمان بهینه برای تعویض بخش آسیب‌دیده خط لوله یا هرگونه اقدام در این راستا، موثر خواهد بود. تخصیص وظایف برای:
  - اطمینان از انجام عملیات پایش مطابق برنامه از پیش تعیین شده
  - تضمین نحوه ذخیره‌سازی و دسترسی به اطلاعات ثبت شده
  - ارائه گزارش پر جزییات در دوره‌های تعیین شده

باقی پارامترهای مدیریت یکپارچه خطوط لوله در استاندارد IPS-I-TP-802 مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

- در بخش دوم ملاحظات خاصی در مورد برخورد خطوط لوله با مراکز آبی و یا تداخل حریم‌های این دو بخش در نظر گرفته نشده است.

پ.۳-۵-۲- انتخاب روش پایش

باتوجه به این‌که هر روشی، اطلاعات محدود و خاصی در اختیار قرار می‌دهد، بایستی با توجه به هدف و محل نصب یا استفاده از سیستم، روش مناسب انتخاب گردد. گاه نیز برای کسب اطلاعات مورد نیاز اجبار بر استفاده از چند نوع سیستم پایش خواهد بود. بسته به این‌که هدف شناسایی وضعیت سیستم در یک موقعیت جدید و یا تغییرات مشخصات سیستم در موقعیت شناخته شده باشد، روش‌های مختلف و اطلاعات متفاوتی برای تعیین روش مورد نیاز هستند. اما در مجموع اطلاعات مورد نیاز در شرایط مختلف برای انتخاب سیستم پایش را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود.

- زمان اندازه‌گیری: برخی از اطلاعات در بازه کوچکی از زمان و برخی در بازه طولانی‌تر بایستی اندازه‌گیری شوند.
- اطلاعاتی که به دست خواهند آمد: از قبیل کل خوردگی یا نرخ خوردگی، ضخامت باقی‌مانده و یا توزیع خوردگی در سطح داخلی
- سرعت پاسخ به تغییرات

- ارتباط با رفتار محیط اطراف لوله: که بهترین شکل برای نمایش میزان خورندگی محیط است
- قابلیت انجام در محیط موردنظر
- نوع خوردگی محتمل با توجه به سیال داخل لوله
- میزان دشواری تفسیر و توضیح نتایج
- سطح تکنولوژی پایش
- چکیده‌ای از مشخصات روش‌های پایش خوردگی خطوط لوله در جدول (پ.۳-۶) ارائه شده است؛

جدول پ.۳-۶- مشخصات روش‌های پایش خوردگی خطوط لوله (استاندارد IPS-I-TP-802)

نوع خوردگی	محیط قابل انجام	زمان پاسخ به تغییر	نوع اطلاعات خروجی	زمان اندازه‌گیری	روش
عمومی	تمام محیط‌ها	متوسط	خوردگی کلی	لحظه‌ای	مقاومت الکتریکی
عمومی	الکترولیت	سریع	نرخ خوردگی	لحظه‌ای	مقاومت قطبی
عمومی یا موضعی	الکترولیت	سریع	وضعیت خوردگی و تشخیص غیرمستقیم نرخ خوردگی	لحظه‌ای	اندازه‌گیری پتانسیل
عمومی یا موضعی	الکترولیت	سریع	وضعیت خوردگی	لحظه‌ای	اندازه‌گیری گالوانیک (آمپرسنج بدون مقاومت)
عمومی	تمام محیط‌ها	معمولا سریع	وضعیت خوردگی و کل خوردگی در سیستم تحت اندازه‌گیری	خیلی سریع	روش‌های تحلیلی
ترک، کاویتاسیون، نشت‌یابی و سوراخ شدگی	هر نوع کاویتاسیون	سریع	گسترش ترک و تشخیص نشتی	لحظه‌ای	روش‌های صوتی
موضعی	هر نوع خوردگی	آهسته	توزیع آسیب‌دیدگی	نسبتا سریع	اندازه‌گیری حرارتی
موضعی	تمام محیط‌ها	آهسته	توزیع آسیب‌دیدگی	در صورت محیا بودن دسترسی سریع، در غیر این صورت آهسته	تجهیزات نوری
عمومی یا موضعی	تمام محیط‌ها	آهسته	توزیع آسیب‌دیدگی و نرخ خوردگی	آهسته ،نیازمند شروع کار هنگام خاموش شدن خط است	مشاهده‌ای و به کمک درجه (gages)
عمومی یا موضعی	تمام محیط‌ها	آهسته	متوسط نرخ خوردگی و نحوه خورده شدن	مدت زمان طولانی باید در معرض محیط باشد	Corrosion coupon
عمومی یا موضعی	تمام محیط‌ها	نسبتا آهسته	ضخامت باقی‌مانده یا وجود ترک‌ها و حفره‌ها	خیلی سریع	روش‌های آلتراسونیک
عمومی	گازهای داغ یا الکترولیت‌ها غیر اکسنده	نسبتا آهسته	کل خوردگی	سریع یا لحظه‌ای	نفوذ هیدروژن
عمومی	تمام محیط‌ها، ترجیحا در لوله‌های حامل گاز یا بخار	آهسته	ضخامت باقی‌مانده	آهسته	سوراخ‌های محافظ Sentinel holes
احتمال وجود حفره و ترک‌خوردگی‌ها	تمام محیط‌ها	آهسته	توزیع خوردگی	نسبتاً آهسته	رادیوگرافی

پ.۳-۶- پایش منابع آب در معرض خطر نشت آلودگی

در پایش منابع آب با ریسک بالا، پایش به منظور اطلاع از نشت‌های احتمالی و پنهان در خطوط لوله واقع در حریم صورت خواهد گرفت. این پایش بایستی به صورت دوره‌ای و منظم صورت گرفته و روند تغییرات پارامترهای کیفی آن ثبت و بایگانی گردد. در مرحله پس از نشت و وقوع آلودگی نیز، پایش منبع آبی در فاز اول برای تعیین شدت آلودگی، در فاز دوم برای تعیین اثربخشی اقدامات پاک‌سازی و در فاز سوم برای هدایت فعالیت‌های تسکینی صورت می‌گیرد.

پ.۳-۶-۱- ترکیبات نفتی مورد سنجش در آب

ترکیبات نفتی مورد اندازه‌گیری تحت عنوان کلی هیدروکربن‌های نفتی[1] و هیدروکربن‌های پلی آروماتیک[2]، شناسایی و اندازه‌گیری می‌شوند. مهم‌ترین مواردی که بر اساس آخرین استانداردهای جهانی[3]، اندازه‌گیری آن‌ها در تایید سلامتی و پاکی آب ضروری است، به شرح جدول (پ.۳-۷) ارائه گردیده‌اند. این ترکیبات عموما شامل مواد سمی و خطرناکی از قبیل بنزن، تولوئن، نفتالن، آنتراسن و مشتقات آن‌ها می‌باشند.

جدول پ.۳-۷- مهم‌ترین ترکیبات پلی آروماتیک هیدروکربن‌های نفتی مورد اندازه‌گیری

ردیف	نام فارسی	نام لاتین	ردیف	نام فارسی	نام لاتین
۱	نفتالن	Naphthalene	۹	فلورانتن	Fluorantene
۲	متیل-نفتالن	m-Naphthalene	۱۰	پیرن	Pyrene
۳	اتیل نفتالن	e- Naphthalene	۱۱	آنتراسن	B(a)Anthracene
۴	اسنفتیلن	Acenaphthylene	۱۲	کریزن	Chrysene
۵	اسنفتن	Acenaphthene	۱۳	B(k) فلورانتن	B(k)Fluoranthene
۶	فلورن	Florene	۱۴	B(b) فلورانتن	B(b)Fluoranthene
۷	فنانترن	Phenantherene	۱۵	B(a) پیرن	B(a) Pyrene
۸	آنتراسن	Anthracene			

پ.۳-۶-۲- نمونه‌برداری دوره‌ای از منابع در معرض خطر نشت

نکته مهم در تمامی مراحل پایش نشت آلودگی، نمونه‌برداری و انجام آزمایشات هدف‌دار و متناسب با شرایط است. نمونه‌برداری از منابع آب بایستی بر مبنای استانداردهای متعددی از قبیل ASTM[4] یا دستورالعمل‌های پایش کیفی رودخانه‌ها و یا دریاچه‌ها صورت بگیرند. برخی از مهم‌ترین مواد معرف حضور نفت در آب به همراه مقادیر حداقل آن‌ها براساس استانداردهای آب‌های شرب، صنعت و کشاورزی نیز در این دستورالعمل مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

1- TPHs
2- Aromatic Hydrocarbons(PAHs)
3- Standard Methods, 21th Edition
4- American Society for Testing and Materials

پ.۳-۶-۳- استانداردهای پایش کیفی منابع آب جاری و مخازن(به منظور کنترل آلودگی نفتی)

پایش کیفی مخازن سدها و دریاچه‌ها می‌تواند براساس ضابطه شماره ۵۵۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت عنوان «دستورالعمل اجرایی پایش کیفیت آب مخازن پشت سدها» انجام بگیرد. در این نشریه روش‌های نمونه‌برداری برای پایش شیمیایی آب به همراه دوره نمونه‌برداری و آزمایشات لازم آمده است. هم‌چنین ملاحظات و دستورالعمل‌های مشابه، مربوط به رودخانه‌ها و آب‌های جاری نیز در ضابطه شماره‌ی ۵۲۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تحت عنوان«دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های سطحی (جاری)» قابل استفاده است. در این دستورالعمل‌ها به کلیه موارد لازم از قبیل موارد زیر اشاره شده است:

- نحوه نمونه‌برداری
- دوره بازگشت نمونه‌برداری با توجه به حساسیت منبع
- نحوه بایگانی و نگه‌داری داده‌ها برای ثبت روند
- مقادیر شاخص بسته به مصارف وابسته به منبع

پ.۳-۶-۴- روش‌های نمونه‌گیری آب

معمول‌ترین روش‌های نمونه‌گیری آب برای تجزیه شیمیایی، فیزیکی میکروبیولوژیکی و رادیولوژیکی به ترتیب زیر می‌باشد:

- روش «الف» - نمونه‌گیری لحظه‌ای (ناپیوسته)
- روش «ب» - نمونه‌گیری مرکب
- روش «ج» - نمونه‌گیری مداوم (پیوسته)

موارد اشاره شده خلاصه‌ای از استاندارد نمونه‌گیری از منابع آب به منظور انجام پایش کیفی و تعیین ترکیبات شیمیایی در آن است. در این استاندارد اصول مشخص برای یکنواخت کردن روش‌های نمونه‌گیری تعیین شده است. این دستور کار در مقیاس عمومی قابل اجرا بوده و احتمالا در موارد خاص نیز کاربرد خواهد داشت.واژه نمونه‌گیری که در این استاندارد به کار رفته مطابق تعریف زیر خواهد بود:

«نمونه‌گیری عبارت است از به دست آوردن قسمتی از ماده که نمایان‌گر کل ماده مورد نظر باشد.»

این استاندارد شامل سه دستور کار برای جمع‌آوری نمونه است:

- روش «الف» برای جمع‌آوری نمونه لحظه‌ای، از یک محل به خصوص می‌باشد که فقط معرف خصوصیات آب در زمان نمونه‌گیری است. این روش برای آزمون‌های باکتریولوژی و برخی آزمون‌های رادیولوژی مناسب می‌باشد.
- روش «ب» برای جمع‌آوری نمونه مرکب از یک محل به خصوص می‌باشد که قسمت‌های نمونه در فواصل زمانی مختلف گردآوری می‌شود. نمونه مرکب می‌تواند از جمع‌آوری مقادیر آب از مکان‌های مختلف یک منبع و یا مجموعه‌ای از آب گردآوری شده از محل‌های مختلف در زمان‌های مختلف تشکیل گردد.

- در روش «ج» نمونه‌گیری مداوم (پیوسته) از یک و یا چند ایستگاه نمونه‌گیری انجام می‌گردد که برای دستگاه‌های تجزیه مداوم آب مناسب می‌باشد.

پ.۳-۶-۵- نکات مهم

هدف از نمونه‌گیری به دست آوردن قسمت کوچکی از آب است که نمایان‌گر خصوصیات واقعی منبع اصلی باشد و مهم‌ترین عوامل اساسی که برای رسیدن به این مقصود لازم است عبارتند از نقاط نمونه‌گیری، زمان نمونه‌گیری، تناوب نمونه‌گیری، و حفظ ترکیب نمونه تا زمان اجرای آزمایش. در هر روش نمونه‌گیری قواعد عمومی زیر باید به کار رود.

- نمونه‌ها باید نشان دهنده وضعیت موجود در نقطه‌ای باشند که از آن محل عمل برداشت انجام گرفته است.
- نمونه‌ها باید دارای حجم مناسب باشند به نحوی که امکان تجدیدپذیری آزمون به تعداد مورد نظر در روش آزمون مربوط فراهم گردد.
- نمونه‌ها باید طبق روش جمع‌آوری، بسته‌بندی و حمل و نقل گردد که مراقبت‌های لازم برای تامین عدم تغییر در ترکیبات و خصوصیات ویژه نمونه تا مرحله تجزیه در آزمایشگاه در مورد آن اعمال شده باشد.

- روش «الف» - نمونه‌گیری لحظه‌ای

- **دامنه کاربرد**
  - نمونه‌گیری از آب منابعی مانند «چاه‌ها، رودخانه‌ها چشمه‌ها و نهرهای کوچک، دریاچه‌ها، اقیانوس‌ها، مخازن، خطوط شبکه آب‌رسانی و مجاری آب، ظروف و مخازن تهیه و تولید، مولدهای بخار، برج‌ها و صافی‌های تحت فشار زیاد و یا زیر فشار جو» برای آزمون‌های شیمیایی، فیزیکی، باکتریولوژیکی و یا رادیولوژیکی.
  - یک نمونه لحظه‌ای تنها نمایان‌گر شرایط و وضعیت موجود در محل و زمان نمونه‌برداری است.

- **تناوب و مدت نمونه‌گیری**

به منظور برآورد صحیح و منطقی از ترکیب آب خام جاری در یک شبکه لوله‌کشی شده از یک منبع بزرگ آب (مانند دریاچه) در نقطه‌ای که به قدرکافی از ساحل دریاچه دور می‌باشد. برای پیشگیری از تغییرات درون لوله‌ای و یا تغییراتی که به دلیل نفوذ فاضلاب به داخل شبکه‌های فرعی آب ممکن است ایجاد شود و بالاخره به منظور کسب اطلاع از تغییرات فصلی در کیفیت آب، نمونه‌گیری انفرادی با زمان تناوب طولانی مانند هر دو هفته و یا ماهیانه کافی می‌باشد.

در صورتی که نمونه‌ها از نزدیک خط ساحلی چنین منبع آبی و یا رودخانه برداشته شود، باید دارای زمان تناوب کوتاه‌تر مثلا هر روزه باشد تا بتوان اطلاع دقیق‌تری از تغییرات حاصل در ترکیب آب را که در مصرف آن بسیار مهم است به دست آورد.

- **تنظیم درجه حرارت**

  - هنگامی‌که نمونه‌ها در درجه حرارت بالاتر از دمای محیط برداشته می‌شوند بایستی به کمک مارپیچ سرد کننده درجه حرارت آن را به درجه حرارت محیط رسانید.
  - در بعضی از روش‌های آزمون نیاز به تنظیم درجه حرارت دیگری غیر از درجه حرارت محیطی است، چنین تنظیمی را باید در صورت مشخص بودن آن انجام داد.

- **ذرات معلق:**

  - نمونه‌ها معمولا بدون جدا کردن ذرات معلق برداشته می‌شود و در صورتی که آب موجود در منبع اصلی دارای موادی به صورت کلوئید و یا مواد معلق به هم پیوسته باشد نمونه را باید طوری برداشت که به طور نسبی نمایان‌گر این مواد نیز باشد.

- **حجم نمونه**

حجمی حداقل برابر دو لیتر نمونه کافی به نظر می‌رسد، ولی برداشتن چهار لیتر نمونه از ارجحیت دارد.

- **محل نمونه‌گیری**

الف- منابع روباز

  - نمونه نباید از کف‌های سطحی آب برداشته شود.
  - به دلیل وجود تغییرات وسیع در وضعیت نهرها، دریاچه ها، مخازن و سایر توده‌های آب، تشریح محل دقیق برای نمونه‌گیری امکان نداشته و هنگامی‌که آب رودخانه به‌گونه‌ای مخلوط شود که به‌صورت تقریبا یکنواخت درآید، نمونه‌ای که از هر نقطه از مقطع عرضی آب برداشته شود مناسب خواهد بود. ولی در مورد نهرها و رودخانه‌های بزرگ که احتمال مخلوط شدن آب وجود ندارد به تعداد نمونه بیش‌تری احتیاج است و معمولا این نمونه‌ها در عرض و عمق مختلف یک سطح مقطع رودخانه در هر محلی برداشته می‌شوند.
  - با در نظر گرفتن اطلاعات مورد نیاز و تطبیق شرایط محلی، محل نمونه‌گیری را پایین‌تر از انشعاب رودخانه و یا محل تخلیه آلودگی با فاصله‌ای انتخاب کنید که اختلاط کامل صورت گرفته باشد. چنان چه این عمل مقدور نباشد، بهتر است نمونه‌گیری از بالای انشعاب رود و یا سرچشمه آلودگی و هم‌چنین از محل انشعاب رود و یا سرچشمه آلودگی صورت پذیرد. به طور کلی فاصله‌ای در حدود ۱/۵ تا ۴/۵ کیلومتر پایین‌تر از محل انشعاب و یا آلودگی کافی است (در صورتی که تاسیسات مهمی در این فاصله قرار نداشته باشد).
  - نمونه‌ها را باید در فاصله حداقل دو کیلومتر دورتر از زیردست سد و یا آبشار جمع‌آوری کرد تا هوای وارد شده در آب زمان کافی برای خروج را داشته باشد. در هنگام نمونه‌گیری از مخازن، دریاچه و یا سایر منابع مشابه،

لازم است از نمونه‌گیری از ناحیه‌هایی که معرف منبع اصلی نمی‌باشد مانند مناطق ورودی جریان‌های کوچک آب، مناطق راکد آب و یا مناطق ساحلی که دارای تغییرات شدید است خودداری کرد مگر در صورتی که تعیین اثر وضعیت و شرایط محلی چنین نقاط، جزئی از برنامه نمونه‌گیری باشد.

- مطلوب‌تر است از هر منبع آب تعدادی نمونه برداشته شود تا تغییرات احتمالی در ترکیبات آب قبل از نقطه نهایی نمونه‌گیری تعیین گردد.

ب- جریان‌های سرپوشیده

- انتخاب نقاط نمونه‌گیری در شبکه‌های لوله‌کشی، مجاری، مخازن، صافی‌های تحت فشار و دستگاه‌های سبک‌کننده شیمیایی آب، دستگاه‌های تهیه آب عاری از مواد معدنی، کندانسورهای سطحی، تبخیرکننده‌ها و یا لوله‌های کندانسور بستگی به رعایت چگونگی لوله‌کشی، موقعیت قرار گرفتن هر یک از واحدها و شکل آن، خصوصیت و تغییراتی که مابین ورود و خروج آب رخ می‌دهد و سرعت عبور جریان آب از واحد داشته و باید دقت کرد نمونه معرف هنگامی به دست می‌آید که عمل مخلوط کردن در محل به خوبی انجام پذیرفته باشد.
- در یک شبکه لوله‌کشی از شیر و یا یکی از اتصالات که سریعا آب را در دسترس قرار خواهد داد، می‌توان به عنوان یک محل نمونه‌برداری مناسب استفاده نمود. در صورتی که شدت جریان آب کافی نباشد باید لوله نمونه‌گیری را مسافتی در داخل لوله آب فرو برد تا شدت جریان افزوده شود (در حدود ۲۵ درصد قطر لوله حداکثر تا ۱۰۰ میلی‌متر)

- **ظروف حامل نمونه**

- بطری نمونه‌گیری را ابتدا با مواد تمیزکننده شسته و سپس با محلول داغ سولفوکرومیک تمیز نمایید و آثار محلول تمیزکننده در ظرف را توسط آب مقطر دو بار تقطیر شده آب‌کشی و سپس برای برطرف کردن اثر فلزات سنگین احتمالی موجود در باقی‌مانده کرومات با محلول رقیق اسید نیتریک شستشو دهید. در خاتمه بطری‌ها را با آب مقطر دو بار تقطیر شده آب‌کشی کرده و بگذارید خشک شود.
- در صورتی که آب در نمونه برداشته شده حاوی باقی‌مانده کلر باشد، مقداری تیوسولفات سدیم تا ایجاد غلظت تقریبی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به هر نمونه اضافه کنید. ولی در حالتی که تیوسولفات با مواد مصرفی بعدی احتمالا ایجاد اختلال و مزاحمت کند می‌توان این مرحله را حذف کرد.
- در بطری را بسته و سر و گردن بطری را با ورق فلزی (آلومینیومی) برای جلوگیری از آلوده شدن بپوشانید و در هوای داغ خشک با دمای حداقل ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و یا اتوکلاو با دمای حداقل ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه استرلیزه کنید.

- در طی این مدت باید در پوش بطری را برای جلوگیری از ترکیدن احتمالی آن کمی شل کرد و سپس یک نوار از ورق آلومینیم بین در شیشه‌ای و جداره دهانه بطری قرار دهید.

- **برچسب‌گذاری و انتقال نمونه**

الف- اطلاعات مشروحه زیر را بر روی قسمتی از شیشه که قبلا جهت نوشتن سمباده زده و مات شده است و یا بر روی یک برچسب چسب‌دار و یا برچسب پارچه‌ای و یا کاغذی متصل به ظروف بنویسید:

- شماره نمونه
- تاریخ و زمان نمونه‌گیری
- منبع نمونه
- نقطه نمونه‌گیری (با جزییات کامل، به طوری‌که فرد دیگری به کمک آن از همان نقطه که نمونه برداشته شده است بتواند نمونه دومی را بردارد).
- درجه حرارت و سرعت جریان سیال در وسیله نمونه‌گیری
- درجه حرارت نمونه
- نوع و مقدار مواد محافظ افزوده شده
- نتایج آزمون‌های انجام شده در محل نمونه‌گیری (آزمون‌های صحرایی)
- امضای نمونه‌گیر

ب- در ظروف نمونه را در محل خود محکم کرده و برای جلوگیری از تراوش نمونه در حین حمل‌ونقل آن را با سیم، نوار و یا ریسمان ببندید.

- ظروف نمونه باید به اندازه‌ای باشد که پس از پر کردن آن با حجم مورد نظر از نمونه حجمی معادل یک درصد از ظرفیت آن جهت انبساط مایع خالی باشد

ج- حمل و نقل ظروف نمونه باید در جعبه (ترجیحا چوبی) انجام شود که این جعبه دارای محفظه‌های جداگانه برای هر یک از ظروف نمونه بوده و بقیه فضای آن در اطراف ظرف نمونه با کاغذ مچاله شده، نمد و یا مواد مشابه دیگری پر شده و یا ظرف نمونه در محل خود به وسیله گیره‌های فنری، خاک‌اره و یا فوم پلاستیکی و یا موادی مشابه آن مستقر شود.

هـ- نشانی فرستنده و گیرنده را به طور واضح در دو ظرف جعبه نوشته و یا توسط کارت و یا برچسب به آن متصل کنید و در صورت لزوم برچسب‌های تشریحی و اخطاری مانند:

«شکستنی»، «مایع»، «شیشه»، «با دقت حمل شود»، «این قسمت رو به بالا»، و در هوای سرد عبارت «از یخ زدن جلوگیری شود»، را نیز به استثنای نمونه‌هایی که عمدا به صورت منجمد در می‌آید بر روی آن بچسبانید.

پ.۳-۶-۶- تجزیه، تحلیل و تفسیر نتایج و مقایسه با مقادیر استاندارد

منابع و مراجع مختلف داخلی و بین‌المللی ترکیبات متفاوتی از PAHها[1] را به عنوان شاخص آلودگی در نظر می‌گیرند. با توجه به منابع و مراجع معتبر مذکور بیش از یکصد ترکیب PAH تاکنون شناسایی و معرفی گردیده‌اند که از میان آن‌ها بخشی از ترکیبات به عنوان مهم‌ترین شاخص‌های آلودگی نفتی در منابع و مراجع استاندارد نام‌برده شده است.

استاندارد حفاظت محیط زیست آمریکا، استاندارد اتحادیه اروپا، سازمان بهداشت جهانی و استاندارد شماره ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، می‌توانند به عنوان استانداردهای معتبر جهت مقایسه نتایج آزمایشات نمونه‌های برداشتی از منبع آب مورد نظر، مورد استفاده واقع شوند. توضیح این‌که اغلب استانداردهای مذکور و از جمله استاندارد ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران حداکثر مقدار PAHs را برابر ۰/۰۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر اعلام نموده‌اند.

1 -Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) (هیدروکربن‌های پلی‌آروماتیک)

پیوست ۴

معرفی روش‌ها و ابزارهای پاکسازی مواد نفتی از حریم‌های منابع آب

پ.۴-۱- تشریح روش‌های جمع‌آوری و پاکسازی مواد نفتی

پ.۴-۱-۱- روش‌های فیزیکی

پ.۴-۱-۱-۱- بازیابی طبیعی توسط محیط طبیعی[1]

- هدف

برای جلوگیری از تخریب بیش‌تر محیط زیست با توجه به ویژگی‌های آن منطقه، یا فقدان روش اثبات شده مناسب برای پاک‌سازی منطقه آلوده، هیچگونه فعالیتی برای جابه‌جایی نفت از محل آلوده شده انجام نمی‌شود.

- تشریح روش

هیچ اقدامی برای جابه‌جایی نفت انجام نمی‌شود. فقط منطقه آلوده شده مورد ارزیابی‌های دوره‌ای قرار می‌گیرد تا میزان تاثیرات نفت در آن بررسی شود.

- نوع منبع آبی

این روش در تمام منابع آبی قابل استفاده است.

- موارد استفاده

- در مناطق دورافتاده یا مناطق با دسترسی محدود،
- هنگامی که نرخ پاکسازی و بازیافت طبیعی سریع‌تر از سایر روش‌ها باشد (به عنوان مثال در نشت بنزین که سرعت تبخیر بالایی دارد)
- هنگامی که حجم نشت کم باشد.
- در مواردی که اثرهای منفی روش‌های پاکسازی از باقی ماندن مواد نفتی بیش‌تر باشد.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

این روش در مواردی که تردد موجودات زنده در اطراف محیط آب زیاد بوده و یا احتمال استفاده گونه‌های در معرض خطر از آب وجود دارد می‌تواند بسیار مضر باشد.

- اثرات زیست‌محیطی

به اندازه اثرات زیست‌محیطی نفت است.

1- Natural Recovery

پ.۴-۱-۱-۲- به‌کارگیری بوم‌های تجاری و صحرایی[1]

- هدف

کنترل حرکت نفت آلوده بر سطح آب با محدود کردن، تغییر مسیر دادن، انحراف مسیر یا سد کردن مسیر حرکت لکه‌های نفتی است.

- تشریح روش

در این روش با قرار دادن ابزارهای شناور مخصوصی به نام بوم (Boom)، به‌گونه‌ای که مانعی در مسیر حرکت نفت شناور در سطح آب باشد، اقدام به محدودسازی گسترش نفت و جمع‌آوری آن در یک منطقه خاص می‌نمایند. برای محدود کردن مسیر حرکت لکه نفتی این ابزارها به گونه‌ای قرار می‌گیرند که مانع حرکت نفت بر روی آب شده و نفت تا زمان جمع‌آوری در آن منطقه محدود می‌شود. برای جلوگیری از آلوده کردن مناطق حساس، این ابزارها به گونه‌ای قرار می‌گیرند که سبب تغییر مسیر لکه نفتی گردند. هم‌چنین این ابزار برای انتقال نفت به مناطقی که جریان آب آرام‌تر بوده و یا امکان دسترسی راحت‌تری به آن منطقه وجود دارد، استفاده می‌شوند.

- نوع منبع آبی

این روش در تمام منابع آبی قابلیت به‌کارگیری دارد. هنگامی که سرعت جریان آب از ۰/۴ متر بر ثانیه بیش‌تر شود این روش کارایی نخواهد داشت. در این صورت از تکنیک‌های بوم‌گذاری در آب‌های سریع باید استفاده شود.

- موارد استفاده

تقریباً تمامی روش‌های جمع‌آوری نفت به کمک بوم‌ها برای بازیافت مواد نفتی از آب نیازمندند. بوم‌های به مراقبت و نگه‌داری ویژه در حین استفاده نیازمندند. به عنوان مثال نخاله‌های جمع شده در پشت آن‌ها در حین عملیات باید خارج شوند. معمولا برای جمع‌آوری بنزین مورد استفاده قرار نمی‌گیرند چرا که جمع شدن بنزین در مقادیر زیاد می‌تواند خطرناک باشد. اما در صورتی که سلامت عمومی در خطر باشد این روش به همراه استفاده از فوم آتش‌نشانی برای جمع‌آوری بنزین نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

نصب و نگه‌داری نقاط نصب مهارهای بوم‌ها با اثرات منفی زیادی همراه نیست. هم‌چنین بوم‌ها باید به نحوی به کار گرفته شوند که جمع‌آوری نامناسب مواد نفتی باعث تشدید بحران نشود. هم‌چنین تردد به محل نصب بوم‌ها بایستی حداقل تداخل را با حیات‌وحش منطقه داشته باشد.

1- Booming

- اثرات زیست‌محیطی

اگر روند فعالیت و تردد افراد بر سطح آب کنترل شود، اثرات این روش بسیار کم است.

پ.۴-۱-۱-۳- استفاده از پمپ‌های کف‌گیر، سرباره‌گیر[1]

- هدف

جمع‌کردن نفت شناور بر روی سطح آب (با توجه به اختلاف جرم حجمی آن با آب)

- تشریح روش

برای این منظور ابزارهای مکانیکی مخصوصی در سطح آب قرار می‌گیرند. ۵ نوع متفاوت از ابزارهای کف‌گیری وجود دارند که عبارتند از: آبگردان، مکنده، سانتریفیوژ، غرقاب و نواری. این ابزارها می‌توانند به صورت مجزا در ساحل،یا بر روی کشتی در آب و یا به تنهایی در روی آب به فعالیت بپردازند. برای جمع کردن نفت توسط این ابزارها، ابتدا نفت با استفاده از بوم‌ها در یک منطقه جمع و محدود شده و سپس با کمک این ابزار به درون تانک‌های مخصوص هدایت می‌شود. در این روش همراه نفت جمع‌آوری شده، مقدار زیادی آب آلوده به نفت نیز جمع‌آوری خواهد شد. بنابراین برای نگه‌داری و تصفیه نفت جمع‌آوری شده باید محل مناسبی در نظر گرفته شده باشد.

- نوع منبع آبی

این روش در تمام منابع آبی قابل استفاده است. موج، جریان تند آب، گیاهان شناور و کنده‌های درختان سبب عبور نفت از بوم‌ها شده و کارایی این روش را کاهش می‌دهند.

- موارد استفاده

هنگامی که مقادیر قابل توجهی از مواد نفتی قابل جمع کردن در یک نقطه باشد.

جمع‌آوری بنزین به کمک این روش، معمولا به دلیل مخاطرات آن انجام نمی‌شود. اما در صورتی که سلامت عمومی در خطر باشد این روش به همراه استفاده از فوم آتش‌نشانی برای جمع‌آوری بنزین نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

رفت و آمد به محل عملیات بایستی تداخلی با حیات‌وحش منطقه نداشته باشد.

- اثرات زیست‌محیطی

اگر روند فعالیت و تردد افراد بر سطح آب کنترل شود، اثرات این روش بسیار کم است.

1- Skimming

شکل پ.۴-۱- استفاده از تجهیزات جمع‌آوری نفت نشت شده شامل بوم‌ها و اسکیمرها

پ.۴-۱-۱-۴- استفاده از جداکننده‌ها و غشاها[1]

- هدف

جلوگیری از ورود نفت به یک منطقه حساس و یا هدایت جریان نفت به یک محدوده مشخص

- تشریح روش

موانع فیزیکی معمولا مانع عبور نفت از یک محل مشخص می‌شوند. این عامل جداکننده می‌توانند خاک،فنس‌های سوراخ‌دار،و یا یک کانال باشند. هنگامی که تامین آب پایین‌دست ضروری بود و یا جریان آب زیاد باشد از سدهای زیرگذرنده (در جریان آرام) یا سدهای روگذر شونده استفاده می‌شود.

- نوع منبع آبی

در نهرها و دره‌های خشک، نقاط کم عرض در محدوده‌های بسته از این روش استفاده می‌شود. هم‌چنین برای جلوگیری از گسترش آلودگی در دهانه‌ها نهرهایی که به دریاچه‌ها یا تالاب‌هایی ریخته می‌شوند نیز این روش به کار گرفته می‌شود.

- موارد استفاده

هنگامی که جریان مواد نشت یافته نقاط حساس را تهدید می‌کند

در صورتی که مانع ایجاد شده تخریب نشود، این روش موثرترین استراتژی برای دور نگه داشتن مواد نشتی از نقاط حساس خواهد بود.

1- Barrier/Berm

- محدودیت‌های بیولوژیکی

تا حد امکان محل ایجاد مانع بایستی درو از نقاط حساس از قبیل باتلاق‌ها باشد. هم‌چنین نیاز آبی پایین‌دست بایستی همواره مورد توجه باشد تا از خشک شدن مناطق حساس جلوگیری شود.

- اثرات زیست‌محیطی

ممکن است سبب به هم خوردن نظم در محل رودخانه یا مناطق اطراف آن شود. جریان کم آب ممکن است سبب اختلال در زندگی موجودات آبزی پایین‌دست رودخانه شود

پ.۴-۱-۱-۵- محدود کردن فیزیکی نفت[1]

- هدف

آزاد کردن مواد نفتی محبوس در میان گیاهان و نخاله‌های سطح آب، هم‌چنین برای هدایت حرکت نفت شناور به سمت ابزارهای جمع‌آوری کننده نفت و یا دور کردن آن از نقاط حساس واقع در مسیر

- تشریح روش

مواد نفتی محبوس به کمک جریان آب یا هوا به سمت نقاط جمع‌آوری هدایت می‌شوند. در چنین شرایطی مواد نفتی ممکن است با آب تشکیل امولسیون بدهند.

- نوع منبع آبی

در دریاچه‌ها و مخازن کوچک که جریان آب خیلی کم است،در طول رودخانه‌ها و نهرهایی که دسترسی به مسیل یا سواحل آن وجود دارد و یا در کنار سازه‌های انسان‌ساز مانند اسکله‌ها و سکوها از این روش استفاده می‌شود.

- موارد استفاده

- در جریان‌های کم آب
- هدایت مواد جمع شده در پشت بوم‌های به سمت تجهیزات بازیافت
- هنگامی که مواد نفتی سیار میان گیاهان نخاله‌ها و حتی سواحل بدنه آبی محبوس شده باشد

- محدودیت‌های بیولوژیکی

بدون محدودیت

1- Physical Herding

- اثرات زیست‌محیطی

در این روش ممکن است مقدار زیادی از گل‌ولای نیز با نفت آغشته شود و این گل‌ولای آلوده لایه‌های زیرین بدنه آبی را آلوده نماید.

پ.۴-۱-۱-۶- پاک‌سازی دستی با کمک نیروی انسانی[1]

- هدف

تمیز کردن نفت روی سطح آب با کمک ابزارهای دستی و نیروی انسانی

- تشریح روش

در این روش نفت شناور بر سطح آب، با استفاده از ابزارهای دستی و نیروی انسانی مانند استفاده از دست، بیل، چنگک، سطل، پارچه، پدهای جذب‌کننده نفت و غیره جمع‌آوری شده و در مخازن مخصوص قرار داده می‌شود. در این روش از ابزارهای مکانیکی برای جمع‌آوری نفت استفاده نمی‌شود

- نوع منبع آبی

در تمام منابع آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد

- موارد استفاده

- حجم مواد نفتی نشت یافته کم تا متوسط باشد
- مواد نفتی سنگین تشکیل توده‌های نیمه جامد یا جامدی داده‌اند که با دست قابل برداشت هستند.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

رفت و آمد در نقاط حساس (تالاب‌ها یا محل رویش گیاهان سطحی) بایستی محدود گردد.

- اثرات زیست‌محیطی

اگر روند فعالیت و تردد افراد بر سطح آب و مناطق اطراف کنترل شود، اثرات این روش بسیار کم است.

1- Manual Oil Removal

شکل پ.۴-۲- جمع‌آوری نفت از سطح و سواحل دریاچه‌ها با کمک نیروی انسانی و تجهیزات ابتدایی

پ.۴-۱-۱-۷- پاک‌سازی مکانیکی با کمک تجهیزات[1]

- هدف

جمع‌آوری نفت روی سطح آب و رسوبات کف و کناره‌های بدنه آبی با تجهیزات سنگین

- تشریح روش

در این روش نفت سطحی و نفت ته‌نشین شده در آب یا مناطق ساحلی با استفاده از ماشین‌آلات سنگین مانند بیل مکانیکی، لودر، بولدوزر، گریدر و... جابجا و جمع‌آوری می‌شود. خاک و آب آلوده جابجا شده توسط این ابزارها به مکان‌های دیگری برای تصفیه منتقل می‌شود. برای جمع‌آوری نفت سطحی روی آب، این تجهیزات را می‌توان در ساحل یا روی قایق‌های باری مخصوص قرار داده تا بتوان به کمک آن‌ها مواد نفتی سنگین یا جامد شده را جمع‌آوری نمود.

- نوع منبع آبی

بر روی خشکی، در تمام مناطقی که بتوان با این تجهیزات به رسوبات دسترسی داشت و بر روی آب، در دریاچه‌ها و رودخانه‌ها و در نقاطی که نفت در آن‌ها انباشته شده است.

- موارد استفاده

- هنگامی که حجم زیادی از رسوبات آلوده شده بایستی جمع‌آوری و منتقل شوند.
- در سواحل بایستی دقت داشت که تنها تا عمقی که مواد نفتی نفوذ کرده‌اند عملیات برداشت صورت گیرد که هنگام استفاده از تجهیزات سنگین، دشوار خواهد بود.

1- Mechanical Oil Removal

- هنگامی که برداشت حجم زیاد رسوبات احتمال فرسایش را افزایش می‌دهد، بایستی از این روش با احتیاط استفاده نمود.

در مناطقی توسعه یافته یا دارای ذخایر فرهنگی هستند، به اخذ مجوز نیاز خواهد داشت.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

ورود تجهیزات سنگین به محدوده‌های حساس از قبیل تالاب‌ها یا محدوده گونه‌های در معرض خطر، ممکن است ممنوع باشد.

- اثرات زیست‌محیطی

این تجهیزات بسیار سنگین هستند و تعداد زیادی از افراد برای فعالیت آن‌ها باید در منطقه حضور داشته باشند. اگر خاک آلوده شده بدون جایگزینی از منطقه خارج شود به محیط صدمه می‌رساند. هر چند این روش به دلیل پاک‌سازی کامل منطقه یکی از بهترین روش‌هاست، اما تقریبا تمام میکرواورگانیزم‌هایی که در منطقه وجود دارد توسط این روش تحت تاثیر قرار می‌گیرند. جریان آلودگی از مناطق آلوده و یا خاک‌های جابه‌جا نشده آلوده ممکن است به دیگر نقاط رودخانه یا منبع آبی نیز سرایت نماید.

پ.۴-۱-۱-۸- استفاده از جذب‌کننده‌ها[1]

- هدف

پاک کردن نفت از سطح آب با قرار دادن مواد نفت دوست در سطح آب و یا در مسیر حرکت لکه نفتی است.

- تشریح روش

در این روش مواد جذب کننده نفت بر روی سطح آب قرار داده می‌شوند،تا در یک فرآیند طبیعی نفت را جذب خود نموده و بعد از آن به وسیله روش‌هایی نفت را از آن جدا نمایند. این مواد در اشکال مختلف (به صورت نوارهای پهن شونده، بوم‌های غلتان و ...) تولید می‌شوند. اثربخشی به‌کارگیری این مواد به نوع ماده جاذب به کاررفته، میزان انرژی در دسترس برای جدا کردن نفت از این ابزارها و هم‌چنین چسبندگی نفت بستگی دارد. تصفیه تمام این جذب‌کننده‌ها از آلودگی بعد از جمع‌آوری آن‌ها اجباری است

- نوع منبع آبی

در تمام منابع آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد

1- Sorbents

- موارد استفاده

- هنگامی که مواد نفتی نشت یافته کاملا در حرکت بوده و حذف و انتقال مواد نفتی از محدوده مدنظر است.
- لکه نفتی بایستی چسبندگی و ضخامت کافی را برای جذب شدن توسط جاذب‌ها داشته باشد.
- معمولا به‌عنوان روشی برای پاک‌سازی ثانویه نفت در محدوده‌های حساس استفاده می‌شود.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

عملیات نباید مزاحمتی برای مناطق حساس یا حیات‌وحش به همراه داشته باشد.

- اثرات زیست‌محیطی

در هنگام کار گذاشتن و جمع‌آوری این ابزارها صدماتی به محیط وارد می‌شود. هم‌چنین زمانی که این ابزارها توانایی جذب نفت خود را از دست می‌دهند، نفت در مناطق آلوده باقی مانده و اثرات منفی به جای می‌گذارد.

شکل پ.۴-۳- استفاده از مواد جاذب نفت برای کاهش آلودگی نفت

پ.۴-۱-۱-۹- جمع‌آوری سطحی نفت از طریق مکش[1]

- هدف

جمع‌آوری نفت انباشته شده در یک منطقه بر روی سطح آب و یا از آب واقع در زیر سایه‌بان‌ها

- تشریح روش

در این روش یک دستگاه مکنده با کمک یک سر مخصوص، نفت را از روی سطح آب جمع‌آوری می‌نماید. اندازه آن از یک دستگاه کوچک با گنجایش کم تا یک دستگاه بزرگ که می‌تواند سنگ‌های آلوده را نیز بمکد متغیر است. این دستگاه‌ها می‌توانند با دستگاه‌های آبپاش و بوم‌ها برای هدایت نفت سطحی به‌طرف سر مکنده ابزار به طور همزمان مورد استفاده قرار بگیرند.

- نوع منبع آبی

در تمام منابع آبی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. می‌توان این تجهیزات را بر روی کشتی به درون آب‌های دریاچه‌های بزرگ انتقال داد، یا با استفاده از کامیون و یا به صورت دستی در نواحی که دسترسی به آن‌ها مشکل است با کمک افراد حمل کرد.

- موارد استفاده

هنگامی که مواد نفتی در لایه‌های مختلف و یا در میان گیاهان گیر کرده و یا در نقاط دور از دسترس قرار گرفته باشد.

در جمع‌آوری مواد نفتی واقع در سطح معمولا به جای اسکیمرها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

معمولا به نقاط دسترسی در سواحل نیاز خواهد بود.

برای جمع‌آوری بنزین به ملاحظات خاصی از قبیل استفاده از فوم آتش‌نشانی نیاز خواهد بود.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

محدودیت‌های خاص رفت و آمد به ویژه در نقاط حساس بایستی اعمال گردند.

- اثرات زیست‌محیطی

اگر روند فعالیت و تردد افراد بر سطح آب کنترل شود، اثرات این روش بسیار کم است.

1- Vacuum

پ.۴-۱-۱-۱۰- جمع‌آوری نخاله‌های آغشته به نفت[1]

- هدف

جمع‌آوری خاک و شاخ و برگ و گیاهان شناور آلوده از سطح آب و نواحی اطراف رودخانه‌ها

- تشریح روش

در این روش به صورت دستی و یا مکانیکی خاک‌ها و گیاهان آلوده به نفت از محدوده عملیاتی و سطح آب جمع‌آوری شده و انتقال می‌یابند. برای این منظور ممکن است برخی از درختان و گیاهان آلوده نیز ریشه‌کن شوند.

- نوع منبع آبی

در تمام منابع آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- موارد استفاده

در مواردی که گیاهان و نخاله‌های سطح آب به حدی آغشته به مواد نفتی شده‌اند که پتانسیل رهاسازی این مواد در طول زمان، مشکلات زیبایی محیط و یا ایجاد مخازنی از آلودگی برای ارگانیسم‌های حیاتی در زیست‌گاه مربوطه را ایجاد کنند.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

در این روش هنگام برچیدن پوشش گیاهی آلوده شده، میزان دست‌خوردگی محیط اطراف و رفت و آمد در نقاط حساس محدود و کنترل گردد.

- اثرات زیست‌محیطی

صدمات فیزیکی به مناطق به‌خصوص هنگام استقرار تجهیزات برای جابه‌جایی مقادیر زیاد نخاله

پ.۴-۱-۱-۱۱- جمع‌آوری و اصلاح رسوبات آلوده[2]

- هدف

انجام اصلاحات در رسوبات آلوده شده از طریق افزایش سطح و یا مخلوط کردن آن‌ها به نحوی که رسوبات آلوده اعماق برای قرارگیری در معرض پاک‌سازی طبیعی در سطح قرار گیرند.

1- Debris Removal
2- Sediment Reworking

- تشریح روش

در این روش با استفاده از تجهیزات سنگین، شن و ماسه سواحل را جابه‌جا کرده یا رسوبات نزدیک به ساحل را جابه‌جا و سپس تصفیه می‌نمایند

- نوع منبع آبی

در هر منبع آبی که امکان حضور تجهیزات سنگین در آن منطقه وجود داشته باشد

- موارد استفاده

- در سواحل با دانه‌بندی ماسه تا شن که آلوده به مواد نفتی هستند (معمولا در سواحلی که امکان برداشت رسوبات به دلیل پتانسیل فرسایش وجود نداشته باشد)
- برای سواحلی که مواد نفتی در ترازهای بالاتر از تراز نرمال آب نشت کرده‌اند مناسب است.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

در نزدیکی آب‌گیرهای آب شرب یا کشاورزی، مناطق پرورش ماهی (آزاد یا پرورشی) یا نزدیک زیست‌گاه پرندگان استفاده از این روش پیشنهاد نمی‌شود.

- اثرات زیست‌محیطی

به دلیل مخلوط کردن نفت نشت کرده در اعماق با شن و ماسه در سطح ،موجوداتی که در اعماق خاک زندگی می‌کنند دچار اختلال در زندگی خود خواهد شد. تکرار این روند در طول زمان سبب تاخیر در برقراری تعادل در زندگی آن‌ها خواهد شد. مواد آلوده جاری می‌توانند به سایر مناطق نیز نشت کنند و سبب گسترش آلودگی شوند.

پ.۴-۱-۱-۱۲- جمع‌آوری گیاهان آغشته به مواد نفتی[1]

- هدف

کندن و خارج کردن گیاهان آلوده از منطقه به منظور پیشگیری از ایجاد آلودگی مزمن در منطقه یا آلوده کردن حیات‌وحش منطقه است.

- تشریح روش

در این روش گیاهان آلوده با استفاده از ابزارهای مخصوص یا به صورت دستی بریده و یا کنده می‌شوند.

1- Vegetation Removal

- نوع منبع آبی

مرداب‌هایی که در آن پوشش گیاهی انبوه یا شناور روییده است.

- موارد استفاده

- هنگامی که ریسک آلودگی ناشی از نفت چسبیده به گیاهان برای حیات‌وحش بیش از تخریب پوشش گیاهی باشد.
- هنگامی که روش‌های جایگزین با اثرات مخرب کم‌تر وجود نداشته باشند.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

عملیات بایستی برای حداقل سازی اختلاط رسوبات و تخریبات محتمل، به صورت مداوم پایش گردد.

- اثرات زیست‌محیطی

کندن گیاهان سبب از بین رفتن برخی از حیوانات در این محیط می‌شود. در منطقه‌ای که گیاهان آن کنده شده است، پوشش گیاهی رشد کم‌تری خواهد کرد. پوشش گیاهی مناطقی که لگدمال شده‌اند با سرعت کم‌تری به شکل اولیه خود بازمی‌گردد.

پ.۴-۱-۱-۱۳- سوزاندن درجای نفت[1]

- هدف

پاک کردن نفت یا مواد نفتی از سطح آب و یا منبع آبی از طریق سوزاندن آن

- تشریح روش

نفت پخش شده بر روی سطح آب در یک منطقه جمع‌آوری شده و زمانی‌که ضخامت آن حداقل به ۲ تا ۳ میلی‌متر رسید آتش زده می‌شود. این نفت می‌تواند درون بوم‌های ضد آتش و یا توسط مرزهای طبیعی مانند یخ یا ساحل رودخانه محدود شده باشد. بر روی خشکی نفتی که بر روی بستر قابل اشتعال (مانند گیاهان و..)قرار دارد سوزانده می شود. نفتی که بر روی بستر غیرقابل اشتعال قرار دارد توسط مواد آتش‌زا سوزانده می‌شود. در شرایطی که نفت به درون زمین رسوب نموده است، لازم است تا با ایجاد کانال‌هایی نفت را در ضخامت‌های مناسب در یک محل جمع‌آوری کرده و سپس آن را آتش زد. نفت‌های سنگین و یا امولسیون‌های تشکیل شده، به سختی آتش می‌گیرند یا دوام کم‌تری برای سوختن دارند،اما آن‌ها نیز قابل اشتعال هستند.

1- In-Situ Burning

- نوع منبع آبی

در تمام منابع آبی به جز زمین‌هایی که سوزاندن آن‌ها سبب تخریب بیولوژیکی خاک و عدم باروری آن در آینده شود.

- موارد استفاده

- در مورد لکه‌های شناور به ویژه در ابتدای عملیات پاک‌سازی و به محض این‌که مواد شناور به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر برسد.
- در خشکی هنگامی که دسترسی به روش‌های فیزیکی برای زدودن نفت، نبوده و مواد نشتی از نوع سنگین باشند.
- در تالاب‌ها و مرداب‌ها، لایه آب مقدار آسیب به لایه‌های زیرین را حداقل خواهد نمود.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

مقادیر زیاد دود حاصل از این سوختن و اثرات آن بر محیط، بایستی مدنظر قرار گیرد.

- اثرات زیست‌محیطی

اثر دما و کیفیت هوا در استفاده از این روش باید در نظر گرفته شود. تاکنون اثرات سمی ناشی از سوزاندن بر روی محیط زیست به اثبات نرسیده است.

شکل پ.۴-۴- درجا سوزاندن نفت نشت کرده به محیط

پ.۴-۱-۱-۱۴- شستشو با آب فراوان و ایجاد سیل مصنوعی[1]

- هدف

به منظور جمع‌آوری نفت پخش شده بر روی مناطق اطراف منابع آب

- تشریح روش

توسط یک پمپ آبی که در محیط اطراف وجود دارد از بالادست محل به سمت نفت شناور پمپ می‌شود و نفت به همراه آب به سمت پایین‌دست حرکت می‌کند. این نفت شناور توسط بوم‌ها محدود شده و سپس توسط ابزارهای مخصوص کف گیری (اسکیمرها) از سطح آب جمع‌آوری می‌شود.

- نوع منبع آبی

در تمام منابع آبی قابل اجراست.

- موارد استفاده

- در مناطقی که به شدت آلوده شده و مواد نفتی هنوز به صورت سیالی با چسبندگی کم وجود دارند.
- هنگامی که مواد نفتی به داخل رسوبات شنی نفوذ کرده باشد.

این روش به صورت دوره‌های با روش‌های دیگری از قبیل آب‌پاشی با آب گرم یا سرد و با فشار کم یا زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

هنگامی که رسوبات نزدیک ساحل حاوی منابع اکولوژیکی غنی هستند توصیه نمی‌شود.

- اثرات زیست‌محیطی

منبع آبی ممکن است بر اثر تردد افراد در منطقه یا آب‌های آلوده شده جاری آسیب ببیند. همچنین نفت ممکن است در فضاهای خالی نزدیک به ساحل محبوس شود و سبب آلودگی منطقه شود.

1- Flooding

پ.۴-۱-۱-۱۵- آب‌پاشی با فشار کم (آب سرد)[1]

- هدف

پاک کردن مواد نفتی که به سطح سازه‌ها یا گیاهان و یا سنگ‌ها چسبیده‌اند.

- تشریح روش

آب با فشار کم (کم‌تر از psi ۵۰) به سطح آلوده پاشیده می‌شود. در این روش برای جلوگیری از گسترش آلودگی می‌توان از تجهیزات دیگر نیز برای محدود کردن نفت و جمع‌آوری آن استفاده کرد.

- نوع منبع آبی

در مناطقی که به طور گسترده آلوده شده‌اند و نفت هنوز مایع است و به دلیل هوازدگی خشک نشده است. در مرداب‌ها و منابع آبی که نفت شناور در میان گیاهان سطح آب محبوس شده است.

- موارد استفاده

هنگامی که ماده نفتی مایع در سواحل وجود داشته و یا در سطح آب‌های کم‌عمق شناور است.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

هنگامی که رسوبات نزدیک ساحل حاوی منابع اکولوژیکی غنی هستند توصیه نمی‌شود. برای حداقل‌سازی اثرات بهتر است که عملیات از روی قایق مدیریت گردد.هم‌چنین نفت رها شده بایستی جمع‌آوری و تصفیه گردد.

- اثرات زیست‌محیطی

منبع آبی ممکن است بر اثر تردد افراد در منطقه یا آب‌های آلوده شده جاری آسیب ببیند. هم‌چنین نفت ممکن است در فضاهای خالی نزدیک به ساحل محبوس شود و سبب آلودگی منطقه شود.

پ.۴-۱-۱-۱۶- آب‌پاشی با فشار بالا (آب سرد)[2]

- هدف

برای پاک کردن نفتی که به بسترهای سفت و یا سازه‌ها چسبیده است.

1- Low-Pressure, Cold-Water Flushing Cleaning
2- High-Pressure, Cold-Water Flushing

- تشریح روش

این روش نیز همانند روش شستشو با فشار کم است. در این روش فشار آب بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ psi است. آب با فشار زیاد به راحتی نفت را پاک کرده و اگر حجم آب کم باشد با استفاده از جذب کننده‌ها نفت را از آب جدا می‌نمایند.

- نوع منبع آبی

از این روش در مناطق دارای بسترهای سنگی، سازه‌ها و مناطق دارای شن و ماسه استفاده می‌شود.

- موارد استفاده

- هنگامی که آب‌پاشی با فشار کم موثر نباشد.
- هنگامی که هدف شستشوی مواد نفتی از نقاط غیر قابل دسترس باشد.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

در صورتی که مواد حاصل از شستشو به سمت نقاط حساس جریان یابند عملیات متوقف خواهد شد، هم‌چنین نفت موجود در جریان حاصل بایستی سریعا بازیافت شده تا از آلودگی محیط اطراف جلوگیری شود.

- اثرات زیست‌محیطی

در این روش اگر آب به صورت مناسب استفاده نشود، به دلیل فشار بالا، نفت جدا شده ممکن است به لایه‌های پایین‌تر نفوذ کند. اگر روش‌های محدودسازی به شکل مناسبی اعمال نشود، آب آلوده ممکن است به مناطق پایین‌دست نیز نشت کند. آسیب دیدن برخی از مناطق و لگدمال شدن برخی از گیاهان در این روش اجتناب‌ناپذیر است.

پ.۴-۱-۱-۱۷- آب‌پاشی با فشار کم (آب گرم)[1]

- هدف

پاک کردن نفت غیر شناوری که به بسترهای سفت یا سازه‌ها چسبیده است.

- تشریح روش

در این روش با استفاده از آب گرم (۳۸ تا ۷۰ درجه) با فشار کم (کم‌تر از psi ۵۰) برای حل کردن و جابه‌جا کردن نفت از سطوح آلوده استفاده می‌شود. نفت به وسیله جریان آب به سمت محل‌های مشخص هدایت شده و در آن‌جا

1- Low-Pressure, Hot-Water Flushing

توسط ابزارهای مخصوص جمع‌آوری می‌شود. در این روش با فشار آب و هم‌چنین با کمک جریان آب مانع نفوذ نفت جدا شده به لایه‌های پایین می‌شوند.

- نوع منبع آبی

سطوح سنگی آلوده شده، بسترهای شنی و ماسه‌ای و سازه‌های آلوده شده به نفت استفاده می‌شود.

- موارد استفاده

- هنگامی که مواد نفتی سنگین (اما تازه) در سواحل نشست کرده باشند.
- استراتژی این روش گرم کردن ماده نفتی تا دمای جاری شدن آن است.
- اثر کم‌تری در مورد مواد نفتی سنگین دارد.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

این روش در کناره‌های تالاب‌ها یا رسوبات نزدیک ساحل که غنی از اجتماعات بیولوژیکی است، قابل استفاده نیست. در مناطقی که احتمال تماس آب و نفت گرم شده با مناطق حساس وجود دارد استفاده از این روش مشکل‌ساز خواهد شد. هم‌چنین در این روش رفت و آمد در مناطق حساس و بر روی گیاهان کم‌تر خواهد شد اما مواد حاصل از شستشو بایستی تحت کنترل باشند.

- اثرات زیست‌محیطی

آب گرم در تماس مستقیم با ارگانیسم‌ها سبب مرگ آن‌ها می‌شود. اگر روش‌های محدودسازی به شکل مناسبی اعمال نشود، آب آلوده ممکن است به مناطق پایین‌دست نشت کند. آسیب دیدن برخی از مناطق و لگدمال شدن برخی از گیاهان در این روش اجتناب ناپذیر است.

پ.۴-۱-۱-۱۸- آب‌پاشی با فشار بالا (آب گرم)[1]

- هدف

برای انتقال نفت خشک شده و نفت چسبناک به سطح

- تشریح روش

در این روش با استفاده از آب گرم (بین ۳۸ تا ۷۰ درجه) که دارای فشاری بیش‌تر از ۱۰۰ psi است نفت چسبیده جدا می‌شود. اگر بدون استفاده از سیستم انتقال آب و محدودسازی استفاده شود، باید نفت جدا شده از سطح بلافاصله

1- High-Pressure, Hot-Water Flushing

توسط ابزارهای مخصوص مکنده نفت جمع‌آوری شود. اگر با استفاده از سیستم انتقال آب و محدودسازی انجام شود، نفت جدا شده توسط ابزارهای کف‌گیری از سطح آب جمع‌آوری می‌شود.

- نوع منبع آبی

سطوح سنگی آلوده شده، بسترهای شنی و ماسه‌ای و سازه‌های آلوده شده به نفت استفاده می‌شود.

- موارد استفاده

- در مواردی که مواد نفتی در اثر هوازدگی به نحوی به سطوح چسبیده باشند که با فشار کم آب گرم قابل شستشو نباشند.
- برای جلوگیری از رهاسازی مواد نفتی نشت کرده به مرور زمان
- برای شستشوی سازه‌های مصنوعی در سواحل به منظور زیباسازی

- محدودیت‌های بیولوژیکی

در مناطقی که احتمال تماس آب و نفت گرم شده با مناطق حساس وجود دارد استفاده از این روش مشکل‌ساز خواهد شد. هم‌چنین مواد حاصل از شستشو بایستی تحت کنترل باشند.

- اثرات زیست‌محیطی

تمام ارگانیزم‌هایی که در محدوده مورد استفاده از آب گرم هستند از بین خواهند رفت. آب آلوده و نفت ممکن است به حفره‌های بین سنگ‌ها نفوذ کند.

پ.۴-۱-۱-۱۹- تمیز کردن با بخار آب[1]

- هدف

پاک کردن نفت‌های چسبیده به سطوح سفت

- تشریح روش

سطوح آلوده با استفاده از آب بسیار گرم یا بخار آب (دمای ۷۰ تا ۱۰۰ درجه) پاک می‌شود. در مقایسه با سایر روش‌های استفاده از آب تحت فشار در این روش آب بسیار کم‌تری استفاده می‌شود.

1- Steam Cleaning

- نوع منبع آبی

این روش بر روی سازه‌ها و یا سنگ‌های بزرگ آلوده انجام می‌شود.

- موارد استفاده

هنگامی مواد نفتی سنگین در خط ساحلی باقی‌مانده و برای تامین زیبایی محیط بایستی پاک‌سازی گردد. هم‌چنین در مواردی که استفاده از آب گرم موثر نبوده از این روش استفاده خواهد شد.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

در مناطق حساس با لایه‌های نرم، پوشش گیاهی یا اجتماعات بیولوژیکی و زیر سازه‌ها، از این روش نباید استفاده گردد.

- اثرات زیست‌محیطی

تمام ارگانیسم‌ها در محدوده‌ای که از بخار آب جوش استفاده شود، از بین خواهند رفت. جمع‌آوری تمام نفت جدا شده امکان‌پذیر نیست.

پ.۴-۱-۱-۲۰- ماسه‌پاشی[1]

- هدف

برای پاک کردن نفت خشک شده، یا سفت شده قدیمی از سطوح

- تشریح روش

در این روش از ابزار مخصوص ماسه پاشی برای پاک کردن سطوح استفاده می‌شود. در برخی موارد استفاده از ماسه بازیابی شده ممکن است صورت بپذیرد.

- نوع منبع آبی

استفاده برای پاک‌سازی سازه‌های مصنوعی از قبیل دیواره‌های ساحلی یا ریپ‌رپ‌ها

- موارد استفاده

در مواردی که شستشو با بخار موثر نبوده است.

1- Sand Blasting

- محدودیت‌های بیولوژیکی

در مناطق حساس با لایه‌های نرم، پوشش گیاهی یا اجتماعات بیولوژیکی و زیر یا مجاور سازه‌ها، از این روش نباید استفاده گردد.

- اثرات زیست‌محیطی

تمام ارگانیسم‌ها در محدوده‌ای که پاک‌سازی انجام می‌شود، از بین خواهند رفت. جمع‌آوری تمام نفت جدا شده نیز امکان‌پذیر نیست. احتمال آلودگی پایین‌دست منطقه با نفت جدا شده وجود دارد.

پ.۴-۱-۲- روش‌های شیمیایی

پ.۴-۱-۲-۱- پخش کننده‌ها[1]

- هدف

این مواد برای حذف نفت شناور از سطح آب و توزیع آن در ستون آب به کار گرفته می‌شوند تا از اثرات آلودگی بر نقاط ساحلی و اکوسیستم‌هایی که از سطح آب استفاده می‌کنند، بکاهد.

- تشریح روش

این ترکیبات خاص به میزان حدود ۵ درصد از حجم مواد نفتی و بر روی نقاط تمرکز آن‌ها بر روی آب پاشیده[2] می‌شوند. این کار در سطوح بزرگ (دریا) به کمک هواپیما و در سطوح کوچک‌تر می‌تواند به کمک قایق، صورت پذیرد. این مواد می‌توانند به تنهایی یا مخلوط با آب مورد استفاده قرار گیرند. این ترکیبات با کاهش نیروی کشش سطحی مواد نفتی سبب تقسیم لکه‌های سطحی به بخش‌های کوچک‌تر می‌شوند. برای مخلوط شدن مواد نفتی پخش شده در آب، جریان آب بایستی مقدار آشفته باشد.

- نوع منبع آبی

آب‌های آزاد و رودخانه‌های بزرگ با حجم و عمق آب کافی، به منظور انجام شدن اختلاط

- موارد استفاده

هنگامی‌که اثر وجود مواد نفتی در سطح آب شدیدتر از وجود آن در ستون آب باشد.

1- Dispersants
2- Sprayed

- محدودیت‌های بیولوژیکی

استفاده در آب‌های کم‌عمق می‌تواند منابع موجود در عمق را از میان ببرند. اثرات احتمالی مواد نفتی پخش شده بر آب‌گیرها، بایستی قبل از استفاده مورد ارزیابی قرار گیرد.

- اثرات زیست‌محیطی

سبب افزایش اثرات مواد نفتی بر ارگانیسم‌های حیاطی در ستون آب از قبیل پلانکتون‌ها و نوزاد ماهی‌ها، خواهد شد. از طرفی مواد پخش‌کننده تنها به صورت مقطعی موثر بوده و در صورت استفاده از این مواد برخی از اثرات نامطلوب سطحی آلودگی نفتی هم‌چنان باقی خواهند ماند.

پ.۴-۱-۲-۲- جداکننده‌های مخلوط[1]

- هدف

این مواد برای تفکیک مواد نفتی و آب در امولسیون‌های تشکیل شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. هم‌چنین به منظور جلوگیری از مخلوط شدن آب و مواد نفتی و شکل‌گیری امولسیون می‌توان از این مواد استفاده نمود.

- تشریح روش

این ترکیبات در غلظت‌های کم (۰/۱ تا ۲ درصد) به مواد نفتی مخلوط شده با آب اضافه می‌شوند. هم‌چنین می‌توان از این مواد برای جداسازی آب از مواد نفتی برداشت شده توسط اسکیمرها، استفاده نمود. هم‌چنین با پاشش این مواد بر سطوح لکه‌های نفتی (توسط قایق یا هواپیما) می‌توان از تشکیل مخلوط آب و مواد نفتی جلوگیری نمود (در آب‌هایی نا آرامی که تشکیل مخلوط آثار بدی به دنبال داشته باشد).

- نوع منبع آبی

در تمامی محیط‌های آبی که امولسیون آب و مواد نفتی موجود بوده یا احتمال تشکیل آن باشد.

- موارد استفاده

برای جداسازی آب از مواد نفتی جمع‌آوری در شرایطی که مخازن نگه‌داری این مواد محدود باشند و برای لکه‌های روی سطح آب هنگامی‌که تشکیل مخلوط آب و مواد نفتی سبب کاهش کارایی اسکیمرها گردد.

1- Emulsion-Treating Agents

- محدودیت‌های بیولوژیکی

محدودیت اطلاعاتی

- اثرات زیست‌محیطی

از آن‌جایی که این مواد به تازگی مورد استفاده قرار گرفته و حجم مورد نیاز از آن‌ها بین ۰/۰۱ تا ۰/۱ حجم مواد پخش‌کننده است، اطلاعات خاصی از نحوه اثرگذاری زیست‌محیطی این مواد در دست نیست.

پ.۴-۱-۲-۳- مواد ویسکوالاستیک[1]

- هدف

به منظور ازدیاد خاصیت ویسکوالاستیسیته مواد نفتی شناور در سطح آب به آن اضافه شده و سبب افزایش نرخ کف‌گیری به کمک اسکیمرها خواهد شد.

- تشریح روش

این ترکیبات شیمیایی، به صورت مایع بر روی لکه‌های نفتی اسپری شده و ممکن است به مقداری اختلاط نیز نیاز داشته باشند. پس از این عمل مواد نفتی بدون تغییر خواص شیمیایی، به ماده‌ای ژله‌ای تبدیل خواهند شد. این تغییر ضمن افزایش سرعت اسکیمر در برداشت مواد نفتی، مقدار آب همراه آن را نیز کاهش خواهد داد

- نوع منبع آبی

هنگامی‌که نیاز به افزایش سرعت برداشت توسط اسکیمرها باشد. بوم گذاری از الزامات استفاده از این مواد به حساب می‌آید. هم‌چنین استفاده از مواد ویسکوالاستیک برای مواد نفتی سنگین و غلیظ توصیه نمی‌شود.

- موارد استفاده

هنگامی‌که نیاز به افزایش سرعت برداشت توسط اسکیمرها باشد. بوم گذاری از الزامات استفاده از این مواد به حساب می‌آید. هم‌چنین استفاده از مواد ویسکوالاستیک برای مواد نفتی سنگین و غلیظ توصیه نمی‌شود.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

استفاده از این مواد در موارد زیر، به دلیل همراه داشتن آثار نامناسب توصیه نمی‌شود:

سواحل پوشیده از گیاه،

1- Visco-Elastic Agents

نقاطی که لکه نفتی با زباله زیاد همراه است.

نقاطی که امکان دور نگه‌داشتن حیاط وحش و پرندگان از محل آلوده شده وجود ندارد.

- اثرات زیست‌محیطی

از آن‌جایی که استفاده از این مواد به دلیل افزایش ویسکوسیته و خاصیت چسبندگی، ممکن است سبب خفگی ارگانیسم‌های حیاتی گردد، بنابراین استفاده از این روش تنها در مواردی توصیه می‌شود که هدف بازیافت نفت از مخلوط جمع شده، باشد.

پ.۴-۱-۲-۴- عامل جمع کننده[1]

- هدف

این مواد به منظور جمع‌کردن مواد نفتی در سطوح کم‌تر و ضخامت بیش‌تر، برای افزایش سرعت و کارایی عملیات پاک‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هم‌چنین می‌تواند از آن‌ها برای دور کردن مواد نفتی از نقاط حساس استفاده نمود.

- تشریح روش

ترکیبات شیمیایی حل نشدنی در آب هستند و با مقادیر کم (۱ تا ۲ گالن در هر مایل طول) برای پاک‌سازی آب اطراف مواد نفتی تازه نشت کرده، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- نوع منبع آبی

در تمامی آب‌های راکد

- موارد استفاده

برای جمع‌آوری مواد نفتی در کنار هم مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما از آن‌جایی که توانایی نگه‌داری این مواد را ندارند معمولا در سواحل و بنادر و مکان‌هایی که ابزار پاک‌سازی مواد نفتی در دسترس هستند و امکان پاسخ سریع به حادثه نشت وجود دارد استفاده می‌شوند. این مواد در جریان‌های سریع کاربردی ندارند.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

برای استفاده در آب‌های کم‌عمق یا مناطق ماهی‌گیری، مناسب نیستند.

1- Herding Agents

- اثرات زیست‌محیطی

امکان مسموم شدن مستقیم ارگانیسم‌های سطح آب وجود دارد. محصولات مختلف درجات سمیت متفاوتی دارند.

پ.۴-۱-۲-۵- مواد جامد ساز[1]

- هدف

این مواد برای تغییر وضعیت فیزیکی مواد نفتی از مایع به جامد با هدف کاهش اثرات مواد نفتی بر سواحل، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- تشریح روش

این ترکیبات شیمیایی (پلیمرها) با نرخ ۱۰ تا ۴۵ درصد حجم مواد نفتی مورد استفاده قرار گرفته و مواد نفتی نشت کرده را برای چند دقیقه تا چند ساعت به جامد تبدیل می‌کنند. از وسایل و دستگاه‌های مختلفی که برای پاشیدن مواد به کار می‌روند (پمپ‌های آب‌پاش)، می‌توان برای پاشیدن این مواد استفاده نمود.

- نوع منبع آبی

در همه موارد

- موارد استفاده

هنگامی‌که هدف عدم جابه‌جایی مواد نفتی باشد، می‌توان از این ترکیبات استفاده نمود. با توجه به احتمال عدم اختلاط کافی، ممکن است مخلوطی از مواد نفتی جامد شده و مایع وجود داشته باشد. این ترکیبات را نمی‌توان با مواد نفتی سنگین مورد استفاده قرار داد چرا که قابلیت ترکیب با چنین موادی را دارا نیستند.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

بایستی ترکیب تشکیل شده تحت هر شرایطی قابل بازیابی به مواد نفتی اولیه باشد.

- اثرات زیست‌محیطی

محصولات تشکیل شده نامحلول بوده و اثرات سمی کمی برای محیط‌های آبی دارند، اما در هر حال مواد استخراج نشده از آب، در طولانی مدت، می‌توانند اثرات نامساعدی به همراه داشته باشند.

1- Solidifiers

پ.۴-۱-۲-۶- ترکیبات شیمیایی پیش‌پاک‌سازی سواحل[1]

- هدف

این مواد با هدف جلوگیری ازچسبندگی و نفوذ آلودگی در لایه‌های مختلف ساحل، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- تشریح روش

ترکیبات مختلفی از تر کننده‌ها در پیشانی لکه‌های نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا از طریق تر کردن سواحل، مانع از چسبیدن مواد نفتی به سواحل گردند. از آن‌جایی که این مواد در پیشانی لکه نفتی بایستی تزریق گردند، زمان‌بندی در استفاده از آن‌ها بسیار مهم است.

- نوع منبع آبی

سواحل سنگی، شنی، ماسه‌ای و اسکله‌ها و سازه‌های انسان‌ساز ساحلی

- موارد استفاده

-

- محدودیت‌های بیولوژیکی

ناشناخته

- اثرات زیست‌محیطی

ناشناخته

پ.۴-۱-۲-۷- ترکیبات شیمیایی پاک‌سازی سواحل[2]

- هدف

این مواد با هدف افزایش کارایی پاک‌سازی مواد نفتی از لایه‌های آلوده شده، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- تشریح روش

این مواد برای پایین آوردن دما و فشار آب به کار می‌رود تا مواد نفتی را از لایه‌های آلوده شده برای شستشوی کامل، خارج کند.

1- Chemical Shoreline Pretreatment
2- Shoreline Cleaning Agents

- نوع منبع آبی

در تمامی محیط‌هایی که امکان شستشوی مواد نفتی با فشار زیاد آب، وجود داشته باشد.

- موارد استفاده

این روش بیش‌تر زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که کارایی عملیات شستشو با فشار زیاد کاهش یافته باشد.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

از آن‌جایی که هدف اصلی بیش‌تر جمع‌آوری مواد نفتی نشت کرده تا پخش کردن آن در ستون آب، لـذا در مـواردی که بار رسوبی بستر زیاد بوده یا در مجاورت تالاب‌ها و سواحل حساس، استفاده از این روش توصیه نمی‌شود.

- اثرات زیست‌محیطی

با پخش بیش‌تر مواد نفتی در ستون آب، احتمال جذب آن‌ها توسط رسوبات و انتقال و نشست آن در سواحل بیش‌تر می‌گردد. از طرفی اثرات و خواص سمی این مواد مشابه مواد پخش‌کننده است.

پ.۴-۱-۳- روش‌های بیولوژیک

پ.۴-۱-۳-۱- غلیظ‌سازی با ریز مغزی‌ها[1]

- هدف

این مواد با هدف افزایش سرعت تجزیه میکروبی مواد نفتی و از طریق اضـافه کـردن ریزمغـزی‌هـا (اغلـب نیتـروژن و فسفر) انجام می‌گیرد.

- تشریح روش

این مواد به یکی از روش‌های زیر به محیط اضافه می‌شوند:

فرمولاسیون غیر ارگانیگ قابل حل

اسپری به صورت مواد نامحلول

مواد جامد که بایستی به آهستگی اضافه شوند.

فرمولاسیون نفت دوست که به مواد نفتی می‌چسبند و بایستی مستقیما در محل تجمع مواد نفتی اسپری شوند.

- نوع منبع آبی

1- Nutrient Enrichment

در تمامی محیط‌هایی که ملاحظات ایمنی اجازه استفاده از این مواد را بدهند.

- موارد استفاده

برای مواد نفتی نیمه سنگین تا سنگین، پس از انجام کلیه اقدامات جمع‌آوری و پاک‌سازی مواد و برای مواد نفتی سبک هنگامی‌که کارایی روش‌های جمع‌آوری و پاک‌سازی کاهش می‌یابد، از این مواد می‌توان استفاده نمود. بهترین کارایی این مواد در مورد سوخت‌های دیزلی با ساختار مولکولی غیر درشت بوده و در مواقعی که ضخامت لکه نفتی زیاد باشد، کارایی مناسبی نخواهند داشت. از طرفی در مورد مواد نفتی که سرعت تبخیر آن‌ها از سرعت تجزیه بیولوژیک آن‌ها بیش‌تر است (بنزین) توصیه نمی‌شوند.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

در مورد آب‌های کم‌عمق یا بدنه‌های آبی محدودشده (سدها و دریاچه‌ها) توصیه نمی‌شود، چرا که در صورت باقی ماندن مقادیر اضافه این مواد، منبع آبی مورد نظر دچار تغذیه‌گرایی [1] یا مسمویت (به ویژه در صورت مصرف آمونیاک) خواهد شد. لذا انجام آزمایشات برای تعیین میزان سمیت آب در مراحل مختلف استفاده از این مواد ضروری است.

- اثرات زیست‌محیطی

اطلاعاتی در دسترس نیست.

پ.۴-۱-۳-۲- پاک‌سازی طبیعی به کمک میکروب‌ها[2]

- هدف

این مواد با هدف افزایش سرعت تجزیه میکروبی مواد نفتی و از طریق اضافه کردن میکروب‌های زنده، انجام می‌گیرد.

- تشریح روش

فرمولاسیون شامل میکروب‌هایی با قابلیت از بین بردن هیدروکربن‌هاست که به محدوده آلوده شده اضافه می‌شوند.

- نوع منبع آبی

در تمامی محیط‌هایی که ملاحظات ایمنی اجازه استفاده از این مواد را بدهند.

1- Eutrophication
2- Natural Microbe Seeding

- موارد استفاده

برای مواد نفتی نیمه‌سنگین تا سنگین، پس از انجام کلیه اقدامات جمع‌آوری و پاک‌سازی مواد و برای مواد نفتی سبک هنگامی‌که کارایی روش‌های جمع‌آوری و پاک‌سازی کاهش می‌یابد، از این میکروب‌ها می‌توان استفاده نمود. بهترین کارایی این مواد در مورد سوخت‌های دیزلی با ساختار مولکولی غیر درشت بوده و در مواقعی که ضخامت لکه نفتی زیاد باشد، کارایی مناسبی نخواهند داشت. از طرفی در مورد مواد نفتی که سرعت تبخیر آن‌ها از سرعت تجزیه بیولوژیک آن‌ها بیش‌تر است (بنزین) توصیه نمی‌شوند.

- محدودیت‌های بیولوژیکی

در صورتی که این میکروب‌ها به همراه کود به آب اضافه شوند، در آب‌های کم‌عمق یا بدنه‌های آبی محدود شده (سدها و دریاچه‌ها) توصیه نمی‌شود، چرا که در صورت باقی ماندن مقادیر اضافه این مواد، منبع آبی مورد نظر دچار تغذیه‌گرایی یا مسمویت (به‌ویژه در صورت مصرف آمونیاک) خواهد شد. لذا انجام آزمایشات برای تعیین میزان سمیت آب در مراحل مختلف استفاده از این میکروب‌ها ضروری است.

- اثرات زیست‌محیطی

اطلاعاتی در دسترس نیست.

پ.۴-۲- معرفی ابزارهای پاک‌سازی و نحوه به‌کارگیری آن‌ها

باتوجه به این‌که یکی از مهم‌ترین اقدامات در زمان مقابله با آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، جلوگیری از گسترش آن و محدود کردن آن در یک منطقه خاص است. روش‌های محدودسازی نفت بر روی سطح آب رودخانه‌ها و مراکز آبی به دو دسته کلی تفکیک می‌شود. این دو دسته عبارتند از:

- روش‌های محدودسازی با کمک بوم‌های تجاری
- روش‌های محدودسازی صحرایی

باتوجه به کاربردها و ویژگی‌های مختلف مناطق آلوده انواع مختلفی از بوم‌ها به شکل تجاری تولید شده و توسط سازمان‌های مسوول و تیم‌های عملیاتی در زمان بروز حادثه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در صورتی که این بوم‌ها به هر دلیلی در دسترس نباشند و یا امکان استفاده از آن‌ها در آن منطقه خاص (به دلیل دشواری دسترسی و پوشش گیاهی منطقه و...) وجود نداشته باشد، از امکانات در اختیار (طبیعی و غیرطبیعی) باتوجه به ویژگی‌های هر منطقه استفاده می‌شود و موانعی در مقابل گسترش آلودگی در منطقه ایجاد می‌شوند که به این روش‌ها، روش‌های صحرایی محدودسازی نفت گفته می‌شود.

مزایا و معایب مربوط به استفاده از بوم‌های تجاری و روش‌های محدودسازی صحرایی در جدول (پ.۴-۱) ارائـه شـده است.

جدول پ.۴-۱- مزایا و معایب استفاده از این بوم‌های تجاری و روش‌های محدودسازی صحرایی

روش	مزایا	معایب
بوم‌های تجاری	سهولت به‌کارگیری در اکثر مناطق کارکرد خوب و کارایی بالا در محدودسازی قابلیت استفاده مجدد در اکثر حوادث	نگه‌داری و انبار کردن بوم‌ها عدم کارایی در باد شدید، امواج و جریان تند آب هزینه‌های رفع آلودگی نفت چسبیده به بوم‌ها مشکلات نابود کردن بوم‌های آلوده‌شده
محدودسازی صحرایی	در اغلب حوادث این مواد و ابزارها در اختیار هستند در اغلب موارد تجهیزات تخصصی زیادی مورد نیاز نیست افراد در محل می‌توانند از این مواد به سهولت استفاده نمایند	رفع آلودگی ایجاد شده برای مواد به کار رفته غیر ممکن است مشکلات نابود کردن و از بین بردن مواد آلوده وجود دارد این روش‌ها به صورت موقت هستند

پ.۴-۲-۱- روش‌های صحرایی محدودسازی نفت

علاوه بر استفاده از بوم‌های تجاری روش‌های متعدد دیگری نیز باتوجه به ویژگی‌های نفت آلوده و مناطق آلوده شـده یا در معرض آلودگی وجود دارد که روش‌های صحرایی محدودسازی نفت نام دارند. این روش‌ها باتوجه به این‌که با حداقل امکانات در اختیار و یا استفاده از موانع و امکانات طبیعی که در منطقه وجود دارد، انجام می‌شـوند بـه ایـن نـام مشـهور هستند. مهم‌ترین روش‌های صحرایی مقابله با گسترش و محدودسازی نفت عبارتند از:

- استفاده از بوم‌های ابتکاری (پوشش‌های پلاستیکی و شلنگ‌های آتش‌نشانی)
- استفاده از شاخ و برگ درختان و ایجاد موانع
- اسپری آب برای محدود کردن لکه نفت بر سطح آب
- فنس‌های جداسازی با استفاده از علف‌ها و گیاهان و شاخ و برگ
- سدهای کوتاه عبور جریان از زیر سد[1]
- سدهای پلاستیکی[2]

در تصاویر زیر برخی از روش‌های صحرایی محدودسازی نفت که در صورت فقدان تجهیزات، مشاهده می‌شود.

1- Under Flow Dams
2- Weir Dams

شکل پ.۴-۵- نمونه‌ای از ایجاد بوم با استفاده از حداقل تجهیزات در اختیار (نایلون و شلنگ آتش‌نشانی)

شکل پ.۴-۶- ایجاد مانع برای گسترش آلودگی با کمک آب‌بندهای موقت و خاشاک منطقه

شکل پ.۴-۷- ایجاد سدهای کوتاه و محدود کردن گسترش نفت به مناطق مختلف و عبور جریان از زیر آن

شکل پ.۴-۸- نمونه‌ای از احداث سدهای کوتاه به منظور عبور جریان و ممانعت از عبور آلودگی

شکل پ.۴-۹- استفاده از حصارهای فلزی و گیاهان برای جلوگیری از گسترش آلودگی

شکل پ.۴-۱۰- استفاده از حصارهای فلزی و گیاهان برای جلوگیری از گسترش آلودگی

شکل پ.۴-۱۱- محدود کردن آلودگی نفتی در یک منطقه خاص با کمک فشار آب

شکل پ.۴-۱۲- محدود کردن آلودگی نفتی در یک منطقه خاص با کمک فشار آب

شکل پ.۴-۱۳- استفاده از شاخ و برگ درختان برای محدود کردن آلودگی و جلوگیری از گسترش بیش‌تر

پ.۴-۲-۲- محدودسازی نفت توسط بوم‌های تجاری

بوم‌های تجاری از مهم‌ترین و پرکاربردترین ابزارهای محدودسازی نفت و جمع‌آوری آن از سطح رودخانه‌ها و مراکز آبی هستند. مهم‌ترین دلایل به‌کارگیری بوم‌ها به ۳ دلیل عمده زیر است:

- **محافظت از مناطق**: یکی از مهم‌ترین کاربردهای بوم، محافظت مناطق ساحلی، حاشیه رودخانه‌ها،نهرها، تالاب‌ها و سایر منابع آبی از آلوده شدن است.
- **منحرف کردن حرکت لکه نفت**: بوم‌ها هم‌چنین به منظور منحرف کردن جریان لکه نفتی از یک سمت رودخانه به سمت دیگر و یا به سمت محلی از قبل تعیین شده برای جمع‌آوری نفت، و یا جلوگیری آلودگی جزیره‌ها و سازه‌های نزدیک به رودخانه مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- **جمع آوری نفت سطحی**: بوم‌گذاری تاثیر زیادی در عملیات جمع کردن و نگه‌داشتن نفت در سطح آب در یک منطقه خاص برای سهولت جمع‌آوری آن (با کمک روش‌های متنوع جمع‌آوری نفت) دارد.

استفاده مناسب و موثر از بوم‌ها سبب می‌شود تا مسیر حرکت آلودگی در سطح آب تغییر یافته یا جهت حرکت آن به سمتی دیگر از رودخانه حرکت شود. در این شرایط مناطق حساس (از نظر زیست‌محیطی یا اقتصادی و اجتماعی) در کناره‌های رودخانه از آلودگی محفوظ مانده و آلودگی در مناطق از پیش تعیین شده جمع آوری شده و در آن محل‌ها توسط ابزارهای مخصوص جمع‌آوری می‌شود. بوم‌ها سبب می‌شوند تا نفت نشت شده بر روی آب راحت‌تر جمع‌آوری شود.

تلاش‌ها برای جمع‌آوری نفت در یک محدوده کوچک‌تر متمرکز شود و از گسترش آن به سایر مناطق جلوگیری می‌نمایند. بنابراین استفاده از آن‌ها به شکل مناسب و موثر، سبب محافظت مناطق حساس مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و نهرها و سایر منابع آبی و یا سایت‌های تاریخی و باستانی می گردد. به همین دلیل بوم ها در عملیات مقابله با آلودگی نفتی کاربرد وسیعی دارند. در تصاویر زیر روش‌های به‌کارگیری بوم‌های تجاری مشاهده می‌شود.

شکل پ.۴-۱۴- استفاده از بوم‌ها برای محافظت از مناطق حساس (مانند با پوشش گیاهی یا مناطق زیست حیوانات)

شکل پ.۴-۱۵- استفاده از بوم‌ها برای محافظت از مناطق حساس (مانند تانک‌های ذخیره آب)

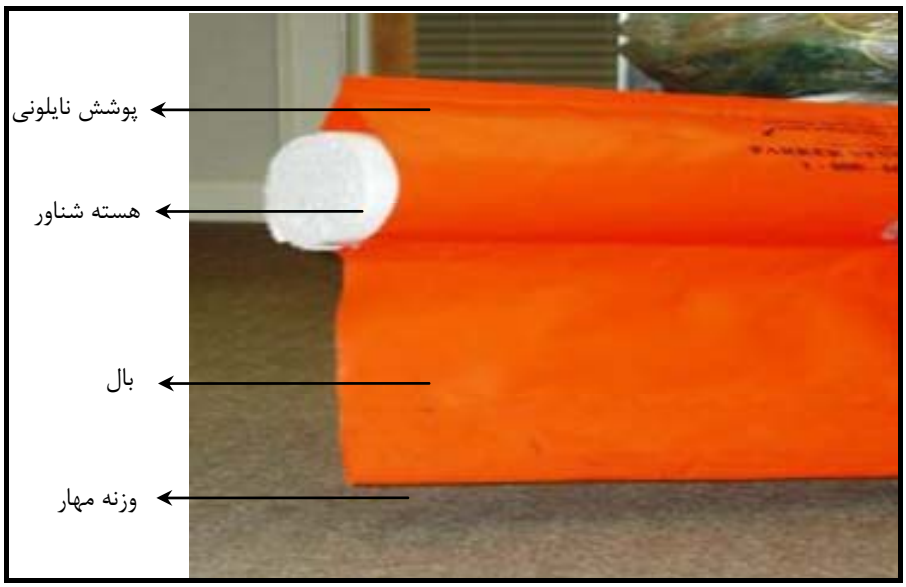
شکل پ.۴-۱۶- انحراف مسیر لکه نفتی به سمت دیگر رودخانه با کمک بوم‌های تجاری

شکل پ.۴-۱۷- محدود سازی و جمع‌آوری لکه‌های نفتی با کمک بوم‌ها در یک منطقه خاص از رودخانه

پ.۴-۲-۲-۱- ساختمان و اجزای اصلی بوم‌های تجاری

در تصویر زیر ساختمان یک بوم و سه جز مهم آن مشاهده می‌شود. این سه جز عبارتند از:

- **عضو شناور:** این عضو که درون پوشش نایلونی بوم قرار دارد از جنسی انتخاب می‌شود که به راحتی بر روی آب شناور باشد.
- **بال:** نقش مهار لکه نفتی بر عهده بال است و بال بوم اجازه نمی‌دهد که لکه نفتی از زیر آن عبور نماید. در آب‌هایی که جریان تندی دارند لکه‌های نفتی از زیر بال بوم عبور می‌نمایند.
- **وزنه مهار:** در انتهای بال بوم قرار دارد و برای افزایش وزن بال و استقرار عمودی آن به کار می‌رود.



شکل پ.۴-۱۸- بخش‌های مختلف ساختمان بوم‌های تجاری

بوم‌ها برای استفاده در محیط طبیعت باید در طول‌های مختلفی تهیه و به یکدیگر متصل شوند و سپس توسط کابل‌ها یا طناب‌هایی به تکیه‌گاه‌هایی در ساحل و یا سازه‌هایی مانند پایه پل‌ها محکم شوند. در غیر این صورت کاربرد مناسبی نخواهند داشت و نفت از آن‌ها عبور خواهد کرد. مهم‌ترین اجزای بوم به شرح زیر می‌باشند:

- عضو شناور
- پوشش نایلونی
- درزهای اتصال
- وزنه‌ها
- کابل‌های کشش

شکل پ.۴-۱۹- انواع مختلف بوم‌های تجاری برای استفاده در دریاها و رودخانه‌ها

بوم‌های تجاری به‌طور کلی به اشکال زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- بوم‌های شناور
- بوم‌های ارتجاعی
- بوم‌های بادی
- بوم‌های ضد حریق
- بوم‌های آب‌بند ساحل
- بوم‌های جاذب نفت

نمونه‌هایی از این بوم‌ها در تصاویر زیر مشاهده می‌شود.

شکل پ.۴-۲۰- نمونه‌ای از بوم‌های مهار آلودگی نفتی

شکل پ.۳-۲۱- نمونه‌ای از بوم‌های ارتجاعی

شکل پ.۴-۲۲- نمونه‌ای از بوم‌های بادی

شکل پ.۴-۲۳- نمونه‌ای از بوم‌های مخصوص ساحل

شکل پ.۴-۲۴- نمونه‌ای از بوم‌های ضد حریق

شکل پ.۴-۲۵- نمونه‌ای از بوم‌های جذب‌کننده نفت

شکل پ.۴-۲۶- به‌کارگیری بوم‌ها در نهرهای کوچک برای محدودسازی جریان نفت شناور

شکل پ.۴-۲۷- به‌کارگیری بوم‌ها در نهرها و رودخانه‌های بزرگ برای محدودسازی جریان نفت شناور

پ.۴-۲-۳- روش‌های بوم‌گذاری در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها

با توجه به این‌که هر حادثه نشت به درون رودخانه یک حادثه منحصر به فرد است، ملاحظات متعددی در هنگام استفاده از بوم‌ها باید در نظر گرفته شود. به‌عنوان نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آیا این روش استفاده از بوم‌ها در این حادثه عملی است و جواب می‌دهد؟
- در مقایسه با تلاش‌هایی که انجام می‌دهیم، روش انتخاب شده چقدر مؤثر است؟
- با توجه به ویژگی‌های منطقه چه روش‌های مقابله دیگری وجود دارد؟
- اثرات منفی روش انتخاب شده بر محیط‌زیست چقدر است؟
- آیا مناطق حساس اقتصادی و اجتماعی در مسیر آلودگی وجود دارد؟
- در زمان به‌کارگیری این روش چه مقدار آلودگی باید جمع‌آوری شود؟

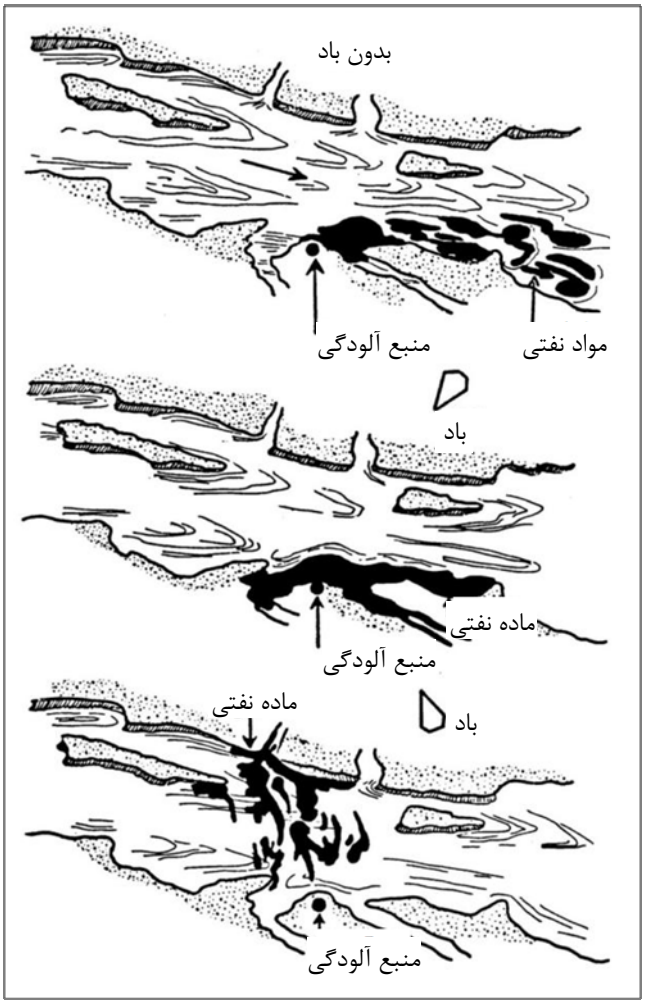
از این رو در زمان انتخاب روش مقابله نیز باید به موارد مهمی توجه داشت. مهم‌ترین عوامل موثر در انتخاب روش بوم‌گذاری برای مقابله عبارتند از:

- نوع رودخانه یا منبع آبی
- سرعت حرکت آب در آن
- ساختار و ویژگی مناطق ساحلی رودخانه
- عمق آب رودخانه یا دریاچه
- تجهیزات موجود و در اختیار
- میزان نفت نشت شده
- نیروی انسانی در اختیار
- وضعیت جوی
- فصل سال، ...

هر یک از عوامل فوق در نحوه مقابله با حادثه (به‌عنوان مثال در انتخاب و نصب بوم‌ها و جمع‌آوری نفت نشت شده تاثیر دارند. عوامل اول و دوم یعنی نوع منبع آبی و سرعت حرکت آب در آن تاثیر بسیار زیادی در نحوه نصب و به‌کارگیری بوم‌ها دارد. در رودخانه‌هایی که سرعت آب زیاد است نصب بوم با رودخانه‌هایی که در آن‌ها جریان آب کندتر است تفاوت دارد. به‌گونه‌ای که در رودخانه‌هایی که سرعت جریان آب در آن‌ها سریع است، نصب بوم‌ها باید با تکنیک‌های متفاوتی همراه است. نیروی انسانی آموزش‌دیده و نیز تجهیزات در اختیار باعث افزایش سرعت و راندمان جمع‌آوری نفت نشت شده می‌شود.

وضعیت جوی منطقه نیز تاثیر زیادی در گسترش آلودگی دارد. به‌عنوان مثال زمانی‌که باد زیادی در منطقه جریان دارد، ممکن است وزش باد سبب افزایش سرعت پخش نفت در منطقه شود یا بر عکس سبب متمرکز شدن آن در یک نقطه شود.

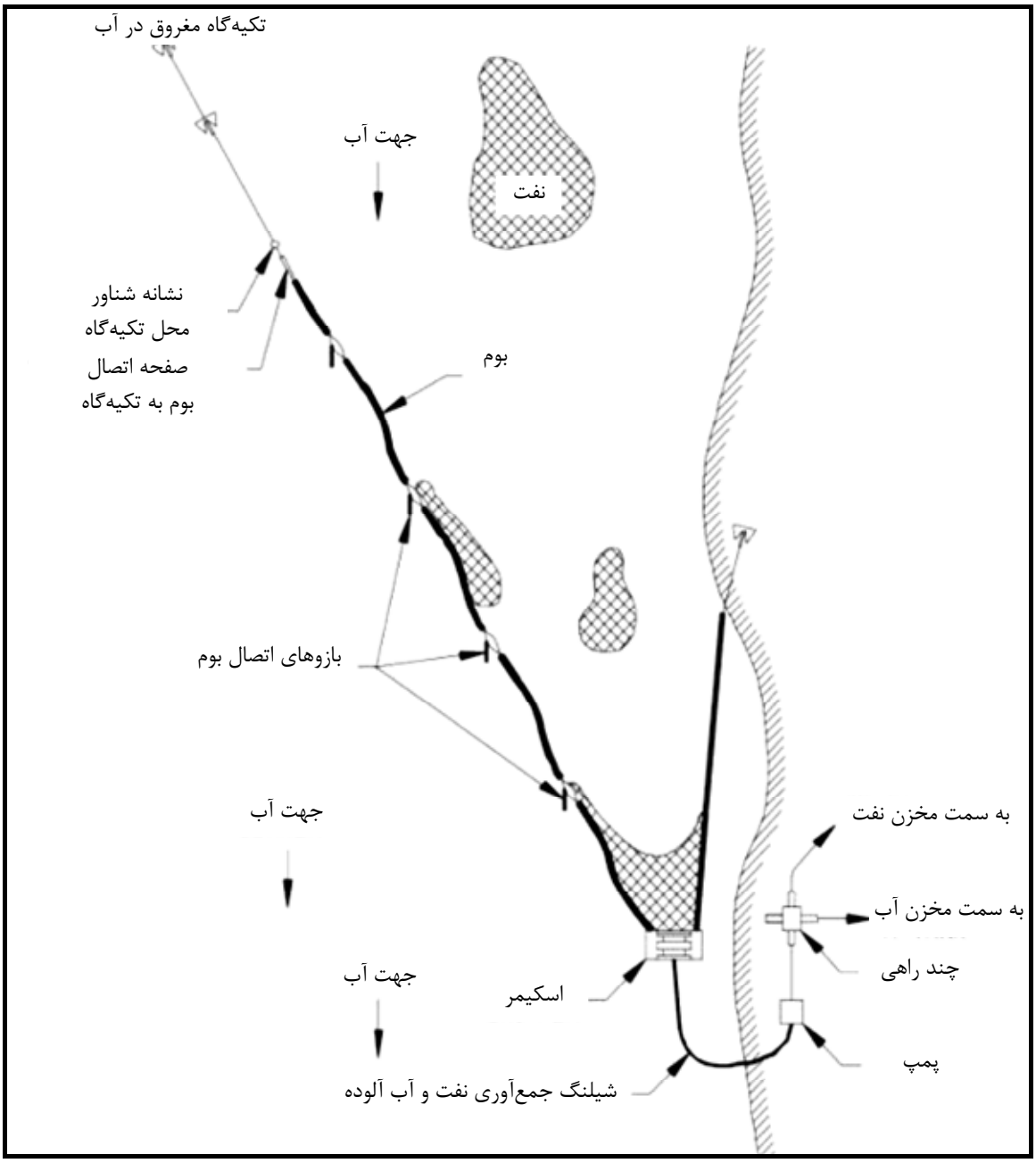
در تصویر این وضعیت نمایش داده شده است. هم‌چنان که مشاهده می‌شود زمانی که باد در منطقه می‌وزد بخش‌های مختلفی از رودخانه دچار آلودگی خواهند شد. بنابراین توجه به وضعیت جوی در منطقه عامل مهمی در تعیین نحوه گسترش و انتخاب تکنیک مقابله خواهد بود.



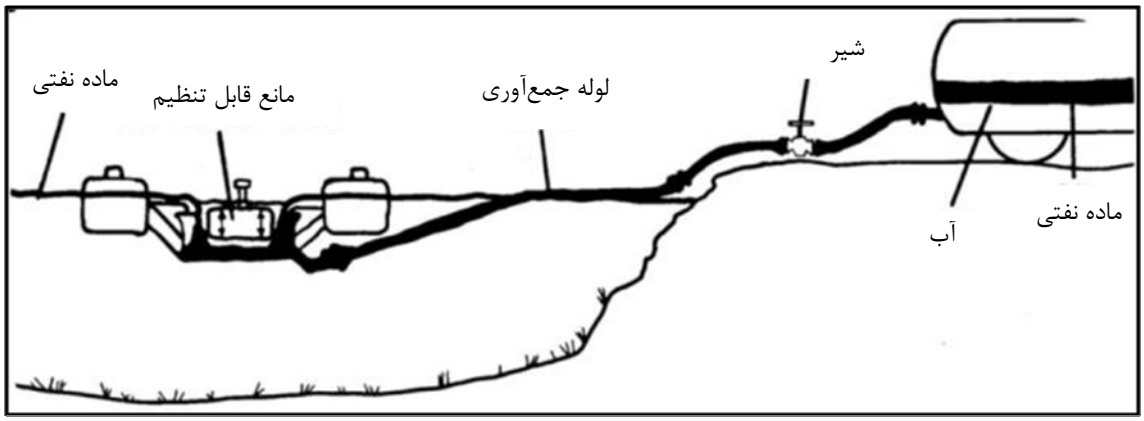
شکل پ.۴-۲۸- تاثیر باد بر حرکت نفت نشت شده در رودخانه

به این ترتیب مشاهده می‌شود که با توجه به پیچیدگی‌هایی که در هر حادثه وجود دارد مدیریت هر حادثه با حوادث دیگر متفاوت بوده و نحوه و شکل به کارگیری تجهیزات در اختیار در آن ها متفاوت خواهد بود. در ادامه این بخش اصول کلی به‌کارگیری و استفاده از تجهیزات مقابله ارائه می‌شود.

در شکل زیر نمایی از نحوه استفاده و کاربرد بوم‌ها برای جمع‌آوری نفت از سطح آب مشاهده می‌شود. با توجه به ویژگی رودخانه و تکیه‌گاه‌های در دسترس در اطراف رودخانه بوم‌ها در عرض رودخانه نصب می‌شود تا مانع گسترش آلودگی به مناطق اطراف شوند. همان‌طور که مشاهده می‌شود با لحاظ موارد ذکرشده در بالا و در نظر داشتن ویژگی‌های رودخانه، نصب بوم‌ها سبب می‌شود تا آلودگی نفتی در کنار بوم‌ها مهار شده و حرکت آن به سایر مناطق محدود شده و امکان جمع‌آوری آن با کمک پمپ‌های کف‌گیر و انتقال نفت به مخازن به وجود آید. بنابراین هم‌چنان‌که پیش از این اشاره شد جلوگیری از گسترش آلودگی نفتی از مهم‌ترین اقداماتی است که در زمان مقابله باید انجام شود.



شکل پ.۴-۲۹- نمایی کلی از روش جمع‌آوری آلودگی نفتی با کمک بوم‌ها و اسکیمرها

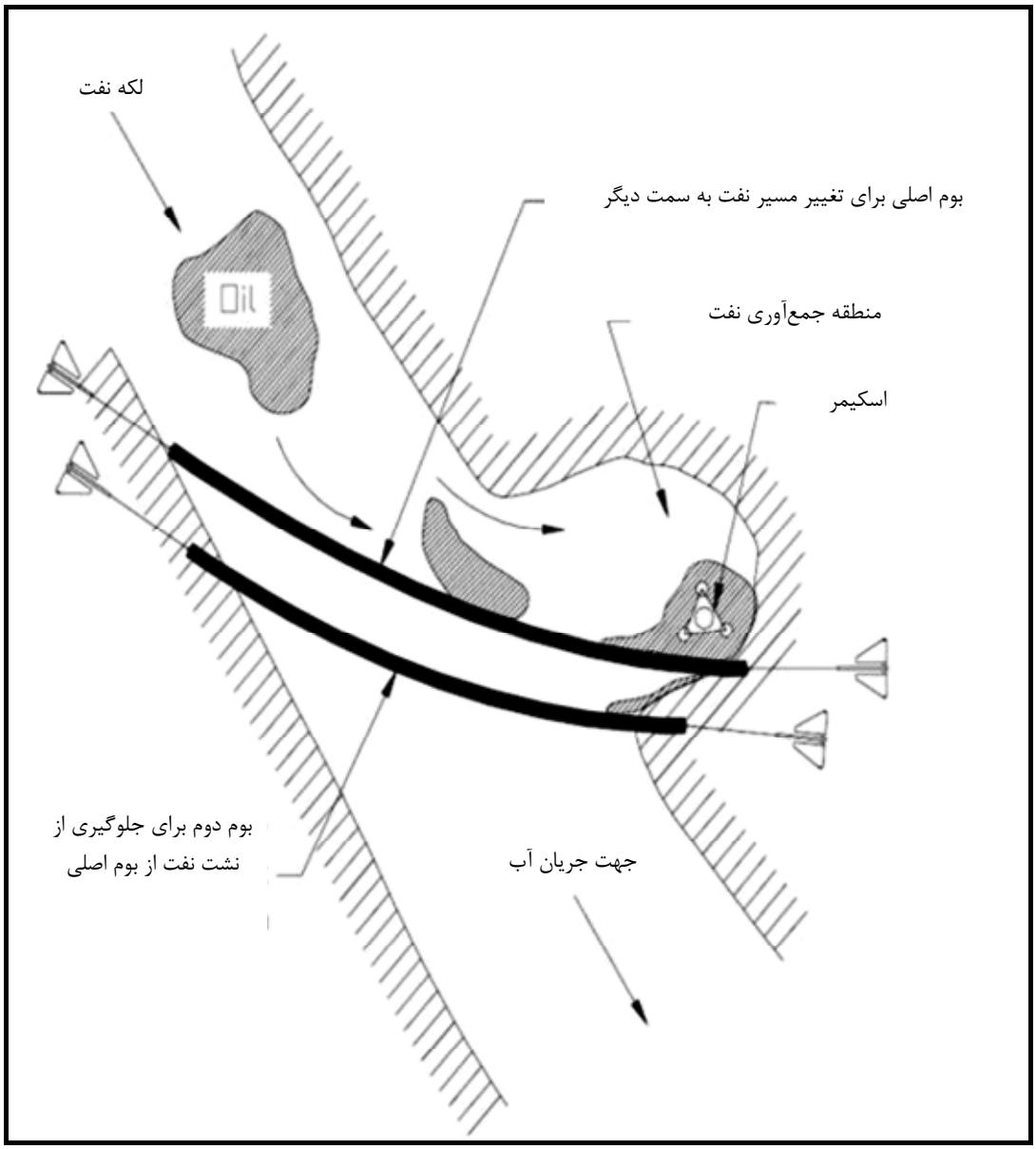


شکل پ.۴-۳۰- نمایی کلی از روش جمع‌آوری آلودگی نفتی با کمک بوم‌ها و اسکیمرها

در تصاویر زیر نحوه استفاده از بوم‌ها برای محدودسازی و جمع‌آوری نفت در رودخانه‌ها مشاهده می‌شود. در این روش ابتدا با توجه به سرعت آب، بوم‌ها نصب شده و سپس جهت آن‌ها به‌گونه‌ای قرار می‌گیرد که لکه‌های نفتی به سمتی که در آن امکان دسترسی بهتری برای نصب اسکیمرها و پمپ‌ها و نیز انتقال نفت جمع شده به مخازن وجود دارد هدایت می‌شوند. سپس با کمک اسکیمرها و پمپ‌ها نفت از سطح آب جمع‌آوری شده و همراه آب به درون تانک‌های ذخیره‌سازی و سپس تانکرهای حمل منتقل می‌شود.

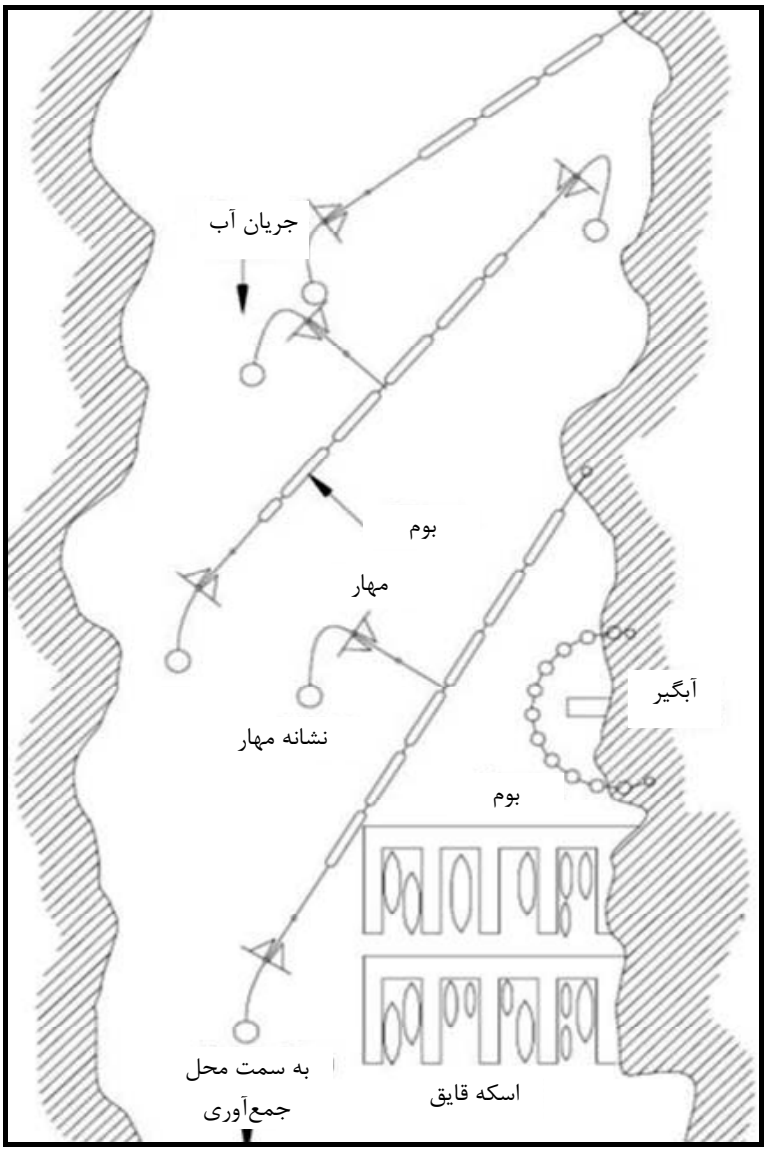
شکل پ.۴-۳۱- تکنیک به‌کارگیری بوم‌ها برای تغییر مسیر لکه نفت به منطقه خاص و جمع‌آوری نفت

تصویرهای زیر شمایی کلی از نحوه عملکرد بوم‌ها در جمع‌آوری نفت شناور نشان می‌دهد. نفت شناور توسط این بوم‌ها متوقف می‌شود و در لایه‌های ضخیم پشت این بوم‌ها روی سطح آب جمع می‌شود. سپس با کمک ابزارهای مکش این نفت به درون تانک‌های جداسازی انتقال یافته و نفت از آب آلوده جدا می‌شود و در تانکرهای مخصوص حمل نفت برای تصفیه انتقال می‌یابد. برای آن که امکان جمع‌آوری نفت با استفاده از اسکیمرها وجود داشته باشد باید ضخامت لکه نفتی که پشت بوم‌ها محصور شده است حداقل ۵ میلی‌متر باشد. زمانی که میزان آلودگی کم‌تر از این مقدار باشد، اسکیمرها کارایی خود را از دست می‌دهند.



شکل پ.۴-۳۲- نمایی از به‌کارگیری بوم‌ها برای محدود کردن و جمع‌آوری نفت‌های شناور منطقه ساحل به ساحل

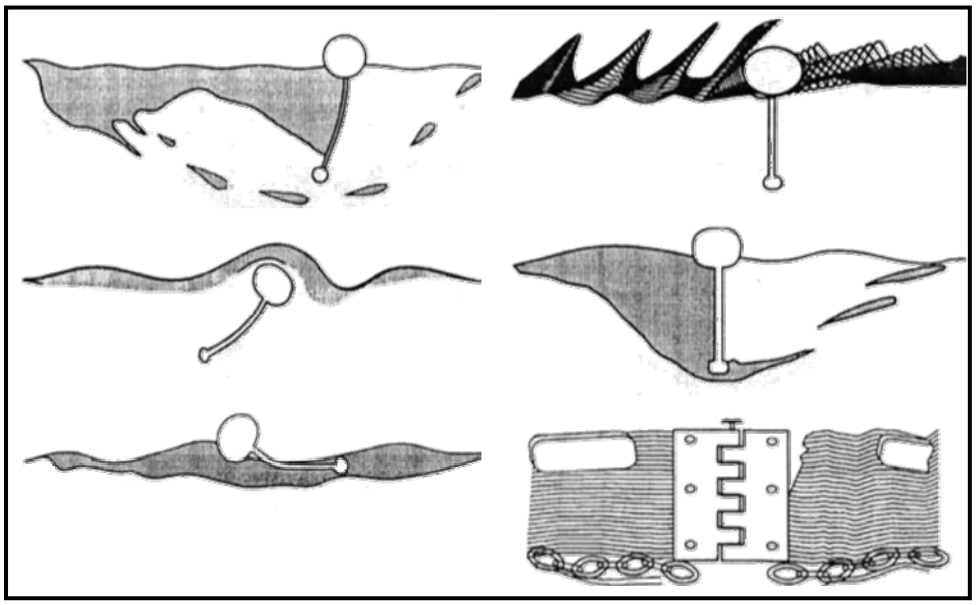
یکی از کاربردهای بوم‌ها محافظت از مناطق مهم به منظور جلوگیری از آلودگی آن‌ها توسط نفت است. در تصویر زیر نحوه استفاده از بوم‌ها را به منظور تغییر جهت آلودگی نفتی به سمت دیگر از رودخانه مشاهده می‌کنید. آب‌گیرها اسکله قایق‌ها، مناطق مسکونی و سایر تاسیسات مهمی که در مسیر آلودگی قرار دارند با کمک بوم‌ها محافظت می‌شوند. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، تغییر مسیر آلودگی به سمت دیگر رودخانه و جمع‌آوری آن در سمت دیگر یکی از کاربردهای بوم‌ها است. زمانی که دسترسی به یک سمت رودخانه راحت‌تر باشد با نصب بوم‌ها به شکلی که ملاحظه می‌شود، نفت به سمت دیگر رودخانه هدایت شده و در آن منطقه جمع‌آوری خواهد شد.



شکل پ.۴-۳۳- نمایی از به‌کارگیری بوم‌ها برای تغییر جهت مسیر نفت و محدودسازی نفت بر سطح آب

پ.۴-۲-۴- روش‌های بوم‌گذاری در رودخانه با آب‌های سریع

اصطلاح آب سریع به آب‌هایی اطلاق می‌شود که سرعت جریان آب در آن بین ۰/۵ تا ۳ متر بر ثانیه است. زمانی که سرعت جریان آب از ۰/۴ متر بر ثانیه تا ۰/۵۱ متر بر ثانیه افزایش می‌یابد (با توجه به ویژگی‌های نفت)، بوم‌ها کارایی خود را از دست می‌دهند. به همین دلیل روش بوم‌گذاری در آب‌های سریع با رودخانه‌هایی با جریان آرام متفاوت است. در رودخانه‌هایی با جریان سریع سرعت آب سبب عدم کارایی بوم‌ها و عبور نفت از بوم‌ها می‌شود. بنابراین در این رودخانه‌ها از تکنیک خاصی برای بوم‌گذاری و محدودسازی نفت و جمع‌آوری استفاده می‌شود. هم‌چنان که در تصویر زیر مشاهده می‌شود بوم‌ها در جریان تند رودخانه‌ها یا دریاچه‌های مواج کارایی ندارند و نفت از آن‌ها عبور خواهد نمود. ممکن است به دلیل سرعت آب زیاد امکان نصب بوم‌ها وجود نداشته باشد و یا ممکن است بوم‌ها در محل رودخانه نصب شوند اما آب نفت را از زیر بوم‌ها عبور دهد. تصاویر زیر این دو مشکل را نمایش می‌دهد.

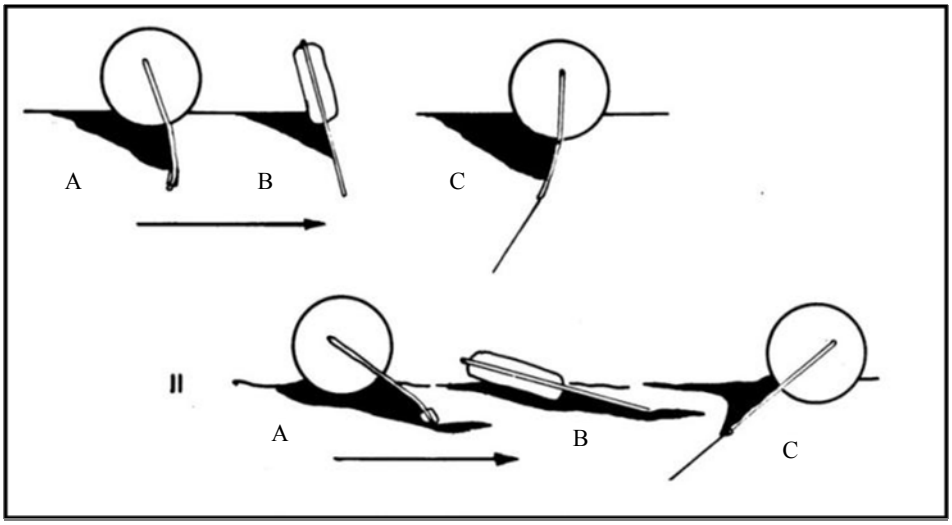


شکل پ.۴-۳۴- عدم کارایی بوم‌ها در رودخانه‌ها یا منابع آبی با جریان سریع

شکل پ.۴-۳۵- مشکلات بوم گذاری در آب‌های جاری با جریان تند یا همراه با زباله و شاخ و برگ

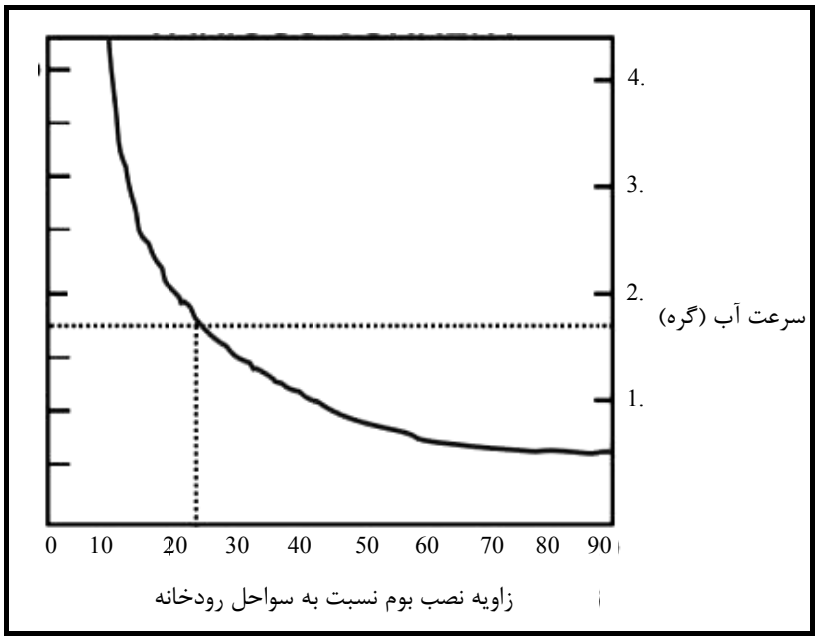
در تصویر زیر نمایی شماتیک از این وضعیت نمایش داده شده است. سه عکس بالایی در رودخانه‌ای با جریـان پـایین است و ۳ عکس پایین در رودخانه‌ای با جریان تند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در زمانی که آب رودخانه جریان آرامی

داشته باشد، نصب و عملکرد بوم‌ها راحت‌تر و کارایی آن‌ها در مقابل آلودگی زیاد است. اما زمانی که سرعت جریان آب در رودخانه افزایش می‌یابد این بوم‌ها کارایی خود را از دست می‌دهند و ممکن است به طور کامل از مدار خارج شوند و دیگر عملکردی نداشته باشند. بنابراین یکی از مهم‌ترین مواردی که در هنگام نصب بوم‌ها باید لحاظ شود، سرعت آب رودخانه است.



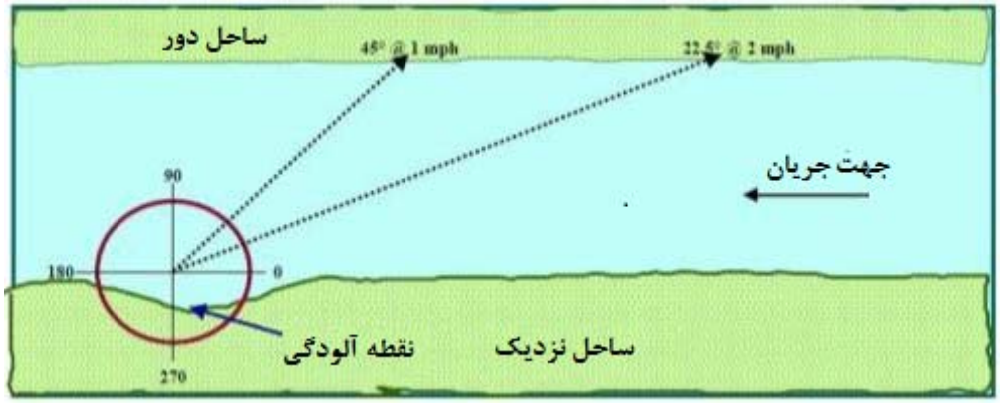
شکل پ.۴-۳۶- مشکلات بوم‌گذاری در آب‌های سریع و بی‌اثر شدن بوم‌ها

در رودخانه‌هایی که جریان آب سریع است تکنیک نصب بوم‌ها متفاوت است. در رودخانه‌های آرام بوم‌ها ممکن است حتی با زاویه ۹۰ درجه نسبت به جریان نصب شود اما در رودخانه‌های سریع باید زوایه تغییر یابد. تکینیک نصب در این شرایط به این صورت است که با افزایش سرعت جریان آب زاویه قرارگیری بوم‌ها با جریان رودخانه کاهش می‌یابد. برای افزایش کارایی بوم‌ها در جریان‌های سریع آن‌ها را در زاویه‌ای بین ۱۰ تا ۴۵ درجه درون آب قرار می‌دهند. با توجه به نمودار زیر می‌توان زاویه مناسب برای قرارگیری بوم‌ها را در آب رودخانه‌ها انتخاب نمود. در نمودار زیر همچنان‌که مشاهده می‌شود درصورتی‌که سرعت آب حدود ۰/۸ متر بر ثانیه باشد، زاویه قرارگیری بوم در آب به حدود ۳۵ درجه و اگر سرعت آب ۱ متر بر ثانیه دریایی باشد، زاویه مناسب حدود ۲۵ درجه و در سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه حدود ۱۵ درجه است. در حال حاضر بیش‌ترین سرعتی که با روش‌های سنتی امکان بوم‌گذاری در آن‌ها وجود دارد ۱/۵ متر بر ثانیه است.



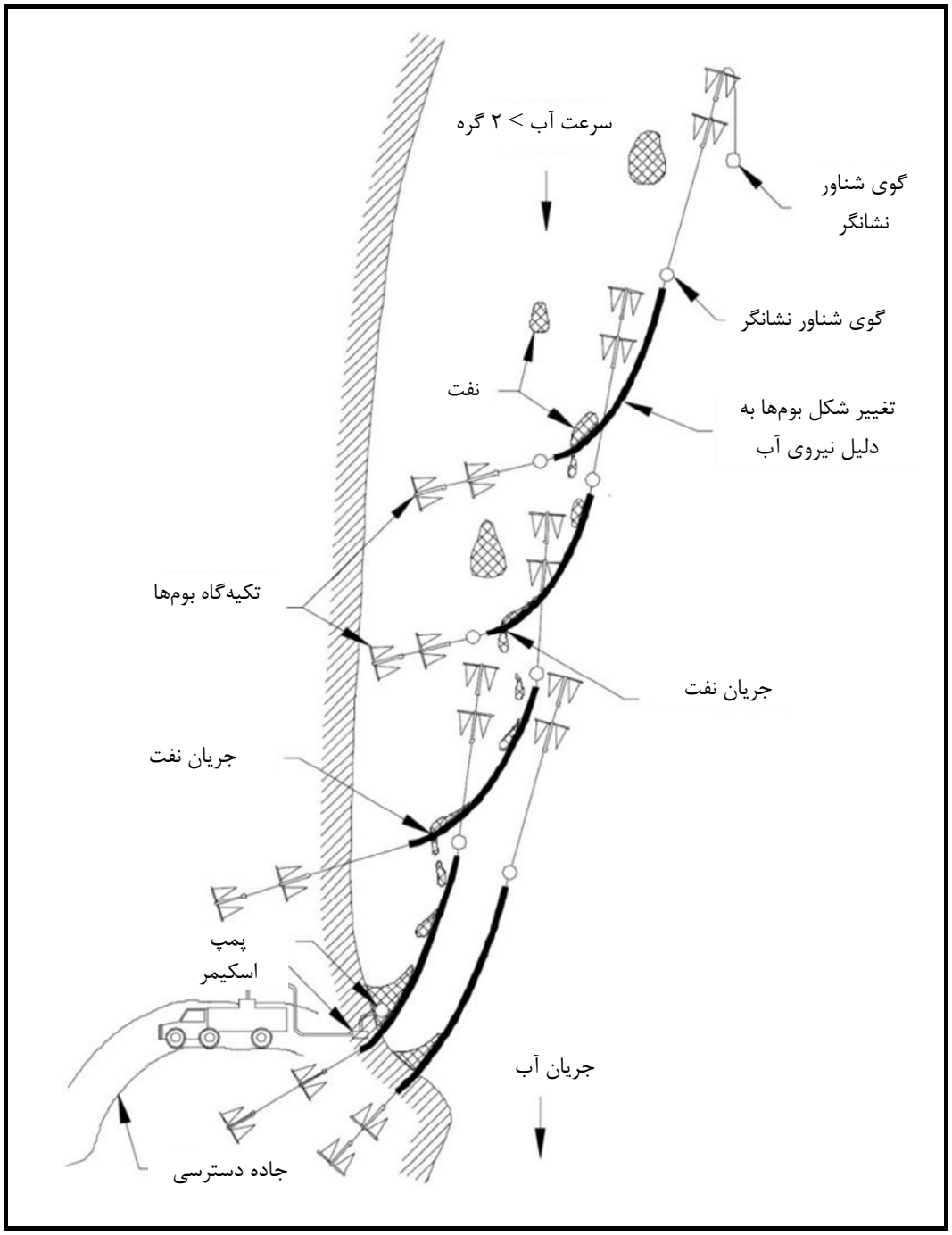
شکل پ.۴-۳۷- زاویه مناسب نصب بوم‌ها در آب‌های سریع (هر گره معادل ۰/۵۱۴ متر بر ثانیه است)

با انتخاب زاویه مناسب برحسب سرعت آب محل قرارگیری تکیه‌گاه‌ها و هم‌چنین زاویه قرارگیری آن‌ها را در سطح منطقه به صورت تقریبی انتخاب کرده و عملیات نصب بوم‌ها انجام می‌شود. نصب این سیستم در زمان مناسب و به صورت صحیح نیازمند در اختیار داشتن تجهیزات و نیروی انسانی آماده و آموزش دیده است.



شکل پ.۴-۳۸- انتخاب زاویه قرار دادن بوم در رودخانه‌هایی با آب سریع

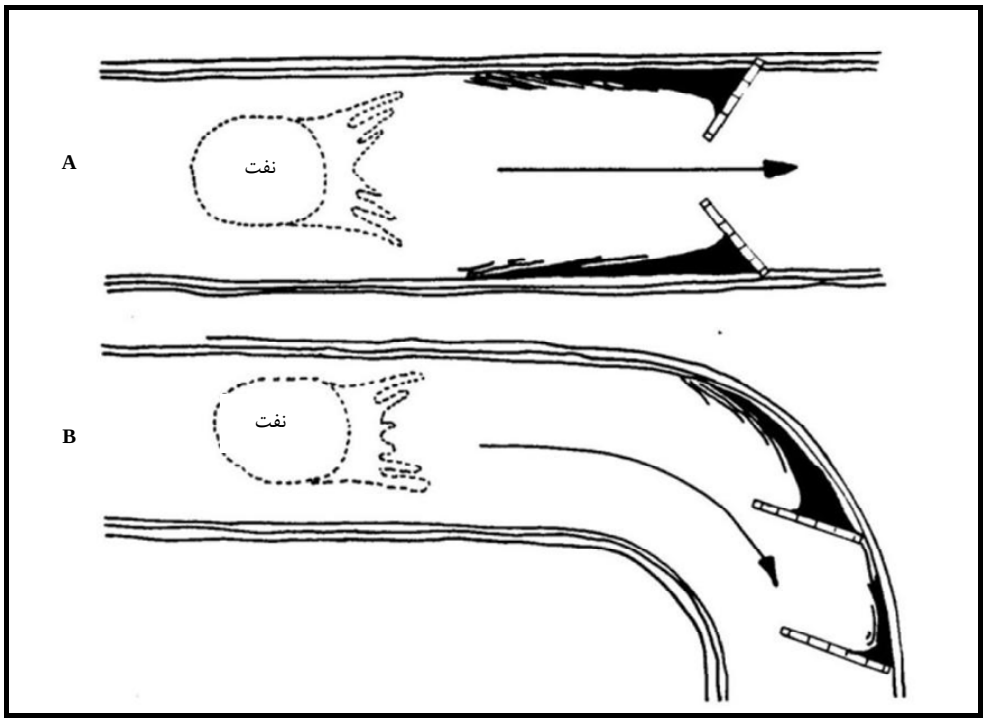
به عنوان مثال در تصویر زیر نحوه قرارگیری بوم‌ها در کناره یک دریاچه مشاهده می‌شود. ممکن است این شرایط برای یک رودخانه هم واقع باشد. در این تصویر بوم‌ها به صورت تکیه‌گاه‌های مستغرق در آب نصب شده‌اند. ممکن است در رودخانه‌ها بوم‌ها به تکیه‌گاه‌هایی در سمت دیگر رودخانه نصب شوند. در هر شرایط زاویه نصب بوم‌ها باید همانند شکل زیر به‌گونه‌ای باشد که اصطکاک کمی در مسیر آب بین بوم و جریان ایجاد شده و نیروی کمی به بوم وارد شود. به این صورت در چند مرحله نفت به سمت محل قرارگیری اسکیمرها هدایت شده و در آنجا تخلیه می‌شود.



شکل پ.۴-۳۹- نحوه بوم‌گذاری و جمع‌آوری آلودگی نفتی در آب‌های سریع

هنگامی‌که نفت در آب سریع جریان دارد این امکان وجود دارد که با درک نحوه حرکت آن همراه با آب بتوان نفت را با راندمان بیش‌تری جمع‌آوری نمود. حرکت نفت در رودخانه‌های سریع همانند شکل زیر است. در تصویر بالایی مشاهده می‌شود که نفت در کناره‌های رودخانه جریان می‌یابد و فشار آب باعث می‌شود تا نفت به سمت کناره‌های رودخانه جریان یابد. از این رو باید در نصب بوم‌ها به این نکته توجه داشت. بنابراین با نصب بوم‌ها در کناره رودخانه می‌توان نفت را با راندمان بیش‌تری جمع‌آوری نمود. هم‌چنین در محل قوس رودخانه، حرکت آب، نفت را به سمت قوس بیرونی

هدایت می‌نماید. در این شرایط نیروهای عملیاتی می‌توانند با نصب بوم‌هایی در این منطقه همانند شکل دوم نفت را جمع‌آوری نمایند.



شکل پ.۴-۴۰- نحوه حرکت و گسترش نفت در رودخانه‌ای با آب سریع

پ.۴-۲-۵- روش‌های نصب بوم‌های تجاری در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها

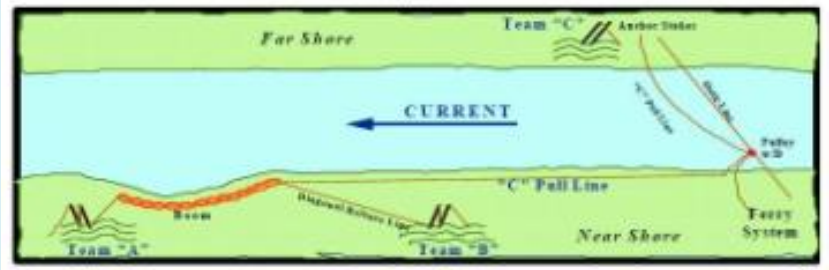
به طور کلی سه روش عمده برای نصب بوم‌ها روی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها وجود دارد. با توجه به شرایط منطقه و ابزارهای در اختیار می‌توان بوم‌ها را به سه روش زیر نصب نمود:

- نصب بوم‌ها از ساحل به ساحل (با تکیه‌گاه‌هایی در ساحل رودخانه)؛
- نصب بوم‌ها از ساحل به ساحل (با تکیه‌گاه‌هایی در درون آب)؛
- نصب بوم‌ها از ساحل به پل‌ها و سازه‌ها (با تکیه‌هایی از ساحل به سازه‌های اطراف مانند پل‌ها)

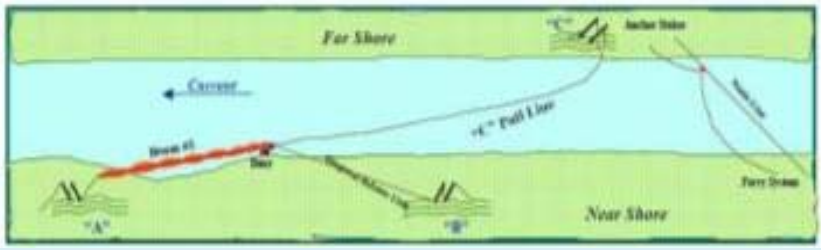
نکات ایمنی در استفاده از بوم‌ها باید همواره لحاظ شود. به دلیل جریان آب و نیرویی که به بوم‌ها اعمال می‌شود، طناب‌ها و تکیه‌گاه‌های بوم‌ها ممکن است تحت نیروی زیادی قرار داشته باشند. در زمان فعالیت افراد باید مراقب پاره شدن طناب‌ها و صدمه دیدگی ناشی از آن‌ها باشند. هم‌چنین در زمان عملیات باید برای تمام بخش‌های عملیات مسوول ایمنی توسط فرمانده عملیات تعیین شود و وی مسوولیت دارد بر اقدامات افراد نظارت کرده و تمام موارد ایمنی را در نظر داشته باشد. تمام موارد مربوط به خطرات عملیات باید در ابتدای عملیات به افراد منتقل شود و آن‌ها در این زمینه توجیه باشند. در مناطقی که احتمال آلودگی آب در بالادست رودخانه وجود دارد (مانند عبور لوله‌های انتقال نفت)، برای افزایش سرعت عملیات بوم‌گذاری تکیه‌گاه‌های ثابتی به صورت دائمی نصب می‌شود تا در هنگام نیاز به‌سرعت از آن‌ها

استفاده شود و روند عملیات به تاخیر نیافتد. در ادامه شیوه نصب بوم‌ها با کمک انواع تکیه‌گاه‌ها مشاهده به صورت گام به گام مشاهده می‌شود.

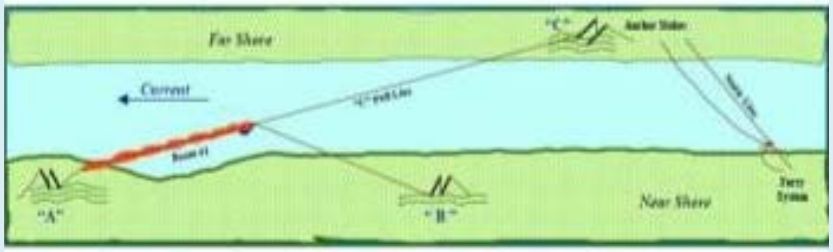
گام اول



گام دوم



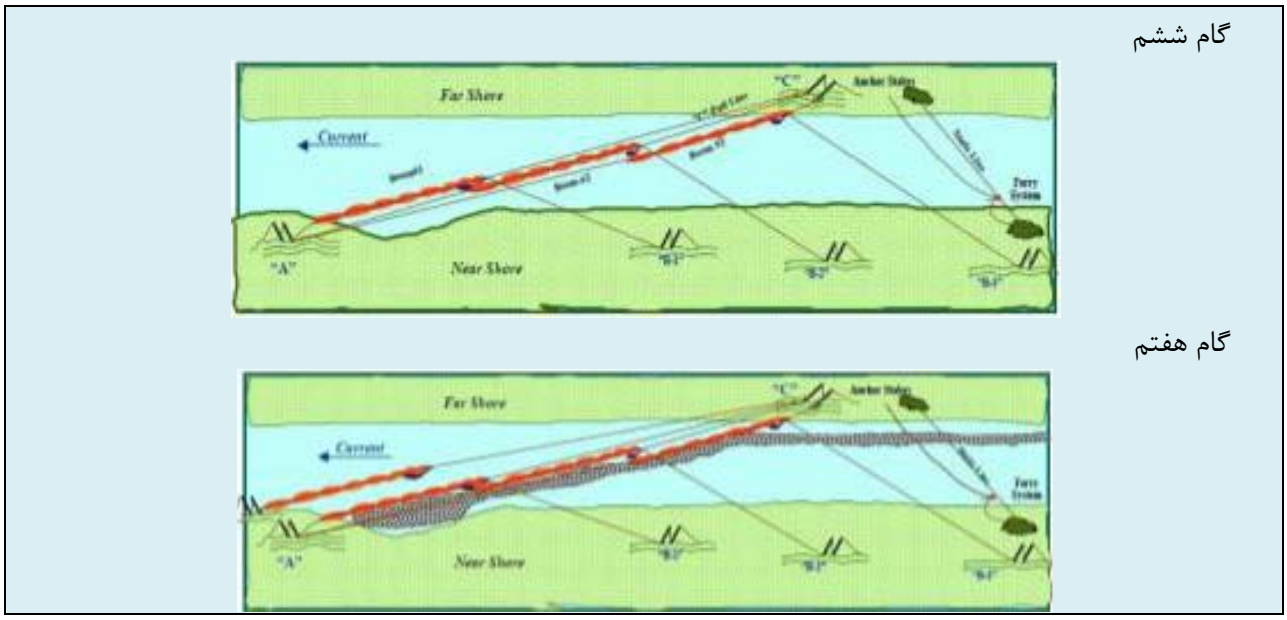
گام سوم



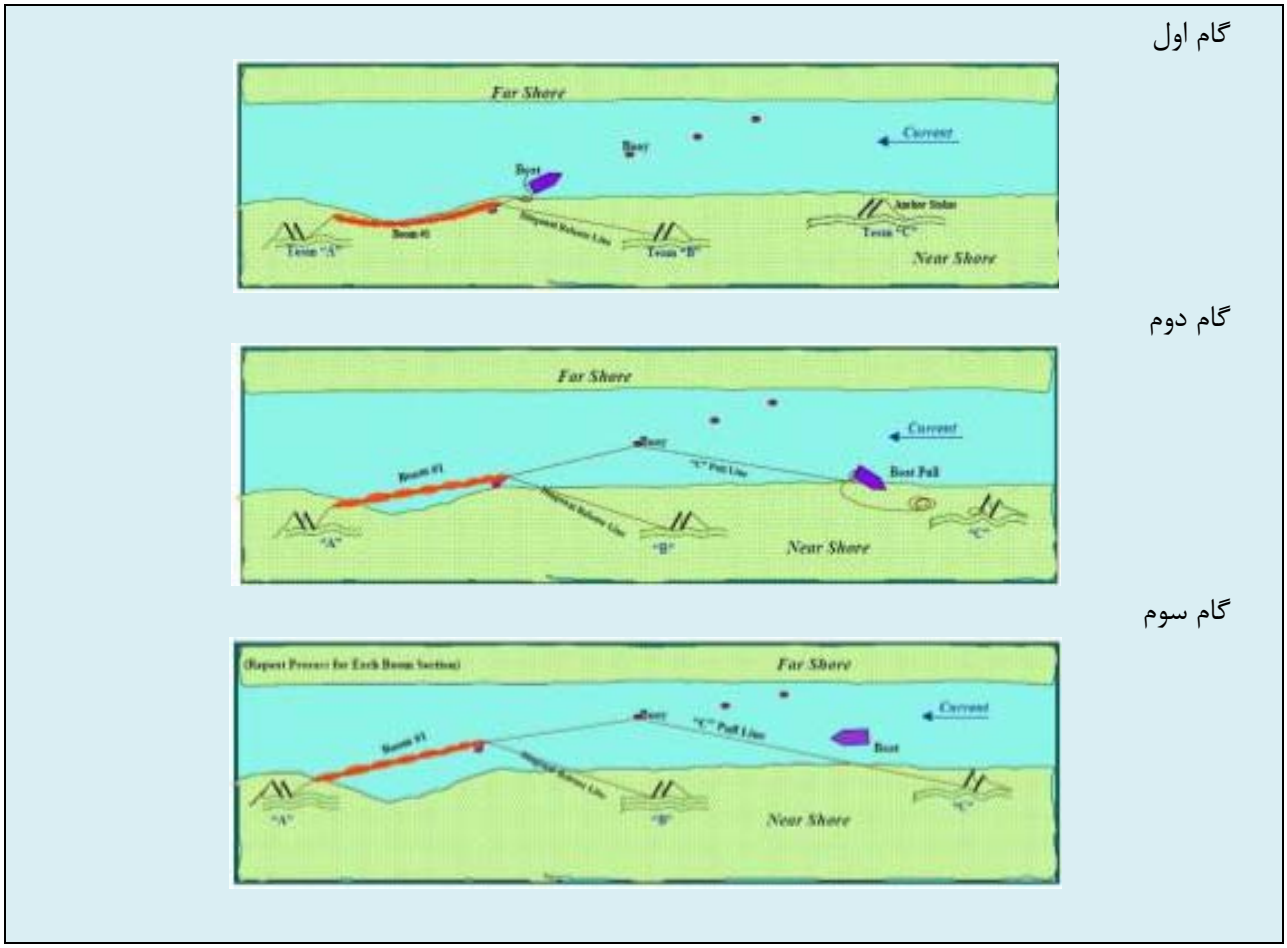
گام چهارم

گام پنجم

شکل پ.۴-۴۱- تکنیک بوم‌گذاری در آب رودخانه با جریان سریع (ساحل به ساحل)

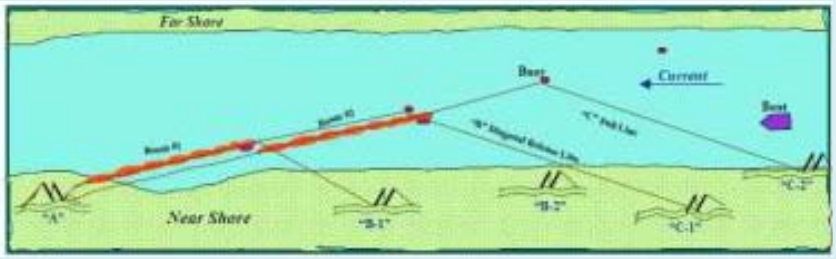


ادامه شکل پ.۴-۴۱- تکنیک بوم‌گذاری در آب رودخانه با جریان سریع (ساحل به ساحل)



شکل پ.۴-۴۲- تکنیک بوم‌گذاری در رودخانه با آب سریع (ساحل به ساحل با تکیه‌گاه در آب)

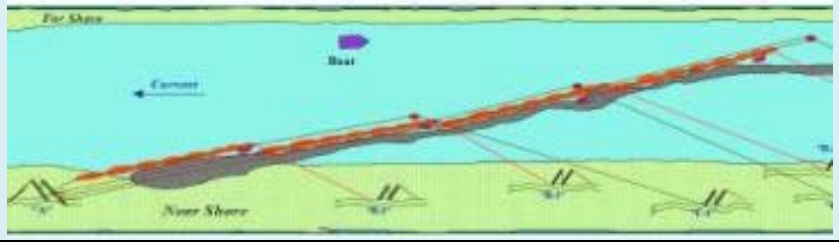
گام چهارم



گام پنجم

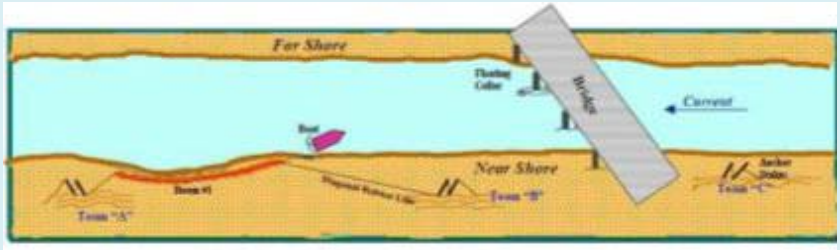
گام ششم

گام هفتم



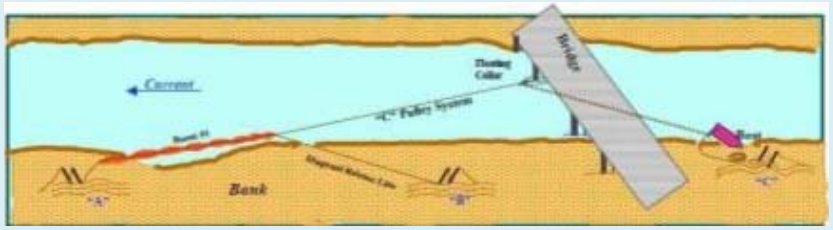
ادامه شکل پ.۴-۴۲- تکنیک بوم‌گذاری در رودخانه با آب سریع (ساحل به ساحل با تکیه‌گاه در آب)

گام اول

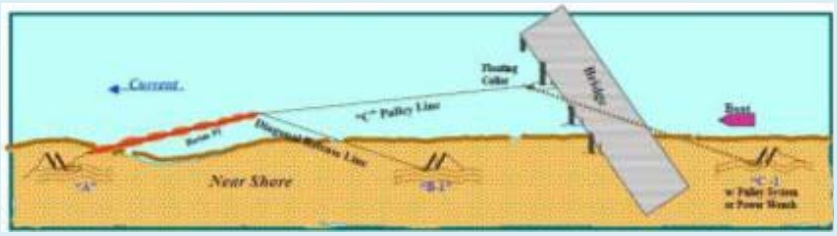


شکل پ.۴-۴۳- تکنیک بوم گذاری در رودخانه‌هایی با جریان سریع آب (از رودخانه به پل)

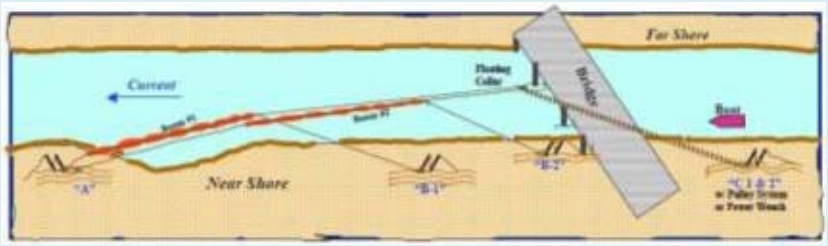
گام دوم



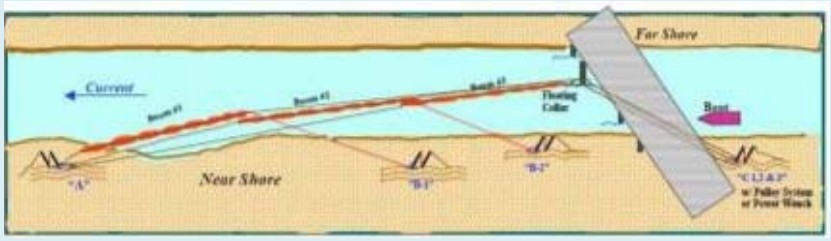
گام سوم



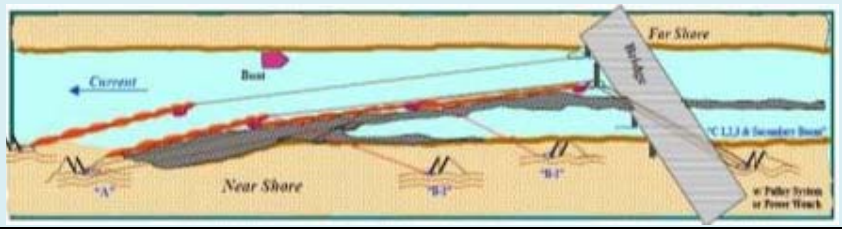
گام چهارم



گام پنجم



گام ششم



ادامه شکل پ.۴-۴۳- تکنیک بوم گذاری در رودخانه‌هایی با جریان سریع آب (از رودخانه به پل)

شکل پ.۴-۴۴- استفاده از تکیه‌گاه‌های طبیعی برای نصب بوم‌ها در مناطق ساحلی

شکل پ.۴-۴۵- انواع تکیه‌گاه‌ها در بوم گذاری (تکیه‌گاه موقت در ساحل)

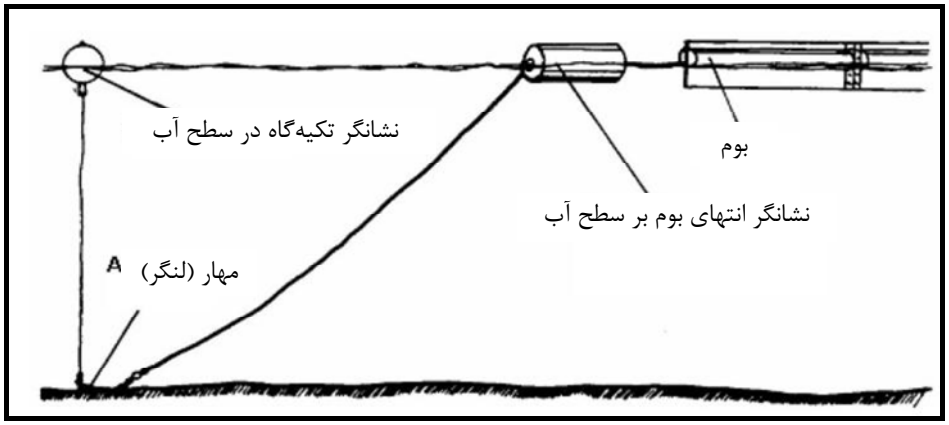
شکل پ.۴-۴۶- انواع تکیه‌گاه‌ها در بوم گذاری (ساحل به پل)

امروزه در مناطقی که به دلایل مختلف (مانند عبور خط لوله، وجود تاسیسات و پالایشگاه‌های فرآوری نفت و....) احتمال نشت نفت به رودخانه وجود دارد یا هم‌چنین در گذشته حوادث این چنینی رخ داده است، و مناطق حساسی که در پایین‌دست رودخانه وجود دارد که نباید آلوده شوند، تکیه‌گاه‌های دائمی در کناره رودخانه‌ها نصب می‌شوند تا در زمان نصب بوم‌ها به‌سرعت با کمک این تکیه‌گاه‌ها بوم‌ها نصب شود. در تصاویر زیر نمونه‌های مختلفی از آن‌ها مشاهده می‌شود.

شکل پ.۴-۴۷- نصب تکیه‌گاه‌های دائمی در کنار رودخانه‌ها به منظور افزایش سرعت بوم‌گذاری در حین مقابله

ممکن است نصب بوم‌ها در دریاچه انجام صورت گیرد. به همین منظور از تکیه‌گاه‌هایی همانند لنگر کشتی‌ها و با همان عملکرد استفاده می‌شود تا بوم‌ها در آب نصب شود. تصاویر زیر نحوه نصب بوم‌ها با استفاده از تکیه‌گاه‌های مستغرق و نیز انواع آن‌ها را نمایش می‌دهد.

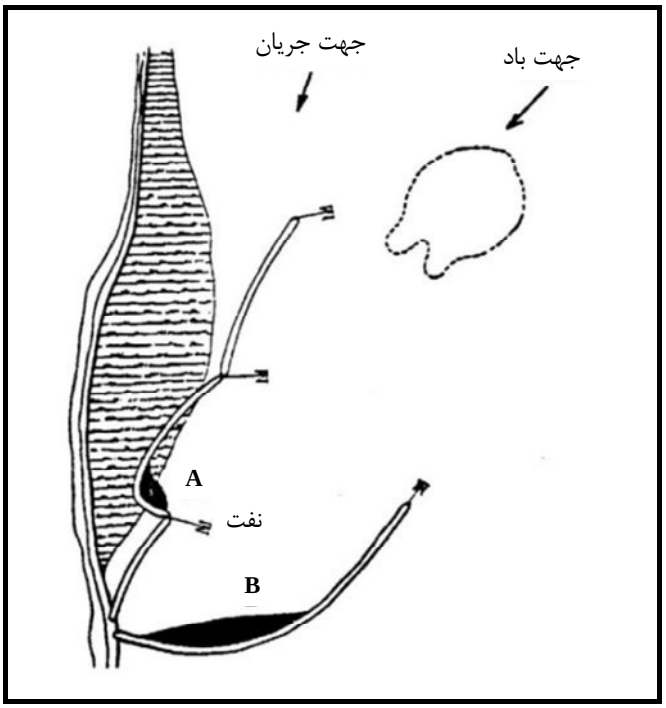
شکل پ.۴-۴۸- انواع متفاوت از لنگرها برای نصب بوم‌ها در دریاچه‌ها به‌عنوان تکیه‌گاه



شکل پ.۴-۴۹- نحوه نصب بوم‌ها در دریاچه‌ها با استفاده از تکیه‌گاه‌های مستغرق

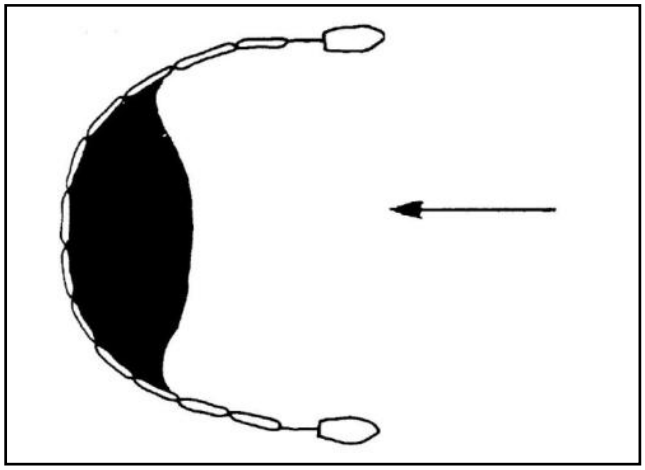
نصب نامناسب تکیه‌گاه سبب می‌شود تا اشکالاتی در سیستم مهار و جمع‌آوری نفت رخ دهد. در تصویر زیر برخی از این مشکلات مشاهده می‌شود. در این شرایط بوم‌ها ممکن است به دلیل جریان آب تغییر شکل داده و اگر به تکیه‌گاه‌ها

محکم بسته نشده باشند، ممکن است مقداری از نفت درون آن باقی بماند و جمع‌آوری نشود. هم‌چنین ممکن است بوم‌ها به دلیل نصب نامناسب خود، اجازه دهند که نفت در آن محل باقی بماند. بنابراین برای نصب بوم‌ها علاوه انتخاب محل مناسب و نیز زاویه نصب مناسب باید به این نکته هم توجه داشت که تکیه‌گاه‌ها به‌گونه‌ای نصب شوند که به بوم‌ها اجازه ندهند تا آن‌ها تغییر شکل زیادی بر اثر جریان آب داشته باشند.



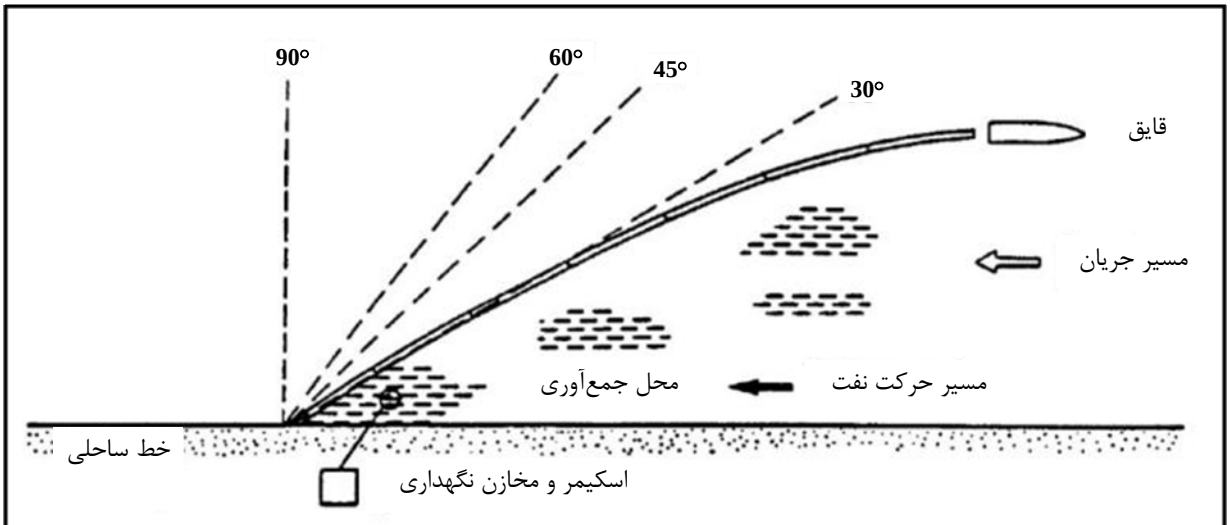
شکل پ.۴-۵۰- مشکلات ناشی از عدم نصب مناسب بوم‌ها به تکیه‌گاه‌ها

هم‌چنین ممکن است با کمک قایق‌ها و بوم‌ها نفت را از روی دریاچه جمع‌آوری و به کناره دریاچه منتقل و با کمک ابزارها آن را جمع‌آوری نمود. در این شرایط بوم در محل دریاچه نصب نمی‌شود و با کمک قایق‌ها به‌صورت شناور به محل منتقل می‌شود و نفت با کمک آن جمع‌آوری می‌شود.



شکل پ.۴-۵۱- جمع‌آوری نفت با کمک بوم‌های شناور

بوم‌گذاری در رودخانه‌ها یکی از مهم‌ترین اقدامات است. در زمان حادثه بر اساس جدول زیر باید با توجه به سرعت آب نسبت به انتخاب زاویه مناسب برای بوم‌ها اقدام شود.



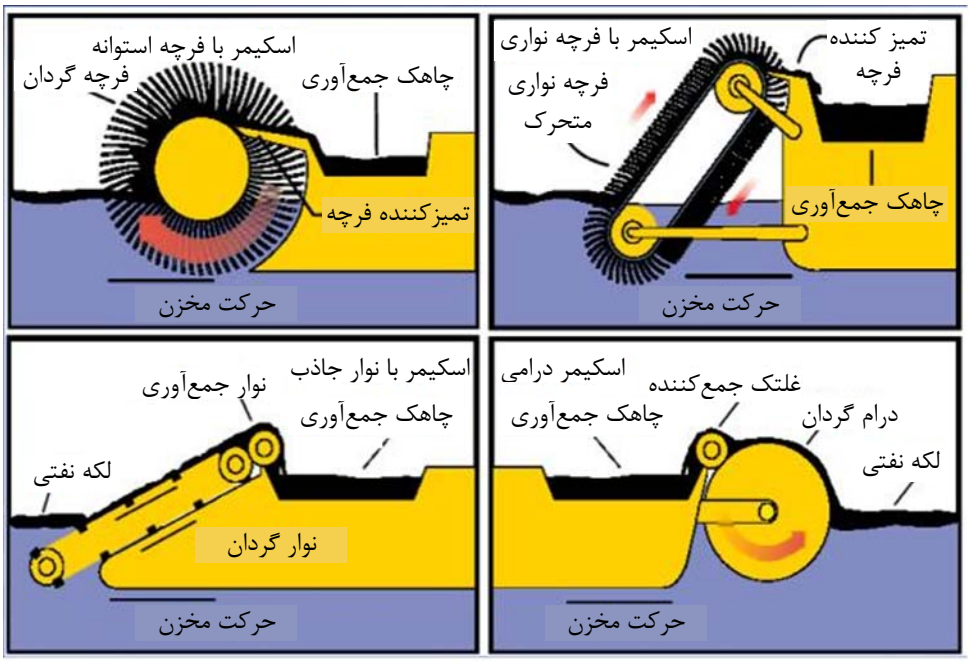
سرعت جریان Knots	m per.sec	حداکثر زاویه نصب بوم
	0.35	90
1.0	0.5	45
1.4	0.7	30
1.6	0.8	26
1.8	0.9	22
2.0	1.0	20
2.5	1.25	16
3.0	1.5	13

شکل پ.۴-۵۲- تعیین زاویه نصب بوم‌ها با توجه به سرعت جریان آب

پ.۴-۲-۶- ابزارهای کف‌گیری و طرز استفاده از آن‌ها (اسکیمرها)

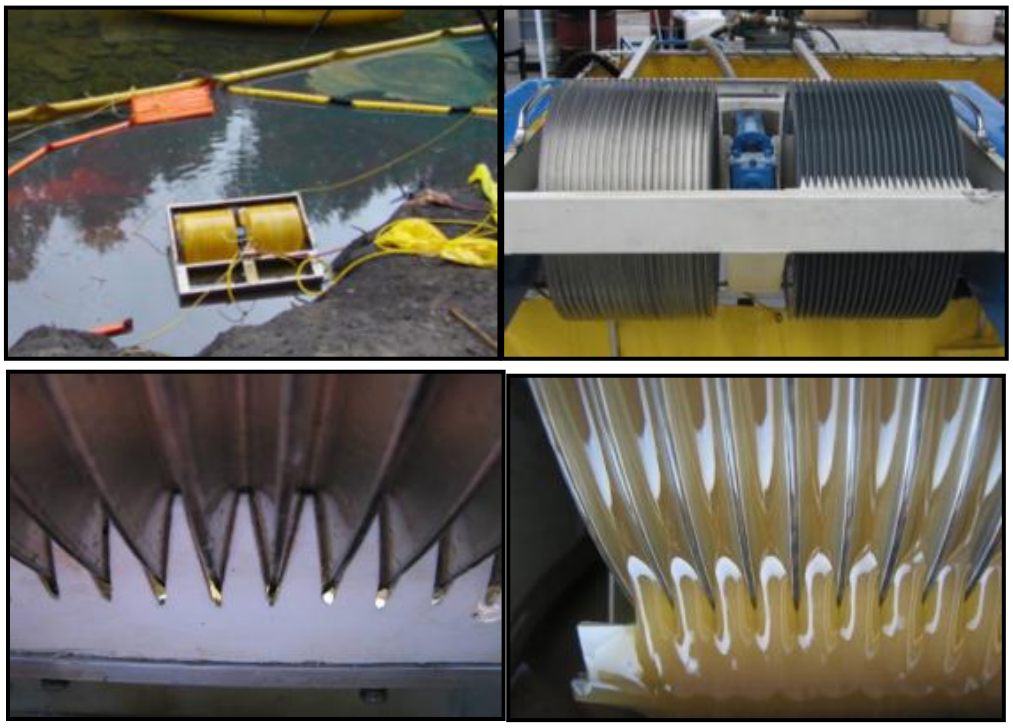
پس از بوم‌ها که منظور جلوگیری از گسترش آلودگی استفاده می‌شوند، اسکیمرها مهم‌ترین ابزارهای مقابله با آلودگی نفتی در آب‌ها هستند. این ابزارها به منظور جمع‌آوری نفت از سطح آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. اسکیمرها به‌طور وسیعی با ابزارهای محدودسازی (مانند بوم‌ها) مورد استفاده قرار می‌گیرند. بوم‌ها نفت را بر سطح آب محدود کرده و آن‌ها را در یک مکان متمرکز می‌نمایند، زمانی که غلظت نفت زیاد شد با استفاده از انواع اسکیمرها نفت را از سطح آب جمع‌آوری می‌کنند.

در تصویر زیر انواع مختلفی از اسکمیرها و روش کار آن‌ها را مشاهده می‌کنید. این ابزارها در اندازه و توان‌های مختلف تهیه شده‌اند و می‌توانند به روی کشتی یا قایق یا به صورت دستی در نزدیکی سواحل رودخانه‌ها و یا دریاچه‌ها و تالاب‌ها مورد استفاده قرار بگیرند.

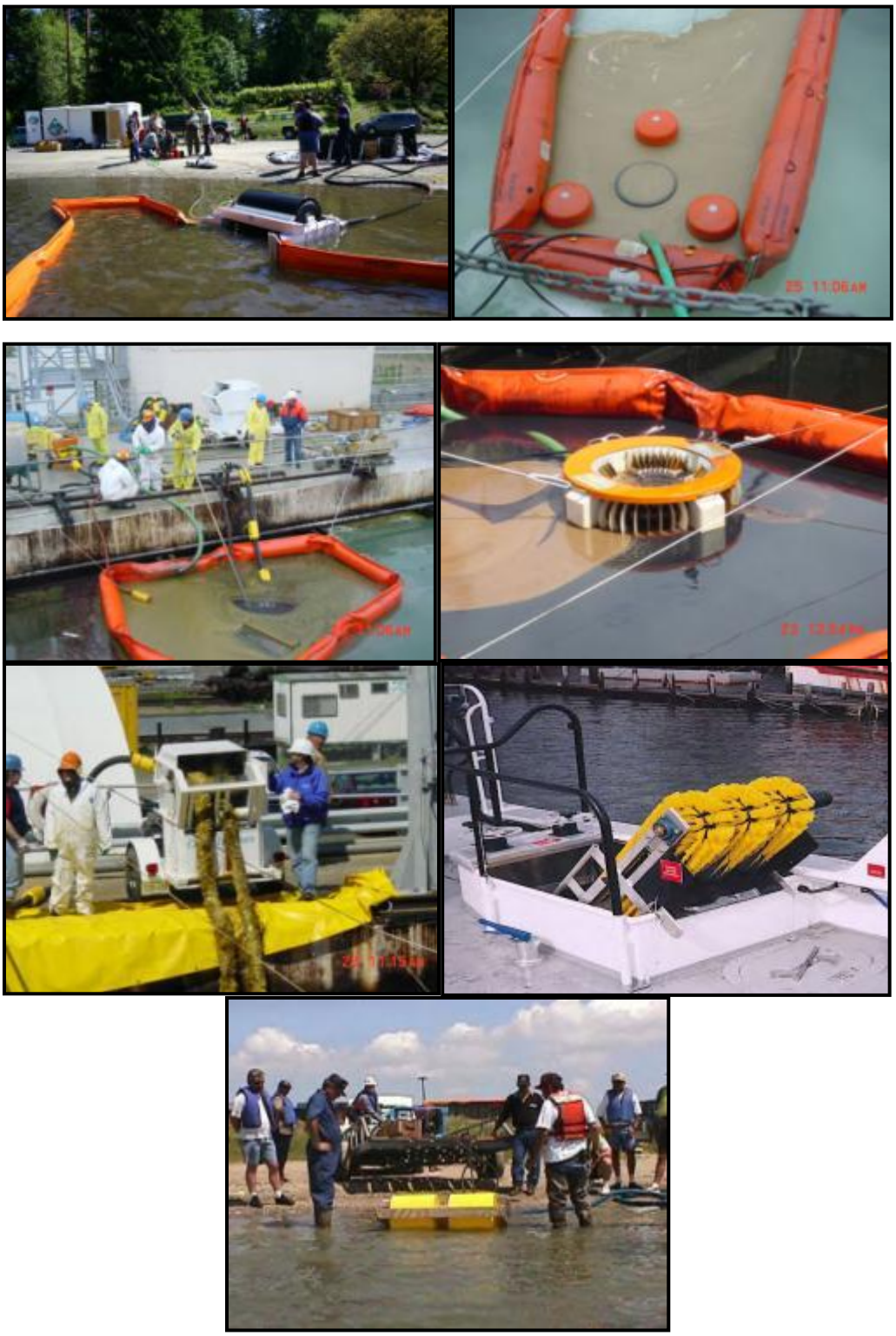


شکل پ.۴-۵۳- انواع مختلف اسکیمرها (غلتکی، نواری، پره‌ای و برسی)

اساس کار این ابزارها شبیه به یک‌دیگر است. آن‌ها نفت را به صورت مکانیکی با استفاده از برس‌ها، نوارها، غلتک یا تسمه‌نقاله‌های متحرک از سطح آب جابه‌جا کرده و به درون محفظه‌ای منتقل می‌نمایند. با تعبیه تیغه‌های نفت از سطح این برس‌ها، یا غلتک‌ها جدا شده و در پشت آن‌ها درون محفظه‌ای جمع می‌شود. نفت جمع‌آوری شده درون این محفظه‌ها، سپس با استفاده از ابزارهای مکش به درون تانک‌های مخصوص جمع‌آوری می‌شود و بعد از آن آب آلوده و نفتی از یک‌دیگر جدا شده و نفت بازیابی می‌شود.



شکل پ.۴-۵۴- یکی نمونه از اسکیمر غلتکی و روش جدا کردن نفت توسط آن‌ها

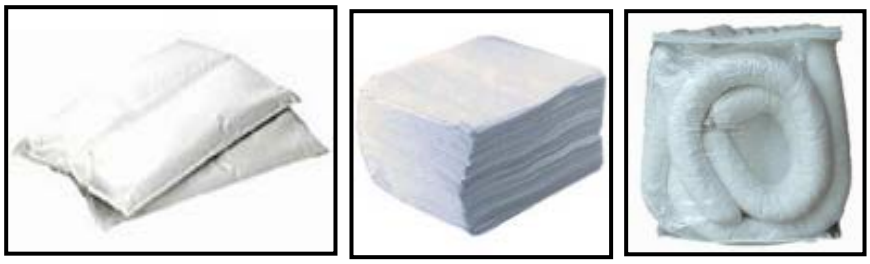


شکل پ.۴-۵۵- انواع اسکیمرها و کاربرد آن‌ها

پ.۴-۲-۷- سایر تجهیزات مقابله با آلودگی نفتی

پ.۴-۲-۷-۱- ابزارهای جاذب‌های نفت

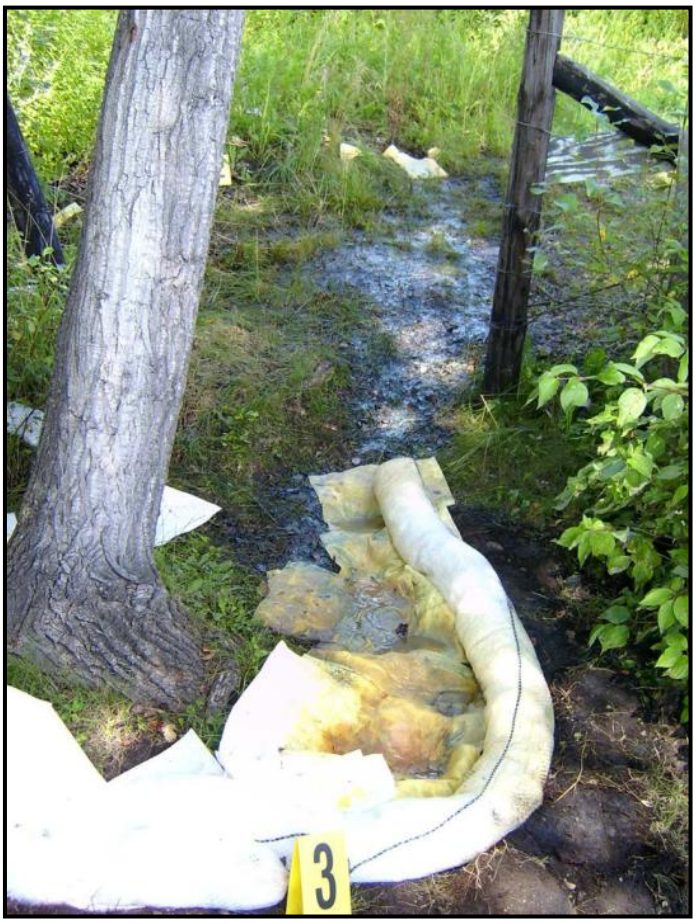
در کنار بوم‌ها و اسکیمرها ابزارهای متنوع دیگری نیز هستند که مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این بخش مروری بر این ابزارها و طرز کار آن‌ها خواهیم داشت. بعد از مهار و جلوگیری از گسترش آلودگی، مرحله جمع‌آوری آلودگی با استفاده از مواد جاذب نفت است. در این مرحله با استفاده از ورقه‌ها، بوم‌ها و بالشتک‌های جاذب نفت، آلودگی که توسط بوم‌ها مهار شده است از سطح آب جمع‌آوری می‌شود. با توجه به عوارضی طبیعی و تاسیساتی که در کنار رودخانه یا دریاچه سد امکان آلودگی دارد، اشکال مختلفی از جاذب‌های نفت به شکل پدها و بوم‌ها و ورقه‌ها کاربرد دارد. هرچند شکل ظاهری این ابزارها با یک‌دیگر تفاوت‌هایی دارند، اما در عمل این مواد وظیفه جذب نفت تا چندین برابر وزن خود را بر عهده دارند. این ابزارها بعد از جذب نفت توسط افراد از سطح آب جمع‌آوری و معدوم می‌شوند.



شکل پ.۴-۵۶- نمونه‌ای از بوم‌های جاذب، پدها و ورقه‌های جاذب نفت

شکل پ.۴-۵۷- نمونه‌ای از کاربرد بوم‌ها و ورقه‌های جاذب نفت

شکل پ.۴-۵۸- کاربرد بوم‌های مهار، بوم‌های جاذب و ورقه‌های جاذب نفت در کنار هم



شکل پ.۴-۵۹- کاربرد بوم‌های مهار، بوم‌های جاذب و ورقه‌های جاذب نفت در کنار هم

شکل پ.۴-۶۰- کاربرد بوم‌های مهار، بوم‌های جاذب نفت در کنار هم

پ.۴-۲-۷-۲- قایق‌ها مخصوص عملیات

فعالیت در رودخانه‌های بزرگ و یا دریاچه سدها نیازمند به کارگیری قایق‌های مناسب برای انتقال نیروها و تجهیزات به روی دریاچه است. این قایق به گونه‌ای طراحی شده‌اند که امکان انتقال و استفاده از بوم‌ها و یا اسکیمرها و نیز مخزن‌های جمع‌آوری نفت توسط آن‌ها وجود داشته باشد. در تصاویر زیر نمونه‌ای از این قایق‌ها و نحوه فعالیت افراد بر روی آن‌ها مشاهده می‌شود.

شکل پ.۴-۶۱- ابزارهای آماده به کار در داخل قایق‌های مخصوص برای افزایش سرعت عملیات مقابله

پ.۴-۲-۷-۳- مواد شیمیایی مقابله با آلودگی نفتی

هم‌چنان که پیش از ذکر شد انواع متفاوتی از مواد شیمیایی به منظور مقابله و پاک‌سازی مناطق آلوده تولید شده‌اند که توسط نیروهای عملیاتی و با توجه به ویژگی‌های هر حادثه مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد شامل مواد ژل ساز، مواد جدا کننده، مواد سفت کننده و... هستند که با توجه به ویژگی‌ها منطقه و ماده آلاینده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پ.۴-۲-۷-۴- ابزارهای جمع‌آوری آلودگی‌ها

پس از پایان عملیات و یا در زمان تعویض شیفت نیروهای عملیاتی لازم تا ابزارها و پوشاک آلوده آن‌ها در محل‌های مخصوصی دپو شده و از گسترش آلودگی به سایر مناطق جلوگیری به عمل آید. بنابراین لازم است تا این ابزارها و پوشاک آلوده بعد از انجام عملیات به شکل مناسبی بازیابی شوند.

شکل پ.۴-۶۲- جمع‌آوری و دفع مناسب لباس‌ها و تجهیزات آلوده

پ.۴-۲-۷-۵- مخازن جمع‌آوری نفت و آب و آلوده

پس از محدود کردن نفت بر روی سطح آب با استفاده از بوم‌ها و یا سایر تجهیزات صحرایی لازم است تا این نفت از محیط خارج شود و به صورت مناسبی بازیابی شود. برای جمع‌آوری این نفت‌ها و انتقال آن‌ها به مکان‌های بازیابی نیاز به مخازن ثابت، شناور و یا متحرکی است تا در کنار رودخانه، بر روی رودخانه و یا نزدیک‌ترین جاده به محل حادثه قرار گرفته و با استفاده از پمپ‌ها نفت را به درون آن انتقال داده و از منطقه خارج نمایند. در تصاویر زیر نمونه‌های مختلفی از آن‌ها مشاهده می‌شود.

شکل پ.۴-۶۳- انواع متفاوتی از مخازن جمع‌آوری نفت و آب آلوده در اندازه‌های مختلف

پ.۴-۲-۷-۶- کانتینرهای مخصوص حمل ابزارها

استفاده از کانتینرهای سیار برای انتقال سریع‌تر تجهیزات به محل حادثه در کوتاه‌ترین زمان ممکن یکی از روش‌هایی است که در حال حاضر توسط تیم‌های عملیاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تصاویر زیر نمونه‌ای از این کانتینرهای حمل تجهیزات به محل حادثه مشاهده می‌شود.

شکل پ.۴-۶۴- ابزارهای آماده به کار در داخل کانتینر برای استفاده سریع در محل حادثه

پ.۴-۲-۷-۷- ابزارهای ایمنی شخصی

به منظور رعایت ایمنی نیروهای عملیاتی لازم است تا حداقلی از تجهیزات تهیه شده و در اختیار آن‌ها قرار بگیرد تا در زمان مقابله با آلودگی نفتی از این تجهیزات استفاده نمایند. پوشاک مناسب، عینک محافظ، دستکش و در صورت نیاز ماسک از مهم‌ترین ابزارهای ایمنی فردی در حوادث مقابله با آلودگی نفتی هستند.

شکل پ. ۴-۶۵- حداقل تجهیزات ایمنی شخصی مقابله با آلودگی نفتی

پیوست ۵

طرح و برنامه‌ریزی مانور برای تیم‌های عملیاتی و حوزه تصمیم‌گیری

پ.۵-۱- کلیات

از آن‌جا که بلایا و شرایط اضطراری واقعی همواره اتفاق نمی‌افتد، افرادی که در شرایط بحرانی، اضطراری و وقوع بلایا عهده‌دار مسوولیت می‌باشند، از فرصت کافی جهت کسب تجربه در زمینه نحوه مقابله موثر و کارآمد با این شرایط برخوردار نمی‌باشند. به علاوه برنامه‌ریزان به ندرت از شانس واقعی برای ارزیابی میزان اثربخشی طرح مقابله خود برخوردار هستند. واضح است که انتظار برای وقوع شرایط بحران واقعی جهت ارزیابی و آزمایش میزان آمادگی و کارآمدی برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته، کار غیرعاقلانه‌ای است، بنابراین برگزاری مانور (که گاهی از آن می‌توان به عنوان شبیه‌سازی شرایط واقعی نیز نام برد) می‌تواند برای رفع این خلا تا میزان قابل ملاحظه‌ای موثر باشد. در حین برگزاری مانور، شبیه‌سازی شرایط واقعی این امکان را برای مدیران بحران فراهم می‌آورد که نسبت به ارزیابی مهارت‌ها و میزان اثربخشی طرح‌ها و برنامه‌ریزی‌های از قبل صورت گرفته مبادرت ورزند [۱۳،۱۴].

در کاربرد نظامی، مانور به معنای انجام ماهرانه و هوشمندانه حرکات و جابه‌جایی نفرات و تجهیزات است. مانور مدیریت بحران یا شرایط اضطراری نیز تمرین به‌کارگیری نیروها و تجهیزات برای مقابله با بحران فرضی توسط افراد مسوول است. بدیهی است که در حوادث واقعی بهتر از زمان مانور می‌توان قابلیت‌ها را آزمود و اصولا از حوادث مختلف واقعی و نحوه مقابله با آن‌ها می‌توان به عنوان نوعی مانور استفاده نمود. با انجام مانور می‌توان جنبه‌های مختلف مقابله با بحران ازجمله اطلاع‌رسانی، تصمیم‌گیری، هماهنگی، برقراری ارتباطات و هدایت‌پذیری نیروها را تمرین کرد و هم‌چنین اطلاعات لازم برای هماهنگ نمودن برنامه‌های هر یک از سازمان‌های مسوول در مدیریت شرایط اضطراری را فراهم نمود [۵].

درواقع مانور، بخشی یکپارچه از آموزش است که پرسنل را در راستای انجام کارکردهای خود در شرایط واقعی وقوع بحران آماده می‌نماید. مدیریت مانور یک فرآیند گام‌به‌گام نیست، بلکه نیازمند بازنگری و تجدیدنظر در حین اجرا و پیاده‌سازی فرآیند است. شرکت‌کنندگان در مانور، تجارب و آموزش‌های کسب شده خود را در یک تمرین نمایشی از رویداد واقعی به کار می‌گیرند، که امید است هیچ وقت اتفاق نیفتد اما لازم است که برای مقابله موثر با آن، آمادگی‌های لازم ایجاد شده باشد. برای طراحی یک برنامه اجرای مانور، تصور اجرای یک تئاتر در ذهن، بسیار موثر خواهد بود [۱۴].

در این بخش از گزارش اجزای اصلی مانورها با رویکرد به کارگیری آن‌ها در بخش آب و مقابله با حوادث آلودگی ناشی از ورود نفت خام و فرآورده‌های آن به درون آب تشریح می‌شود. در بخش پیوست‌ها نیز معرفی سیستم فرماندهی حادثه و نیز یک سناریو فرضی از ورود آلودگی به رودخانه و دریاچه سد ارائه شده است.

پ.۵-۲- اهداف مورد انتظار از طراحی و اجرای مانور آلودگی نفتی در بخش آب

تجربه نشان داده است که هرگونه عملیاتی برای مقابله با شرایط واقعی بحران، بدون اجرای تمرین‌ها و مانورهای مناسب قبلی با ریسک‌های قابل ملاحظه‌ای همراه است. به عنوان نمونه بسیاری از افراد از مسوولیت‌های خود در این‌گونه شرایط هیچ نوع اطلاعی نداشته و علاوه بر آن نخواهند توانست عکس‌العمل مناسبی در برابر شرایط مختلف بحرانی از خود نشان

دهند. هم‌چنین ممکن است در برابر تجهیزات، روش‌ها و دستورالعمل‌ها به خوبی عمل ننمایند. چنین ریسک‌هایی برای سازمان‌های مسوول در بخش منابع آب غیرقابل پیش‌بینی می‌باشند، در واقع اگر شرایطی فراهم نگردد که در آن امکان ارزیابی توانمندی پرسنل و تجهیزات فراهم نباشد، نمی‌توان نسبت به عملکرد آن‌ها اطمینان حاصل نمود [۱۸، ۱۷].

با توجه به نفت‌خیز بودن کشور ایران و هم‌چنین وجود شبکه گسترده و طولانی و با طول عمر بالا از خطوط لوله انتقال مواد نفتی، و پایین بودن استانداردها، آلودگی منابع آبی به نفت و مواد نفتی بسیار محتمل است. در چند سال اخیر نیز حوادث مشابهی از بروز آلودگی ناشی از شکست خطوط لوله انتقال نفت و ورود مواد نشتی به رودخانه‌ها ایجاد شده است که اثرات منفی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی زیادی به همراه داشته است. نمونه‌هایی از این حوادث در فصول قبل تحت عنوان تجارب داخلی مورد بررسی واقع شدند. نتیجه ارزیابی واکنش سازمان‌های مسوول در مورد این حوادث نشان داده است که این سازمان‌ها در زمان حادثه یا از آمادگی مناسبی برای مواجه با بحران برخوردار نبوده و یا با سایر ارگان‌ها و سازمان‌های ذی‌ربط از هماهنگی مناسبی برخوردار نبوده‌اند [۲،۵،۱۳،۱۴].

برگزاری مانورها راهی مناسب و کارآمد برای اثبات نقش هماهنگی و همکاری‌های عمومی برای مقابله با شرایط اضطراری در چنین حوادثی است. تجربیات موجود نشان می‌دهد، در مواردی که قبل از وقوع بحران مانورهای مناسبی به خصوص در مقیاس کامل با مشارکت عموم مردم برگزار شده است، میزان خسارات و تلفات بحران‌های واقعی را تا میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش داده است.

عموم سازمان‌های مسوول در بخش آب، همانند سایر بخش‌های خدمات در قبال مشترکین خود از مسوولیت‌های متعددی برخوردارند که برخی از آن‌ها عبارتند از:

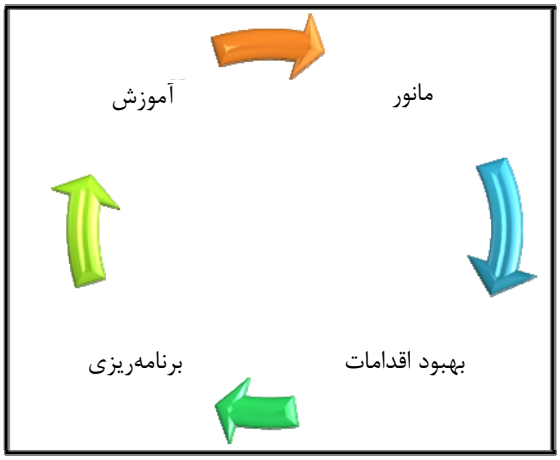
- تضمین امنیت آب و بهداشت آب مردم
- آموزش مشترکین در زمینه نحوه عمل آن‌ها در شرایط رخداد یک بحران
- کسب آمادگی برای مقابله با شرایط بحرانی و پوشاندن خلاهای موجود در سازمان خود در برابر آسیب‌پذیری‌های سیستم
- کسب آمادگی برای هماهنگی و همکاری مناسب با سایر نهادها جهت مقابله با شرایط بحرانی و اضطراری

برگزاری مانور به شرکت‌های آب منطقه‌ای و سایر شرکت‌های تابعه وزارت نیرو در اجرای وظایف فوق کمک شایانی می‌نماید. سازمان‌هایی که در برنامه‌های آمادگی خود برای مقابله با بحران‌ها آموزش و مانور را جدی می‌گیرند برای مقابله با شرایط بحرانی و رویدادهای اضطراری واقعی از آمادگی و کارآیی بالاتری برخوردار خواهند بود [۱۷،۱۸].

هر برنامه مانور در قالب یک دوره برنامه‌ریزی چند ساله شروع شده، که در هر برنامه بایستی پیش از هر اقدام، ابتدا نسبت به شناسایی مناطق هدف بر مبنای ارزیابی‌های رسمی در قالب ارزیابی آسیب‌پذیری و توصیه‌های پرسنل مجرب و باسابقه اقدام گردد. در مرحله بعد طرح‌ها، سیاست‌ها و شیوه‌های مقابله با شرایط اضطراری و اقدامات فوریتی مورد نیاز توسعه داده شده و هم‌چنین دستورالعمل‌ها و اسناد موجود در این زمینه مورد بازبینی قرار خواهد گرفت.

بر این اساس برنامه‌های آموزشی مورد نیاز تدوین گردیده یا این‌که برنامه‌های موجود مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. در طی دوره آموزشی ۳ ساله، انواع مختلفی از مانورها برای ارزیابی و تقویت فعالیت‌ها و اقدامات مقابله با شرایط بحرانی در مناطق هدف، طراحی و اجرا خواهد گردید. هر یک از این مانورها نیز مورد ارزشیابی قرار گرفته و نتایج حاصل از آن در فرآیند برنامه‌ریزی اقدامات و فعالیت‌های آتی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

در شکل (پ.۵-۱) چرخه فرآیند برنامه تدریجی مانور در بخش‌های تامین آب نشان داده شده است [۱۷].



شکل پ.۵-۱- چرخه برنامه مانور پیشرو [۱۷]

مانور می‌تواند به شکل ساده یا برگزار شده و تعداد افراد شرکت‌کننده در آن و نوع مسوولیت‌های آنان متعدد باشد. اگر هدف عالی از برگزاری مانور را حفظ محیط زیست و جلوگیری از خسارت ناشی از نشت آلودگی نفتی بدانیم، هدف نهایی از اجرای مانور را می‌توان تقویت آمادگی عملی پرسنل سازمان‌های مسوول دانست. اهداف فرعی دیگری را نیز صرف‌نظر از مقیاس و مدت زمان، اجرای مانور می‌توان در نظر گرفت که برخی از آن‌ها عبارتند از:

- تمرین عملیات و وحدت فرماندهی سازمان‌های مسوول در زمان بروز حادثه
- تمرین تخصصی نیروهای عملیاتی درگیر در بحران
- شناسایی خلاها و کمبودهای موجود جهت اقدام در رفع آن‌ها
- تعیین دقیق نقش‌ها و مسوولیت‌های افراد در حین بروز بحران و شرایط اضطراری
- بهبود سطح آگاهی‌ها، عملکرد و کارایی افراد
- ایجاد مهارت و اعتماد به نفس در شرکت‌کنندگان
- ارزیابی طرح‌ها و برنامه‌های مقابله با شرایط اضطراری و بحرانی
- بررسی و ارزشیابی نتایج برنامه‌ریزی‌ها و پاسخ به بحران
- ارتقای سطح توانمندی‌ها و مهارت‌های پرسنل
- ارزش‌یابی راهبردها و سیاست‌های مدیریت ریسک
- اعتبارسنجی آموزش‌های ارائه شده قبلی

- ارزیابی میزان کارایی تجهیزات، روش‌ها و فرآیندها
- نمایش سودمندی فرآیند مدیریت بحران

پ.۵-۳- تبیین ضرورت، ملاحظات و چارچوب‌های اجرای مانور

یک سازمان معمولا به دلایل مختلف نسبت به طراحی و اجرای مانور اقدام می‌نماید. از جمله مواردی که ضرورت اجرای مانور در یک سازمان را ایجاب می‌کند می‌توان به تمرین مهارت‌ها و تخصص‌های موجود، ایجاد انگیزه یا ارزیابی یک برنامه، سامانه یا روش طراحی شده قبلی در آن سازمان اشاره نمود. به ندرت اتفاق می‌افتد که از مانورها برای توسعه مهارت‌های جدید بهره گرفته شود، اما می‌توان از مانورها در این راستا نیز بهره گرفت.

پاسخ به این پرسش که «چرا باید مانور برگزار شود؟» می‌تواند موارد زیر را در بر داشته باشد:

- نیاز است که مهارت‌ها و تخصص‌های موجود که خیلی وقت است مورد استفاده قرار نگرفته‌اند، ارزیابی شوند.
- ساختار جدید نیازمند آزمون در شرایط و فضای واقعی است.
- یک تیم جدید تشکیل شده است که اعضای آن نیاز دارند یاد بگیرند که چگونه با هم کار کنند.
- نیاز است که سیستم‌های جدید احضار پرسنل ارزیابی گردد.
- نیاز است که تجهیزات جدید و تحویلی ارزیابی گردد.
- با شیوه‌ها و آموزش‌های جدیدی آشنایی حاصل شده‌است که نیاز است مورد ارزیابی قرار گیرند.
- فرصتی برای ارزیابی مجدد افراد، میزان موفقیت در کار دسته‌جمعی و گروهی نیاز است.
- نیاز است که شیوه‌های جدیدی مورد ارزیابی قرار گیرند.

از وظایف مدیر مانور (یا تیم مدیریت مانور) می‌توان به ایجاد هماهنگی با سایر بخش‌های ذی‌نفع شرکت کننده در گروه، و با هدف افزایش سطح کارآمدی در اجرای مانور، اشاره کرد. این اقدام بایستی به منظور کسب اطمینان از حمایت و پشتیبانی بخش‌ها و گروه‌های مختلف شرکت کننده در مانور صورت گیرد. این مساله منجر به تعیین شفاف اهداف و حوزه اجرایی مانور شده و از ایجاد چالش‌ها در آینده جلوگیری خواهد کرد. در این مرحله تصمیم‌گیری در مورد نحوه ارزیابی فرآیند اجرایی مانور و تعیین ابزار مورد استفاده برای سنجش نتایج آن، ضروری است. هدف اصلی از تحلیل ضرورت مانور، تعریف هدف مورد انتظار از اجرای مانور است. تعیین شفاف هدف منجر به یک رشته از خروجی‌ها (نتایج) خواهد شد که بایستی دربرگیرنده مناسب‌ترین شیوه، اندازه و سطح پیچیدگی مانور باشد. هم‌چنین همزمان با تحلیل نیاز است که مدیر مانور باید هم‌زمان با انجام تحلیل‌ها، برنامه زمانی مناسبی جهت اجرا، هدایت و پیگیری مانور تنظیم نماید[۱].

نمونه‌هایی از تعریف هدف برای مدیریت بحران بخش آلودگی نفتی می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

۱- در مورد تعیین هدف بایستی دقت شود، که از هرگونه کلی‌گویی پرهیز کرده و تنها یک هدف به صورت شفاف و قابل اندازه‌گیری و قابل دسترس جهت اجرای مانور مدنظر قرار گیرد. البته بایستی تعریف هدف با توجه به وسعت مانور مورد نظر، انجام گیرد.

- ارزیابی میزان سرعت عمل تیم در مهار آلودگی نفتی
- ایجاد شبکه‌های مدیریت بحران در شرایط محلی
- ارزیابی میزان کفایت پاسخ ترتیبات ساختاری ایجاد شده، برای مقابله با شرایط بحرانی
- ارزیابی میزان سرعت و دقت عمل گروه مهار آلودگی‌های نفتی در شرایط اضطراری
- ارزیابی میزان سرعت در اعزام قایق نجات، دسترسی به وسایل مهار نفت و عملکرد اعضای آن
- ارزیابی میزان سرعت و کیفیت در نحوه اطلاع‌رسانی حادثه به وقوع پیوسته

پس از تعیین هدف، مدیر مانور بایستی سایر عواملی را که بر روی آن تاثیرگذار می‌باشند را ارزیابی کند. مهم‌ترین عوامل مشترکی که نیاز است در طراحی و اجرای یک مانور مد نظر قرار گیرند، عبارتند از:

- **سناریو:** سناریو داستان یا روایتی است که مانور براساس آن شکل می‌گیرد. سناریو به عوامل متعددی از قبیل زمان، محل، مقیاس که سایر پارامترهای مانور نیز هستند وابسته خواهد بود.
- **زمان:** چه محدوده زمانی باید رعایت شود؟ چه مقدار زمان تا اجرای مانور مورد نیاز است یا در دسترس می‌باشد؟ برای اجرای مانور چه مدت زمانی مورد نیاز است یا در دسترس می‌باشد؟ در چه زمانی از روز یا شب مانور بایستی اجرا شود؟
- **مقیاس:** محدوده عملکردی مانور چقدر است؟ چه تعدادی از نهاد و افراد و چه نوع تجهیزات و ماشین‌آلاتی باید در آن مشارکت و حضور داشته باشند؟
- **محل اجرای مانور:** در مورد تعیین محل اجرای مانور بایستی که به سوالات زیر پاسخ داده شود؛
  - مانور در چه مکانی بایستی اجرا شود؟
  - چه مقدار فضا برای اجرای آن نیاز است؟
  - مالکیت یا بهره‌بردار محل اجرای مانور چه نهاد یا شخصی است؟
  - آیا جایگزینی برای محل اجرای مانور وجود دارد؟
  - چه مجوزها و اقداماتی در این زمینه مورد نیاز است؟
  - نحوه دسترسی به محل مورد نظر چگونه می‌باشد؟
- **پرسنل:** برای تعیین پرسنل شرکت‌کننده در مانور می‌توان بر مبنای پاسخ سوالات زیر عمل نمود؛
  - چه کسانی باید در مانور شرکت نمایند؟
  - نحوه دسترسی به آن‌ها (افراد شرکت کننده در مانور) چگونه است؟
  - پرسنل کلیدی چه کسانی می‌باشند؟
- **نهادها:** جهت تعیین نهادهای مشارکت کننده می‌توان بر مبنای سوالات زیر عمل نمود؛
  - چه نهادها و سازمان‌های کلیدی باید حتما در اجرای مانور مشارکت نمایند؟
  - آیا به حمایت و پشتیبانی نهاد خاصی نیاز است ؟

- چه محدودیت‌های سازمانی وجود دارد؟

– **هزینه‌ها:** برای تعیین هزینه‌های مانور پاسخ به سوالات زیر می‌تواند راه‌گشا باشد؛
- هزینه‌های مانور چه مواردی را شامل می‌شود؟
- چه کسی یا نهادی برای چه منظوری باید هزینه نماید؟
- هم‌چنین بایستی هزینه‌های پرسنل، تجهیزات، حمل و نقل، سوخت، مواد غذایی (آذوقه رسانی) و سایر موارد مصرفی بایستی محاسبه و مد نظر قرار گیرند.

– **تجهیزات:** نیازمندی‌ها، محدودیت‌ها و تجهیزات در دسترس.

– **مسوولیت های اجرایی و شرح وظایف نهادها:** در برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته چگونگی مشارکت همه نهادهای ضروری و میزان آمادگی و توانمندی آن‌ها باید مد نظر قرار گرفته و تضمین گردد.

– **شرایط آب و هوایی:** برای اجرای مانور چه شرایط آب و هوایی مد نظر قرار گرفته است؛ آیا احتمال وقوع شرایط بد آب و هوایی منظور شده است؟

– **مسایل مدیریتی و اداری:** در این رابطه بایستی موارد زیر مدنظر قرار گیرند؛
- ثبت و مستندسازی الکترونیکی یا کاغذی
- پشتیبانی پرسنل ستادی و اداری
- اعلام خبر به ساکنین مناطق نزدیک به محل اجرای مانور و نهادهای مسوول
- مسایل مرتبط با بیمه مانند پرداخت خسارات احتمالی

– **نیازهای لجستیکی و پشتیبانی:** موارد زیر در این زمینه باید رعایت شوند؛
- پیش‌بینی و تهیه آذوقه مورد نیاز
- حمل و نقل (انتقال پرسنل، افراد،...)
- پناه‌گاه یا محل اسکان موقت
- مواد مصرفی مانند سوخت و ذخیره‌سازی آن‌ها و...

– **ملاحظات قانونی:** تعیین و رعایت ملاحظات قانونی مورد نیاز، تفاهم‌نامه‌ها یا توافق‌نامه‌های مرتبط با مراجع و سازمان‌های ذیربط

جدول پ.۵-۱- فرم شاخص‌های موثر در طراحی و اجرای مانور

ردیف	شاخص	ویژگی‌های مورد نظر در مانور
۱	هدف	
۲	سناریو	
۳	زمان	
۴	مقیاس	
۵	محل اجرای	

ادامه جدول پ.۵-۱- فرم شاخص‌های موثر در طراحی و اجرای مانور

ردیف	شاخص	ویژگی‌های مورد نظر در مانور
۶	پرسنل	
۷	نهادها	
۸	هزینه‌ها	
۹	تجهیزات	
۱۰	شرح وظایف	
۱۱	آب و هوا	
۱۲	مسایل مدیریتی و اداری	
۱۳	نیازهای لجستیکی و پشتیبانی	
۱۴	ملاحظات قانونی	

پ.۵-۴- نتایج مورد انتظار از اجرای مانور

نتایج مورد انتظار از مانور، در قالب جملات ویژه‌ای که مسایل مورد انتظار از افراد، گروه‌ها یا نهادهای شرکت‌کننده در مانور را منعکس می‌نمایند، بیان می‌شوند. علی‌رغم این که مانور فقط یک هدف می‌تواند داشته باشد، نتایج مورد انتظار از آن می‌تواند زیاد باشد. یک نتیجه مورد انتظار مناسب با فعل آغاز می‌شود و مختصر، ملموس و قابل اندازه‌گیری می‌باشد. هر نتیجه باید به صورت مستقیم به هدف مانور ارتباط داده شود. نتایج مورد انتظار، شیوه اجرای مانور را مشخص خواهند نمود. یک راه‌حل مناسب برای تنظیم (نوشتن) نتایج مورد انتظار از مانور می‌تواند به صورت جمله زیر باشد [۲،۵، ۹،۱۴]:

«در زمان اجرای مانور، افراد یا گروه‌های مشارکت کننده در مانور به‌خوبی بتوانند از عهده شرح وظایف خود برآیند»

پ.۵-۴-۱- تدوین یک برنامه زمانی مناسب

مدیران مانور بایستی نسبت به تدوین یک برنامه زمان‌بندی مناسب جهت تکمیل برنامه‌ریزی مراحل مختلف مانور و اجرای آن‌ها اقدام نمایند. این مساله به خصوص در زمان برنامه‌ریزی مانورهای بزرگ و گسترده از اهمیت خاصی برخوردار است. برای تسهیل در انجام کار، توصیه شده است، از شیوه‌های زمان‌بندی و مدیریتی و ابزارهای آن، مانند رسم نمودار بار چارت (گانت)[1] و در صورت نیاز از نرم‌افزارهای مناسب (مانند Microsoft project یا Primavera) برای این کار استفاده شود.

1- Gant Chart

پ.۵-۵- طراحی مانور

طراحی مانور براساس اطلاعات جمع‌آوری شده در بخش تحلیل نیازها صورت می‌گیرد. مدیر مانور با تحلیل این اطلاعات، تجارب قبلی، تصورات و ابتکارات خود نسبت به طراحی مانور اقدام می‌نماید. برای طراحی مانور بایستی موارد زیر مدنظر قرار گیرند:

- تعیین نوع مانور (روش اجرایی مانور)
- تدوین سناریوی اجرای مانور
- انتخاب و تعیین پرسنل مجری مانور
- تعیین نیازهای کنترلی مانور
- تصمیم‌گیری در مورد نحوه هماهنگی بین نهادی
- تعیین نیازهای اداری (اجرایی) و قانونی

در مرحله طراحی مهم است که با همه ذی‌نفعان ارتباط موثری برقرار گردد. این کار باعث فهم مشترک از مسایل، ایجاد تعهد بیش‌تر در نهادها،شفاف‌سازی شرح وظایف و کارکردهای آن‌ها و هم‌چنین ممانعت از ایجاد شایعات و اطلاعات غلط می‌گردد [۵،۱۴،۱۵].

پ.۵-۵-۱- تعیین محدوده و حوزه اجرایی مانور

تجزیه و تحلیل نیازها منجر به تعیین حوزه عملیاتی مانور می‌گردد که در آن محدودیت‌ها و مرزهای اجرایی مانور مشخص خواهند شد. محدوده اجرایی بایستی به اندازه کافی گسترده باشد، طوری که نتایج مورد انتظار قابل دسترس باشند، اما از طرف دیگر نبایستی فراتر از حد توان و قابلیت‌های افراد شرکت کننده در مانور تعیین گردد. تعدادی از عواملی که به صورت خاص محدوده مانور را تحت تاثیر قرار می‌دهند عبارتند از:

- نتایج (مورد انتظار) از اجرای مانور
- استانداردهای عملکرد و تجربه شرکت‌کنندگان
- توانمندی‌ها و محدودیت‌های نهادهای شرکت‌کننده
- محدودیت‌های موجود برای ایجاد شرایط یک مانور واقع‌بینانه
- شرایط آب و هوایی
- محدودیت‌های تاسیسات و تجهیزات

شیوه‌های گوناگونی برای اجرای مانور وجود دارد که نتایج و محدوده اجرایی پروژه در انتخاب بهترین شیوه موثر می‌باشند. پس از تعیین نتایج (خروجی‌های) مورد انتظار از اجرای مانور، تیم مدیریت مانور می‌تواند مرحله بعد که همان طراحی مانور است را آغاز کند.

پ.۵-۵-۲- تعیین شیوه مناسب اجرای مانور

هدف و نتایج مورد انتظار از مانور به مسوولین و به خصوص مدیر مانور در تعیین نوع مانور یا مانورهای مورد نیاز کمک خواهد نمود، در این راستا بایستی مدیران خود را تنها به یک شیوه محدود ننمایند. در اغلب موارد تجربه نشان داده است که طراحی یک فرآیند تدریجی و رو به جلو که دربرگیرنده انواع شیوه‌های اجرای مانور می‌باشد، می‌تواند بسیار موثر باشد. شیوه موردنظر می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله موارد زیر باشد:

- مهارت و تجربه تیم مدیریت مانور
- نیازهای آموزشی
- میزان تعهد پرسنل و نهادهای کلیدی
- در دسترس بودن محل اجرا
- در دسترس بودن شرکت‌کنندگان
- سایر تعهدات
- مدت زمان مورد نیاز برای تدارکات
- مدت زمان مورد نیاز برای اجرای مانور
- منابع (تجهیزاتی، علمی و سازمانی) در دسترس
- بودجه

مانورها می‌توانند به صورت ساده یا پیچیده طراحی و اجرا شوند. هر مانور ممکن است تمرین ساده‌ای بوده و تنها با مشارکت یک تیم کوچک قابل اجرا باشد یا این‌که در آن شرایط اضطراری بزرگی شبیه‌سازی شده و محدوده وسیعی از افراد و سازمان‌های مختلف در آن مشارکت نمایند. در منابع مختلف برای انواع مانور، تقسیم‌بندی‌های مختلفی ارائه شده است. با توجه به جامعیت تقسیم‌بندی صورت گرفته توسط آژانس مدیریت بحران استرالیا انواع مانور به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند که در ادامه پیرامون آن‌ها توضیحاتی ارائه شده است [۱۴،۱۵].

پ.۵-۵-۲-۱- مانور مباحثه‌ای

در این شیوه با طرح یک سناریو نسبت به بحث و گفتگو در مورد آن توسط اعضای تیم اقدام می‌گردد. این نوع مانور فرصت مناسبی را برای اعضای شرکت‌کننده در آن، جهت ارائه اطلاعات و تجارب فردی و گروهی و به طور شفاهی در مورد نوع و سطح اقداماتی که باید توسط آن‌ها برای مقابله با شرایط فرضی صورت گیرد، به وجود می‌آورد. این نوع مانورها برای تدوین و توسعه شیوه‌های مناسب و قابل قبول برای مقابله با رویدادها و اتفاقات خاص، ارزیابی میزان اثربخشی طرح‌ها، ایجاد و توسعه روابط، یا کشف ایده‌های جدید مدیریت شرایط اضطراری برگزار می‌شوند. در تعدادی از منابع، مانورهای مباحثه‌ای به عنوان مانورهای دورمیزی نیز عنوان شده‌اند.

این نوع مانورها هزینه کمی داشته و با مشارکت تعداد محدودی از افراد، امکان برگزاری آن‌ها وجود دارد. این نوع از مانورها، نسبت به سایر مانورها از رسمیت کم‌تری برخوردار بوده و در آن‌ها بیش‌تر ارائه راه‌کارهای نوین و خلاقانه مدنظر می‌باشد. مانورهای دورمیزی می‌توانند در محلی خارج از فضاها و محیط‌های اجرایی و تنها در یک اتاق برگزار شوند. مانورهای مباحثه‌ای خود می‌توانند در ۴ شکل متفاوت به شرح زیر برگزار شوند.

- **مانور توجیهی**[1]: از این نوع مانورها معمولا به‌عنوان یک ابزار آموزشی جهت آشنایی افراد با طرح‌ها و روش‌ها استفاده می‌شود. مانور توجیهی شامل ارزیابی یک طرح از طریق سناریوسازی و بحث پیرامون مشخصات کلیدی آن است. مانورهای توجیهی می‌توانند کاملا سریع و ارزان انجام شوند. این نوع مانورها نسبت به سایر انواع مانورهای دورمیزی نیازمند تجربه کم‌تری بوده و اغلب براساس شبیه‌سازی مجدد یک اتفاق واقعی که اخیرا رخ داده است، طراحی می‌شوند. مانورهای توجیهی برای آزمایش و بازبینی طرح‌ها و سامانه‌های موجود بسیار مفید بوده و در موارد زیر قابل استفاده می‌باشند؛
  - توجیه پرسنل جدید
  - آموزش یا ارزیابی پرسنل
  - پررنگ نمودن مولفه‌های کلیدی یک طرح
  - ارزیابی طرح
- **معارفه نهادی**[2]: در این نوع مانور، با توجه به مساله یا موضوع مطرح شده پیرامون وقوع حادثه، نمایندگان هر یک از نهادهای مسوول، برنامه عملیاتی متناسبی را با شرح وظایف خود ارائه خواهند داد. این مانورها ممکن است فاقد واقع‌گرایی باشند، اما در آن‌ها شیوه‌های موجود به صورت کارآمدی مورد بازنگری قرار گرفته و نهادها به توسعه شیوه‌ها و راه‌کارهای جدید تشویق می‌شوند، این نوع مانورها مانند فعالیت‌های آموزشی به ویژه زمانی که برای کشف پاسخ‌های مناسب برای تهدیدات و یا سناریوهای جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند، موثر می‌باشند. درمجموع این مانورها در شرایط زیر ممکن است کارآمدی مناسبی داشته باشند:
  - برای مدنظر قرار دادن موضوعات فنی یا راهبردی
  - تمرکز بر روی در دسترس بودن منابع (تجهیزاتی، علمی و سازمانی) در یک ساعت و تاریخ معین
  - تقسیم اطلاعات کاربردی و مفید
  - ایجاد شبکه‌ها و توسعه فهم مشترک از توانمندی و شیوه‌های اجرایی نهادهای مختلف
  - معارفه نهادها به ذی‌ربطان مدیریت بحران

1- Orientation Exercise.

2- Agency Presentation

- **مانور فرضی (نظری)**: در این شیوه از مانور دورمیزی، تسهیل‌گر (یا مدیر) مانور برای افراد کلیدی سناریویی را مطرح نموده و از آن‌ها در مورد نحوه مقابله پاسخ می‌خواهد. تسهیل‌گر با طرح پرسش‌های مختلف شرایط پیش‌بینی نشده‌ای را در سناریوی طرح شده به وجود می‌آورد تا عمق بیش‌تری از آن برای افراد مشخص گردد. معمولا یک تیم کوچک با طرح سوالات مختلف تسهیل‌گر را تغذیه نموده و او نیز با طرح پیوسته این سوال که (حالا چکار می‌کنید؟) شرکت‌کنندگان را در چالش قرار می‌دهد. این نوع مانورها معمولا با حضور یکی از مدیران شرایط بحران و سایر ذی‌ربطان برگزار می‌شود. در چنین مانوری تسهیل‌گر باید تلاش کند که حاضرین را در اجرای مانور مشارکت دهد. مانورهای نظری نیازمند تدارک مناسب بوده و به نسبت سایر مانورهای دورمیزی نیازمند مدت‌زمان بیش‌تری برای تدارک دیدن شرایط می‌باشند. از لحاظ هزینه نیز به نسبت ارزان بوده، گرچه باید توجه داشت که پیدا کردن یک تسهیل‌گر کارآمد و مجرب ممکن است کار سخت و هزینه‌بری باشد. این نوع تمرین‌ها به خصوص برای ایجاد درک و شناخت مشترک از شیوه‌های مختلف مقابله با مسایل، هم‌چنین شبیه‌سازی تنش‌های عملکردی از طریق درخواست از شرکت‌کنندگان برای تجزیه و تحلیل مسایل پیچیده و ارائه پاسخ‌های مناسب به آن‌ها در شرایط واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. درمجموع این نوع مانور می‌تواند در شرایط زیر مفید و مؤثر باشد:
  - هنگامی‌که افراد هیچ نوع آگاهی قبلی از مسایل مطرح شده نداشته و یا این که میزان اطلاعات آن ها بسیار اندک می‌باشد.
  - هنگامی‌که خواسته شود بر روی این مساله تمرکز شود که «همین‌جا و همین حالا» برای مقابله با بحران فرضی چه اقدامی بایستی به عمل آورد.
  - برای مبادله منابع و اطلاعات کاربردی و اجرایی
  - ارائه شیوه‌ها و روش‌ها به مخاطبین
  - ارزیابی توانمندی تصمیم‌سازان
  - ایجاد شرایط تنش‌زا برای ارزیابی عملکرد پرسنل
- **مانورهای صنفی**[1]: این نوع مانورها برای پرسنلی که در یک صنف شغلی قرار می‌گیرند، طراحی و اجرا می‌شود. به طور معمول، مجموعه‌ای از مسایل به صورت پیوسته و متوالی برای پوشش دادن یک برنامه جامع، برای افراد عضو یک صنف یا اتحادیه خاص مطرح می‌شوند. هر یک از مسایل دارای شرح واقعه‌ای به همراه سه یا چهار سوال برای ایجاد تمرکز افراد موردنظر در راستای مسیر مطلوب می‌باشد. برای مثال در یک شرایط معین مجموعه‌ای از مسایل بر روی پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازیافت تمرکز دارند. این نوع مانورها نیازمند تدارک مناسبی بوده، اما چندان هزینه‌بر نمی‌باشند و برای مدیران گروه و بحران مفید بوده و ابزار کارآمدی برای

1- Syndicate Exercise

تبادل تجارب و ایجاد شیوه‌ها و راه‌کارهای مشترک برای مسایل پیچیده خواهند بود. این نوع تمرین‌ها با حضور گروه‌های کوچکی به مرحله اجرا درآمده و در آن‌ها تاکید زیادی بر روی آموزش وجود دارد. درواقع در این مانورها مسایل و اقدامات مرتبط با هر یک از انواع گروه‌ها یا صنوف شغلی به صورت مجزا مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

پ.۵-۵-۲-۲- مانورهای کارکردی[1]

این نوع از مانورها به نوعی شبیه مانورهای مباحثه‌ای (دورمیزی) بوده، اما معمولا در یک فضای عملیاتی اجرا شده و نیاز است که در آن‌ها افراد شرکت‌کننده به صورت واقعی شرح وظایف خود را به مرحله عمل دربیاورند. این نوع مانورها برای ارزیابی یا اجرای تمرین در مورد یک کارکرد خاص طراحی می‌شوند، برای مثال مدیریت یک تصادف یا شرایط اضطراری توسط یک مرکز مدیریت فوریت‌های جاده‌ای.

در چنین مانوری از پرسنل خواسته می‌شود که نسبت به کسب آمادگی برای مقابله با یک رویداد در شرایط واقعی اقدام نمایند. تدارک و مدیریت این نوع مانورها از پیچیدگی خاصی برخوردار بوده و اغلب یک تیم در طی چند هفته نسبت به تدوین سناریوها بر مبنای اتفاقات و مسایل واقعی جهت تمرین در مانور اقدام می‌نمایند.

هم‌چنین ممکن است که راهکارهای مناسب برای مقابله با شرایط اضطراری نیز برنامه‌ریزی شده و هماهنگی‌های لازم برای اقدامات پیش‌بینی‌نشده به عمل آید. تدارک و اجرای این نوع مانورها ممکن است نیازمند مقدمات اداری و اجرایی زیادی بوده و لذا هزینه‌بر نیز باشند. اما در صورت طراحی مناسب، می‌توانند بارها توسط افراد مختلف به اجرا درآمده و ضمن ارتقا سطح توانمندی پرسنل مرتبط، در حین برگزاری دستورالعمل‌ها و استانداردهای مختلف مورد آزمون قرار گیرند. این نوع مانورها ممکن است در شرایط زیر مفید واقع گردند:

- تمرین، توسعه یا ارزیابی شیوه‌های مختلف مقابله با بحران در یک مرکز عملیاتی (کارکردی)
- تمرین، توسعه یا ارزیابی مهارت‌های تصمیم‌گیری (سازی) در داخل مرکز
- ارزیابی تعامل بین مرکز عملیاتی با تیم‌های میدانی و سایر مراکز عملیاتی
- زمانی که نیازی به فعال‌سازی منابع خارج از مرکز نیست
- زمانی که منابع مالی کافی برای فعال‌سازی منابع خارج از مرکز در دسترس نیست

1- Functional Exercise

پ.۵-۵-۲-۳- مانورهای میدانی[1]

در مانورهای میدانی پرسنل در شرایط شبیه‌سازی‌شده‌ای از شرایط اضطرار بحران واقعی قرار داده می‌شوند. اجرای این نوع مانورها ممکن است به صورت ساده و تنها با مشارکت یک تیم کوچک (مانند شبیه‌سازی تصادف ماشین) یا به صورت گسترده و با درگیر نمودن تعداد زیادی از پرسنل طراحی و اجرا شود.

این نوع مانورها معمولا پس از اجرای مانورهای دورمیزی و کارکردی و تحلیل نتایج حاصل از آن‌ها طراحی و اجرا می‌شوند. مانورهای میدانی ساده می‌توانند با هزینه کم و تنها با صرف چند ساعت طراحی و اجرا شوند، اما اجرای مانورهای بزرگ با مشارکت نهادهای مختلف نیازمند صرف هزینه‌های سنگین و مدت‌زمان زیاد، جهت طراحی و اجرا می‌باشند. از این نوع مانورها می‌توان برای ارزیابی تخصص و مهارت‌های پرسنل استفاده نمود. مانورهای بزرگ میدانی نیازمند یک تیم مدیریتی جهت طراحی و هدایت مانور و هم‌چنین تعداد زیادی از پرسنل جهت اجرا می‌باشند. طراحی این نوع مانورها بایستی توسط کارشناسان متخصص و مجرب صورت گرفته و ممکن است چندین ماه نیز طول بکشد.

صرف‌نظر از ابعاد زمانی و مالی مانورهای میدانی، در بعضی از موارد اجرای این نوع مانورها تنها شانس و فرصت موجود برای ارزیابی بخشی از تخصص‌های مورد نیاز، جهت مقابله با شرایط بحرانی و میزان هماهنگی نهادهای مختلف در شرایط مشابه رویدادهای واقعی می‌باشند. درمجموع در طراحی و اجرای مانورهای میدانی موارد زیر می‌توانند، مفید باشند:

- تمرین، ارزیابی یا افزایش سطح مهارت‌ها و توانمندی‌های پرسنل عملیاتی
- ارزیابی میزان اثربخشی هماهنگی‌ها و همکاری‌های بین‌نهادی
- ارزیابی نحوه فعال‌سازی طرح مانور
- تثبیت جایگاه برنامه مانور
- در مواقعی که برای ارائه نتایج یک پروژه یا طرح خاص نیاز به به کارگیری پرسنل عملیاتی باشد

پ.۵-۵-۳- تدوین سناریوی مانور

سناریوی مانور بر مبنای هدف، نتایج مورد انتظار، شیوه و محدوده اجرای آن تدوین شده و بیش‌تر شبیه داستان یا روایتی از اطلاعات و تصورات کلی و خاص در زمینه مانور است. در مورد حادثه یا شرایط اضطراری واقعی، اطلاعاتی عمومی و کلی وجود دارد که آگاهی شرکت‌کنندگان در مانور از آن‌ها ضروری است. این اطلاعات عمومی معمولا در اختیار نهادها و پرسنل دخیل در مراحل مختلف طراحی و اجرای مانور قرار داده می‌شود. این اطلاعات کلی می‌توانند مواردی عمومی برای آشنایی افراد با محل اجرای مانور باشند [۵،۱۴].

1- Field Exercise.

علاوه بر اطلاعات عمومی، پرسنل مجری مانور، برای اجرای آن نیازمند یک سری اطلاعات و آگاهی‌های ویژه در مورد مشکلات و اتفاقات واقعی می‌باشند. وجود این اطلاعات برای طراحی سناریوهای مناسب و واقع‌بینانه و هم‌چنین راه‌کارهای مقابله با آن‌ها لازم است. جهت ارائه مناسب و به هنگام اطلاعات خاص هم‌زمان با پیشرفت مانور، رعایت توالی زمانی مناسب ضروری است. هم‌چنین هر گروه از پرسنل بایستی با شرح وظایف و ماموریت‌های خاص خود، اطلاعات مرتبط در زمان‌های معین برای کنترل جریان اتفاقات و رویدادها آشنا باشند. این نوع اطلاعات در موارد زیر قابل استفاده است:

- توسعه سناریو مانور؛
- ارائه اطلاعات بیش‌تر در زمینه مانور به شرکت‌کنندگان؛
- طرح مسایل خاص جهت ارائه راه حل توسط شرکت‌کنندگان در مانور؛
- تعیین محدودیت‌های عملیاتی و اجرایی برای شرکت‌کنندگان؛
- اقدامات فوریتی توسط شرکت‌کنندگان.

به عنوان نمونه این اطلاعات می‌تواند در زمینه ساعت بروز آلودگی نفتی و شدت آن به صورت زیر باشد:

در ساعت ۲۲:۳۰ هشدار آلودگی نفتی اعلام شده و پیش‌بینی می‌شود در ۱۲ ساعت آینده آلودگی نفتی به دریچه‌ها برسد. در ساعت ۰۹:۲۸ آب آلوده وارد قسمتی از شبکه لوله شده است.

پ.۵-۵-۴- تعیین و منصوب نمودن پرسنل ستاد اجرایی مانور

مدیر یا تیم مدیریتی مانور بر اساس تخصص و توانمندی‌های پرسنل مورد نظر نسبت به به کارگیری آن‌ها برای اجرا و پشتیبانی مراحل مختلف مانور اقدام می‌نمایند. بعضی از اقدامات و کارکردها در همه مانورها مشترک می‌باشند، اما تعدادی از آن‌ها در بعضی از مانورها بایستی به صورت ویژه و خاص مدنظر قرار گیرند. به عنوان نمونه نیازی نیست که بخش عمده‌ای از کارکردها و اقدامات موردنیاز در مانورهای میدانی در مانور دورمیزی نیز مدنظر قرار گیرند. بسته به ماهیت و پیچیدگی مانور، هر یک از پرسنل ممکن است عهده‌دار وظایف متعددی بوده، یا تیم مدیریت مانور یک ماموریت خاص را به چند نفر محول نمایند. به‌عنوان یک راهنما، وظایف و عناوین پیشنهادی برای پرسنل شرکت‌کننده در مانور می‌توانند به صورت جدول (پ.۵-۲) باشند [۱۴].

جدول پ.۵-۲- عناوین و شرح وظایف پیشنهادی برای پرسنل ستاد اجرایی مانور [۱۴]

عنوان	شرح وظایف
مدیر یا فرمانده مانور	مدیریت و کنترل مانور
داوران (ناظران)	ارزیابی و سنجش عملکرد برگزارکنندگان مانور
تسهیل‌گر	تسهیل‌گری در ارائه مباحث و ارائه اطلاعات و ایده‌های ویژه
مسوول یا افسر ایمنی	نظارت بر رعایت موارد ایمنی
مدیر بازیگران	مدیریت بازیگران و مجروحان
بازیگران	بازیگری نقش مجروحان، قربانیان یا تماشاگران
مسوول تدارکات و حمل و نقل	هماهنگ‌کننده و مدیریت نیازهای تدارکاتی و حمل و نقل

ادامه جدول پ.۵-۲- عناوین و شرح وظایف پیشنهادی برای پرسنل ستاد اجرایی مانور [۱۴]

عنوان	شرح وظایف
متصدی تمرین (نمایش)	مدیریت منطقه تمرین یا اجرای مانور
هماهنگ‌کننده امنیتی (افسر امنیتی)	مدیریت امنیت محل برگزاری مانور
مسوول (یا مسوولان) کنترل خسارات	مدیریت و ارزیابی هرگونه خسارات اتفاقی و غیرمترقبه
مسوول ارتباط با رسانه‌ها	ارتباط با رسانه‌ها و خبرنگاران (رابط مانور با رسانه‌ها- سخن‌گوی مانور)
مسوول حفاظت از بازدیدکنندگان	میزبانی از بازدیدکنندگان
مستندسازی	مستندسازی روند اجرایی مانور

هر یک از سازمان‌های شرکت‌کننده در مانور، پرسنل مورد نظر خود را برای حضور و مشارکت در اجرای مانور تعیین کرده و به مدیر مانور معرفی می‌نمایند. هم‌چنین برای جلوگیری از سردرگمی افراد و شناسایی راحت‌تر و سریع افراد مسوول در اجرای مانور بهتر است که آن‌ها را با استفاده از یک نشانه مشخص از سایر افراد متمایز نمود، به‌عنوان نمونه می‌توان از یک نوع لباس با رنگ خاص یا بازوبند و موارد مشابه در این رابطه استفاده نمود [۵،۱۴].

پ.۵-۵-۴-۱- کارکردهای مورد انتظار از اعضای ستاد اجرایی مانور

کارکردهای مورد انتظار از پرسنل کلیدی درگیر در مانور به صورت زیر است؛

- **مدیر یا فرمانده مانور:** مسوولیت نهایی و کلی اجرا و هدایت مانور بر عهده مدیر یا به عبارت بهتر کارگردان مانور است. این افراد شروع و پایان مانور و هم‌چنین هدایت فرآیند آن را جهت تحقق اهداف موردنظر عهده‌دار می‌باشند. مدیران مانور به طور پیوسته با سایر پرسنل در ارتباط بوده و هرگونه اتفاق غیرمنتظره و پیش‌بینی‌نشده‌ای را مدیریت و کنترل می‌نمایند. برای اجرای مانورهای با مقیاس بزرگ، ممکن است که مدیران برای خود دستیاران یا معاونینی انتخاب کنند.
- **سنجش و ارزیابی عملکرد مانور:** ارزیابی مانور به منظور تشخیص نقاط قوت و ضعف نحوه اجرای مانور با توجه به اهداف آن، و هم‌چنین سنجش توانایی و آمادگی نیروها و تجهیزات و تناسب روش‌های به کارگرفته شده جهت مقابله با حوادث فرضی انجام می‌شود. در هر مانور، موارد ارزیابی با توجه به سناریوی مانور تعیین می‌شود. مواردی که معمولا در ارزیابی مانورها، مورد توجه قرار می‌گیرند، عبارتند از:
  - زمان‌بندی اقدامات
  - نحوه حضور نیروها
  - تجهیزات مورد استفاده
  - هماهنگی و تعاملات درون و برون‌سازمانی
  - نحوه مدیریت و فرماندهی نیروها
  - ارتباطات
  - میزان عمل به سناریوی تنظیم شده

- میزان پایبندی به دستورالعمل‌های تخصصی در هر یک از سازمان‌های مسوول

عملکرد شرکت‌کنندگان در مانور بایستی توسط داوران و ناظران مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد. داوران نمایندگانی از نهادهای مختلف می‌باشند که توسط تیم مدیریت مانور تعیین و منصوب شده و مسوولیت نظارت و ارزیابی فرآیند اجرای مانور را بر عهده دارند.

در مورد انتخاب افراد ارزیاب یا به عبارت بهتر داوران مانور، بایستی براساس نوع مانور و سناریو طراحی شده برای مانور اقدام نمود. به عنوان نمونه اگر هدف از اجرای مانور ارزیابی مسایل مدیریتی باشد، باید ارزیابان نیز از دید و سابقه مدیریتی متناسب، مرتبط و کافی برخوردار باشند و یا اگر هدف ارزیابی تخصص‌های خاص و ویژه باشد، در این صورت باید نسبت به انتخاب افرادی اقدام نمود که از تخصص و تجربه کافی در زمینه مسایل فنی برخوردار باشند. در مورد مانورهای گسترده و بزرگ تیم ارزیابی مانور باید ترکیبی از تخصص‌های مختلف مورد نظر در سناریوی مانور تعیین و انتخاب شوند.

برای توجیه ارزیاب‌ها، در این مرحله با توجه به سناریو و اهداف مانور دستورالعمل‌های خاصی بایستی تهیه شده و طی برگزاری جلسات توجیهی به ارزیاب‌ها آموزش داده شود. از جمله مواردی که در این دستورالعمل‌ها بایستی مدنظر قرار گیرند، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- آشنایی با مسوولین و جانشین آن‌ها در سازمان‌های مسوول مدیریت بحران و مطالعه شرح وظایف هر یک از اعضای ستاد
- آشنایی با مسوولین، پرسنل و تجهیزات هر سازمان در سایت مانور
- مطالعه سناریوی نحوه عملکرد سازمان‌ها در هر منطقه
- حضور در محل برگزاری مانور قبل از شروع مانور
- عدم دخالت در روند فعالیت‌های مانور
- عدم اظهار نظر در جریان مانور
- مشاهده دقیق روند فعالیت سازمان‌ها و بخش‌های جغرافیایی
- مطالعه دقیق سوالات فرم ارزیابی و پاسخ مناسب به آن‌ها
- درج بی‌طرفانه نقاط ضعف و قوت مانور
- تحویل فرم‌های مربوطه به مسوول تیم ارزیابی

هم‌چنین شرح وظایف ارزیاب‌ها به طور خلاصه، شامل موارد زیر است:

- تدوین قواعد و قوانین مانور برای شرکت‌کنندگان
- ایجاد بازخورد برای شرکت‌کنندگان در مانور
- کنترل آهنگ اجرایی مانور
- پایش پیشرفت مانور

- تامین اطلاعات مورد نیاز برای تدوین و ارائه گزارش مانور
- نظارت و تهیه گزارش از روند مانور، شیوه‌ها و تکنیک‌های مورد استفاده در آن
- ارزش‌یابی و گزارش نتایج حاصل از مانور

تیم ارزیابی برای داشتن تمرکز کافی برای نظارت بر روند اجرایی مانور، باید پیش از آغاز عملیات اجرایی به دقت از محل و محدوده اجرایی مانور بازدید به عمل آورند.

روش‌های عمده ارزیابی مانور عبارتند از:

- تهیه فرم‌های ارزیابی که توسط ارزیابان آموزش‌دیده بایستی تکمیل شود
- ارزیابی از طریق ارائه پرسش‌نامه به افراد و گروه‌های شرکت‌کننده در مانور یا افراد دیگر
- ارزیابی از طریق مصاحبه با افراد و گروه‌های شرکت‌کننده در مانور یا افراد دیگر
- ارزیابی از روی فیلم تهیه شده از مانور

به عنوان نمونه آیتم‌های ارزیابی می‌تواند به صورت زیر است:

- **زمان رسیدن به محل حادثه:** زمان ثبت شده از زمان اعلام عملیات تا رسیدن موثر نیروهای عملیاتی و پیاده‌شدن پرسنل عملیاتی در محل حادثه
- **زمان آماده‌سازی تجهیزات:** زمان ثبت شده از پیاده شدن نیرو تا شروع عملیات
- **مدت زمان انجام عملیات:** زمان ثبت شده از شروع عملیات تا رفع کامل آلودگی
- **هماهنگی تیم:** هماهنگی وظایف، اجرای صحیح بر حسب نوع، وسعت و اهمیت عملیات و انتخاب صحیح ابزار و مواد اطفایی
- **انضباط عملیاتی:** لباس عملیات، تجهیزات حفاظت فردی و تجهیزات کمکی مانند چراغ قوه در شب، دستگاه تنفسی در صورت لزوم
- **آمادگی تجهیزات:** سالم بودن و در دسترس بودن تجهیزات و آمادگی خودروها جهت انجام عملیات بر اساس چک‌لیست
- **نحوه استقرار خودروها:** فاصله مناسب محل استقرار خودروها تا محل حریق، دسترسی مناسب و در نظر گرفتن موارد ایمنی جهت استقرار خودرو
- **نحوه فرماندهی در عملیات و عملکرد فرمانده تیم:** نحوه نظارت بر محل حریق و عملکرد افراد در انجام وظایف محوله، در نظر داشتن رعایت نکات عملیاتی جهت حفظ جان افراد تحت امر، نحوه تامین آب و به‌کارگیری و استفاده مناسب از امکانات و تجهیزات [۳]؛

هم‌چنین نمونه فرم ارزیابی مراحل مختلف انجام مانورهای عملیاتی اطفاء حریق در محوطه‌های بندی در جدول زیر ارائه شده است. ذکر این نکته ضروری است که موارد ارائه شده فوق و هم‌چنین آیتم‌های جدول (پ.۵-۲) صرفا جهت آشنایی مخاطب گزارش با مفهوم و اهمیت ارزیابی در برگزاری مانورها ارائه گردیده است، هر چند تعدادی از آیتم‌ها به خصوص

نحوه فرماندهی در عملیات و عملکرد فرمانده تیم، انضباط عملیاتی، آمادگی تجهیزات، مدت زمان انجام عملیات، هماهنگی تیم در ارزیابی مانورهای برگزار شده در بخش آلودگی نفتی نیز باید متناسب با ساختار عملیاتی، مدت زمان مناسب برای انجام اقدامات مختلف مورد استفاده قرار گیرند [۵،۱۴،۱۵].

جدول پ.۵-۳- فرم ارزیابی مراحل مختلف انجام مانورهای عملیاتی

فرم ارزیابی مانور عملیاتی:													
ردیف	موضوع	معیار	ارزیابی انجام‌شده و پیشنهاد اصلاحی										
۱	زمان رسیدن (AT[1])	زمان ثبت شده از زمان اعلام عملیات تا رسیدن تعداد موثر خودروهای عملیاتی معیار: زمان مطلوب عملیات امتیاز:۱۰	۹-۱۰	۷-۸	۵-۶	۳-۴	۰-۲						
			AT<	AT<	AT<	AT<	AT<						
۲	زمان آماده‌سازی تجهیزات (PT[2])	زمان ثبت شده از پیاده شدن نیرو تا شروع عملیات معیار: زمان مطلوب عملیات امتیاز:۱۵	۱۳-۱۵	۱۰-۱۲	۷-۹	۴-۶	۰-۳						
			AT<	AT<	AT<	AT<	AT<						
۳	زمان عملیات (RT[3])	زمان ثبت شده از شروع عملیات تا رفع کامل خطر معیار: متفاوت برحسب دامنه عملیات معیار: زمان مطلوب عملیات امتیاز:۱۰	۹-۱۰	۷-۸	۵-۶	۳-۴	۰-۲						
			AT<	AT<	AT<	AT<	AT<						
۴	هماهنگی تیمی (TA[4])	هماهنگی وظایف- اجرا صحیح برحسب نوع- وسعت و اهمیت- انتخاب صحیح ابزار معیار: نسبی امتیاز: ۱۵	۱۳-۱۵	۱۰-۱۲	۷-۹	۴-۶	۰-۳						
			عالی	خوب	متوسط	ضعیف	مردود						
۵	انضباط عملیاتی (RD[5])	لباس عملیات- تجهیزات حفاظت فردی دستگاه تنفسی نسبت به نوع عملیات معیار: نسبی امتیاز:۱۰	۹-۱۰	۷-۸	۵-۶	۳-۴	۰-۲						
			عالی	خوب	متوسط	ضعیف	مردود						
۶	آمادگی تجهیزات (EP[6])	سالم بودن تجهیزات- در دسترس بودن- آمادگی خودروها و ابزارها معیار: نسبی امتیاز:۱۵	۱۳-۱۵	۱۰-۱۲	۷-۹	۴-۶	۰-۳						
			عالی	خوب	متوسط	ضعیف	مردود						
۷	استقرار تجهیزات (EP[7])	فاصله مناسب تا محل آلودگی- دستیابی مناسب- ایمنی افراد و تجهیزات معیار: نسبی امتیاز:۱۰	۹-۱۰	۷-۸	۵-۶	۳-۴	۰-۲						
			عالی	خوب	متوسط	ضعیف	مردود						
۸	فرماندهی عملیات (FC[8])	نظارت بر محل آلودگی- نظارت بر نحوه عملکرد افراد- حفظ جان افراد- تامین تجهیزات و امکانات مناسب معیار: نسبی امتیاز:۱۵	۱۳-۱۵	۱۰-۱۲	۷-۹	۴-۶	۰-۳						
			عالی	خوب	متوسط	ضعیف	مردود						
جمع امتیازات: ۱۰۰ امتیاز			جمع امتیازات کسب‌شده:										

1- Arrival Time
2- Preparation Time
3- Run Time
4- Team Arrangement
5- Run Discipline
6- Equipment Preparation
7- Equipment Stability
8- Function command

- **تسهیل‌گر:** در حین برگزاری مانورهای دورمیزی (مباحثه‌ای) مدیر مانور، یک تسهیل‌گر را برای بر عهده گرفتن وظایفی مشابه کارگردان مانور یا سر داور تعیین می‌نماید. تسهیل‌گر کنترل جریان مباحثات را با طرح سوالات چالشی از شرکت‌کنندگان در دست می‌گیرد. لذا نیاز است که شخص تسهیل‌گر از مهارت‌های ارتباطی و اطلاعاتی بالا در زمینه موضوع موردنظر برخوردار باشد.
- **متصدی ایمنی:** گرچه همه شرکت‌کنندگان و پرسنل مجری مانور عهده‌دار رعایت موارد ایمنی و برقراری آن می‌باشند، اما بسته به نوع مانور، باید یک یا چند نفر به عنوان مسوول ایمنی مانور تعیین شوند. مسوول یا مسوولان ایمنی وظیفه خاص پایش و نظارت بر مسایل ایمنی را برعهده داشته و نباید مأموریت‌های دیگری به آن‌ها محول گردد، هم‌چنین بایستی از مهارت‌های مورد نیاز به قدر کافی برخوردار باشد. از جمله شرح وظایف متصدی ایمنی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود؛
  - بازرسی سایت در مرحله طراحی مانور
  - پایش پیوسته موارد ایمنی در زمان اجرای مانور
  - توجیه همه افراد دخیل در اجرای مانور در رابطه با رعایت مسایل ایمنی
  - شناسایی سریع، مدیریت و گزارش خطرات
  - گزارش سریع هرگونه جراحت و حادثه اتفاق افتاده در حین اجرای مانور
  - پایش افراد از لحاظ استرس و فشار روانی
- **مدیریت و هدایت بازیگران:** بازیگران و افراد اجرا کننده نقش مجروحین و مصدومین، بخش مهمی از بسیاری از مانورها می‌باشند. وجود آن‌ها به مانور واقعیت بیش‌تری بخشیده و حس روانی و هیجانی در مانور ایجاد می‌نمایند. هماهنگی این بازیگران به خصوص در بسیاری از مانورهای بزرگ مساله بسیار سختی بوده و لذا به طور معمول از بین مجریان مانور یک نفر برای مدیریت این بازیگران تعیین می‌گردد. این شخص مسوولیت انتخاب بازیگران و توجیه مناسب آن‌ها را قبل از برگزاری مانور شامل انتقال اطلاعات لازم در مورد نحوه رفتار و واکنش آن‌ها در حین برگزاری مانور و هم‌چنین مسوولیت همه آن‌ها را بر عهده دارد.
- **بازیگران:** در حین اجرای مانور تعدادی از افراد نقش مجروحین و مصدومین حادثه را ایفا می‌نمایند. اصلی‌ترین کارکرد این افراد، واقعی نمودن شرایط اجرایی مانور است. در اغلب موارد بازیگران نقش مجروحین و مصدومین را بر عهده می‌گیرند. در بعضی اوقات، از بازیگران برای ایفای نقش نمایندگان رسانه‌ها یا نهادهای سیاسی به خصوص در مانورهای دورمیزی کمک گرفته می‌شود.
- **متصدی تدارکات و حمل و نقل:** بسیاری از مانورها به طور معمول نیازمند پشتیبانی لجستیکی می‌باشند. متصدی این ماموریت می‌تواند بنا به دلایل زیر تعیین گردد؛
  - برقراری ارتباط با مالکان یا بهره‌برداران از محل اجرای مانور
  - هماهنگی برای تامین مواد غذایی مورد نیاز و نیازهای رفاهی افراد

- هماهنگی برای حمل و نقل افراد و تجهیزات
- هماهنگی برای ساخت مدل‌ها و سایر عناصر مورد نیاز برای اجرای سناریو مورد نظر
- ایجاد هماهنگی برای تامین سایر تجهیزات، مواد مصرفی و منابع مورد نیاز

– **کارگردان صحنه نمایش:** در مواردی که نیاز است برای اجرای مانور صحنه نمایشی طراحی شود، یک نفر از مجریان مانور به عنوان مدیر یا به عبارت بهتر کارگردان صحنه نمایش تعیین می‌گردد. شرح وظایف این نفر می‌تواند شامل موارد زیر باشد؛

- آرایش مناسب صحنه (محل) اجرای مانور
- جانمایی مناسب وسایل و ابزار در داخل صحنه نمایش
- تامین وسایل به هنگام لزوم
- بازنگری و بازسازی صحنه با مشورت سایر پرسنل مجری مانور

– **مسوول امنیت:** گاه برخی از مانورها به دلایل امنیتی بایستی دور از حضور عموم و در منطقه‌ای محافظت شده اجرا شده، و گاه تجهیزات، امکانات و سایر منابع موجود در صحنه مانور نیازمند محافظت می‌باشند. در چنین مواردی لازم است که یک نفر به عنوان متصدی برقراری امنیت، وظیفه حراست فیزیکی از منطقه اجرای مانور، تجهیزات و سایر امکانات را برعهده بگیرد.

– **مسوول کنترل خسارت و رویدادهای غیرمترقبه:** بسته به نوع مانور و گستردگی آن ممکن است وجود فردی با مسوولیت مدیریت حوادث و اتفاقات غیرمترقبه محتمل در مدت زمان اجرای مانور و اطلاع‌رسانی به موقع به سایر بخش‌های مسوول و هم‌چنین تضمین به کارگیری روش‌های مناسب برای کاهش خسارات ناشی از آن، ضروری باشد. این فرد بایستی قبل و بعد از اجرای مانور با حضور نمایندگان مالک و یا بهره‌بردار از محل اجرای مانور نسبت به بازرسی از محل اقدام نماید. هر نوع اتفاق و خسارتی در طی اجرای مانور بایستی ثبت شده و به تیم مدیریت مانور و هم‌چنین مالک و یا بهره‌بردار محل اطلاع داده شود. متصدی کنترل آسیب‌ها و خسارات بایستی موارد زیر را نیز مدنظر قرار دهد:

- بیمه
- محدودیت تردد وسایط نقلیه سنگین
- آسیب و خسارت به زیرساخت‌ها
- اختلال الکترونیکی در ارتباط رادیویی و مخابراتی

– **سخن‌گوی مانور:** یک نفر از افراد متخصص و مسلط تیم اجرایی مانور، بایستی به عنوان سخن‌گوی مانور جهت پاسخ‌گویی و ارتباط با رسانه‌ها تعیین شود. تجربه نشان داده است که در زمان وقوع بحران، عدم همکاری مناسب با رسانه‌ها موجب می‌شود آن‌ها به منابعی که اطلاعات ناچیزی در مورد بحران دارند، متوسل شده و این مساله ممکن است به سوءتعبیر یا تبادل اطلاعات نادرست منجر شود. بنابراین برای تمرین نحوه

پاسخ‌گویی مناسب به رسانه‌ها و هم‌چنین اطلاع‌رسانی مناسب در مورد مانور، فرد مناسبی به عنوان سخن‌گوی مانور جهت ارتباط با نمایندگان رسانه‌های جمعی تعیین خواهد شد. بهتر است که برای جلوگیری از تناقضات همه اطلاعات مرتبط با مانور از طریق سخن‌گو اعلام شود. سخن‌گو شخص مهم و کلیدی در ارتباطات بحران است. از دیدگاه عموم مردم و به خصوص رسانه‌ها چنین فردی نشان‌گر اعتبار مدیریت بحران است. بهترین راهبرد، انتخاب فردی بی‌طرف و درعین‌حال متخصص به عنوان سخن‌گوی بحران است. لذا در حین اجرای مانور نیز باید از یک فرد مناسب برای تمرین نحوه ارائه اخبار مرتبط با مدیریت بحران، بهره گرفته شود [۱و ۱۴].

- **میزبانی از بازدیدکنندگان:** به طور معمول تعدادی از مانورهای میدانی برای افراد مختلف جذاب بوده و آن‌ها علاقه‌مند به بازدید از مراحل مختلف اجرای مانور می‌باشند. لذا بایستی تمهیدات لازم در این خصوص اندیشیده شده و در صورت امکان، برای حضور این بازدیدکنندگان یک نفر به عنوان مسوول جهت میزبانی و هدایت آن‌ها انتخاب گردد. این فرد بایستی در مورد جزییات سناریوی مورد نظر جهت اجرای مانور به خوبی توجیه شده باشد. از جمله شرح وظایف این فرد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
  - پذیرش و هدایت بازدیدکنندگان به مناطق از پیش تعیین شده
  - تشریح اهداف و نتایج مورد انتظار از اجرای مانور
  - گزارش رویدادها در حین اجرای مانور
  - پاسخ‌گویی به سوالات بازدیدکنندگان

پ.۵-۵-۵- برنامه‌ریزی و کنترل مانور

تدوین به موقع برنامه کنترلی مانور این اطمینان را به وجود می‌آورد که مانور به سمت تحقق هدف و نتایج تعیین‌شده مورد انتظار از آن در حال جریان است. در این راستا لازم است که در مراحل طراحی مانور یک سازوکار مناسب و کارآمد کنترلی تدوین شده و در حین برگزاری مانور، توسط اعضای ستاد اجرایی به خوبی به مرحله اجرا گذاشته شود. این موضوع از آن جهت حائز اهمیت است که بتوان فرآیند اجرای مانور را به خوبی کنترل نموده تا حوادث و رویدادهای مورد نظر در سناریوی مانور و اقدامات مقابله‌ای پیش‌بنی شده، در زمان و مکان مناسب خود به مرحله اجرا گذاشته شوند. از جمله مسایل بسیار مهم در این زمینه تدوین برنامه زمان‌بندی مناسب جهت اجرای مانور است [۱۴،۱۵].

پ.۵-۵-۵-۱- زمان‌بندی اجرای مانور

تدوین یک برنامه زمانی مناسب برای اجرای مانور، تحقق اهداف مورد نظر مانور را ضمانت می‌نماید. زمان‌بندی برنامه‌های اصلی توسط مدیر یا تیم مدیریت مانور صورت گرفته و شامل موارد زیر می‌شود؛

- جزییات مرتبط با توالی رویدادها

- مدت زمان مورد نظر برای اجرای هر رویداد
- ارائه یک برنامه زمانی که در اختیار مجریان مانور قرار می‌گیرد
- راهنمایی برای جهت‌دهی و تعیین روند اجرایی مانور

در تعدادی از مانورها بنا بر نیاز باید زمان پاسخ فشرده‌تر شود. از طرف دیگر در مورد مانور میدانی برای ارائه مهارت‌های پرسنل نیاز است که مدت زمان مانور مشابه شرایط واقعی و حتی بیش‌تر از مدت زمان واقعی وقوع رویداد باشد. البته در تغییر مدت‌زمان مانورها بایستی که دقت بیش‌تری اعمال شود، چرا که فشرده‌سازی بیش از حد آن ممکن است که به طور جدی مانور را از واقعیت‌ها دور نماید [۱۴، ۵، ۲].

پ.۵-۵-۵-۲- ارتباطات در مانور

برقراری سیستم ارتباطی مناسب بین مجریان مانور و تیم هدایت‌کننده آن، علاوه بر رعایت برنامه زمانی مصوب، امکان برخورد مناسب با حوادث غیرمترقبه و رویدادهای پیش‌بینی شده را ایجاد کرده و ضامن موفقیت مانور خواهد بود. به عنوان مثال در صورت امکان استفاده از سیستم تلفن‌های همراه برای برقراری ارتباط بین پرسنل مانور با مدیر یا تیم مدیریتی مانور می‌تواند بسیار کارساز باشد. در مورد مانورهای بزرگ نیاز است که یک مرکز کنترل مستقل جهت مدیریت روند اجرایی مانور و برقراری ارتباط مستمر بین گروه‌های مختلف ایجاد گردد [۱۴، ۵، ۲].

پ.۵-۶- مقدمات اداری و تدارکات

تعیین جزییات مرتبط با زمان، مکان، مدت زمان، صحنه اجرای مانور، در مرحله طراحی مانور و از سوی مدیر یا تیم مدیریتی ضروری است. با وجود این‌که به طور معمول مواردی که در زیر لیست شده‌اند در طراحی مانور مدنظر قرار می‌گیرند، اما قبل از نهایی‌سازی طرح مانور، انجام بررسی‌های تفصیلی در این رابطه لازم و ضروری خواهد بود. مواردی که باید در این رابطه مد نظر قرار گیرند، عبارتند از:

- مکان سایت و میزان تناسب آن با سناریوی مانور مورد نظر
- بازرسی و بازدید از محل سایت
- اخذ تایید از مراجع ذی‌صلاح برای استفاده از آن
- راه‌های دسترسی به سایت و خروجی از آن
- کنترل و امنیت سایت
- واقع‌بینانه بودن محل سایت و تناسب صحنه‌آرایی آن با سناریوی مورد نظر
- زمان‌بندی مشارکت بازیگران در مانور
- تعیین مدت زمان مورد نیاز برای آماده‌سازی سایت اجرایی مانور
- تعیین نیازمندی‌ها برای کنترل خسارات و آسیب‌ها (قبل و بعد از مانور)

- تعیین نیازهای ایمنی سایت
- هزینه‌ها و بودجه موردنیاز
- منابع انسانی و فیزیکی موردنیاز
- تجهیزات و امکانات خاص مورد نیاز برای شبیه‌سازی
- بیمه افراد و سایر تجهیزات جهت جبران خسارات جانی و مالی محتمل
- تامین آذوقه و سایر امکانات رفاهی مورد نیاز
- حمل و نقل
- مدیریت نحوه تعامل با رسانه‌ها و بازدیدکنندگان
- اطلاع‌رسانی عمومی به خصوص ساکنین نزدیک به محل اجرای مانور که ممکن است در حین اجرای مانور دچار خسارت شوند.
- تهیه اسناد و مدارک مورد نیاز و انتشار اخبار و اطلاعات مرتبط با مانور

هم‌چنین علاوه بر موارد فوق لازم است که زمان مناسب جهت اطلاع به مجریان و شرکت‌کنندگان در مانور جهت حصول بیش‌ترین اهداف مورد نظر تعیین گردد، تا نهادها و افرادی که قرار است در مانور مشارکت نموده یا در آن حضور یابند از فرصت زمانی کافی برای کسب آمادگی برخوردار باشند [۱۴، ۵، ۲].

پ.۵-۷- برگزاری مانور با اعلام قبلی/ بدون اعلام قبلی

در خصوص طراحی و اجرای مانورها، برخی معتقدند که این نوع تمرین‌ها بایستی بدون اعلام قبلی برگزار گردند. اما در این زمینه دو مشکل عمده وجود دارد:

- اول این‌که برگزاری مانور بدون اعلام قبلی، نیاز به آموزش‌های بسیار پیشرفته دارد و پرسنل شرکت کننده در مانور بایستی که از مهارت و تخصص بسیار بالایی برخوردار باشند.
- دوم این که برگزاری مانور بدون اعلام قبلی برای پرسنلی که هم اکنون بر سر خدمت حاضر هستند و مشغول انجام کارهای روزمره می‌باشند، مشکل بوده و ممکن است که در حین تمرین، اتفاقی واقعی رخ دهد که رسیدگی به هر دو مورد را با مشکلات بسیاری مواجه کند.

تمرین و اجرای مانورها به خودی خود در بردارنده بعضی از اقدامات از پیش اعلام نشده‌ای مانند فراخوانی افراد به محل خدمت و آگاه کردن از حادثه است. اما واقعیت این است که عملیاتی نمودن سایر اجزای دیگر طرح اجرایی مانور بدون هرگونه اعلام قبلی بسیار دشوار است. بنابراین اتخاذ هرگونه تصمیم در مورد این‌که مانور بدون اعلام قبلی برگزار گردد، نیازمند تعمق و تفکر بیش‌تری بوده و لازم است که مدیران و سایر پرسنل مسوول و درگیر در عملیات اجرایی مانور همه موارد و حواشی امر را به خوبی مدنظر قرار دهند [۲].

پ.۵-۸- اجرای مانور (تهیه دستورالعمل اجرا)

معمولا تیم مدیریت مانور شخصی را به عنوان مجری و به بیان گویاتر فرمانده مانور تعیین نموده و مسوولیت برگزاری مانور را به او محول می‌نمایند. مانور بر مبنای نسخه نهایی طرح مصوب که از قبل در اختیار ستاد اجرایی و سایر افراد شرکت‌کننده و بازیگران مانور قرار داده شده است برگزار می‌گردد. هم‌زمان با اجرای مانور عملکرد افراد و گروه‌ها نسبت به اهداف و نتایج مورد انتظار به صورت مستمر مورد پایش قرار می‌گیرد.

در برگزاری یک مانور موفق، خلاصه گزارشی که از روند اجرایی مانور به صورت کتبی یا شفاهی از آن تهیه و ارائه می‌گردد، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و لازم است که نهایت دقت در تدوین آن و به خصوص ارائه اطلاعات درست و دقیق به عمل آید. این خلاصه گزارش در واقع دربرگیرنده چکیده سناریو اجرایی مانور است و حداقل بایستی شامل موارد زیر باشد:

- هدف و نتایج مورد انتظار از اجرای مانور
- موضوعات مرتبط با مسایل ایمنی و ترتیبات اجرایی مانور
- تعیین دقیق محدوده اجرایی مانور و مناطق خارج از محدوده
- روش برقراری ارتباط و دستور کار مخابرات
- زمان و مکان اجرای مانور
- مدت زمان اجرای مانور
- نحوه تدارکات و پشتیبانی از اجرای مانور (محل استراحت، تامین مواد غذایی و...)
- نقش و شرح وظایف افراد به‌خصوص پرسنل کلیدی
- هر نوع مسایل و ملاحظاتی که در لحظات آخر قبل از شروع عملیات اجرایی مانور اعلام شده و می‌بایست که مدنظر قرار گیرند.

پ.۵-۸-۱- شروع مانور

فرمانده مانور بعد از آزمایش سامانه‌های ارتباطی و حصول اطمینان از برقراری ارتباط و اعلام آمادگی ستاد اجرایی و سایر شرکت‌کنندگان در مانور، می‌تواند نسبت به اعلام شروع مانور اقدام نماید. در مورد مانورهای دورمیزی، شروع مانور با اعلام موضوع مورد بحث یا موضوع مانور توسط تسهیل‌گر اعلام می‌گردد. مانورهای کارکردی ممکن است با اعلان پیام شروع یا نمایش آن آغاز شوند. شروع مانورهای میدانی اغلب از طریق یک پیام رادیویی یا تلفنی به تیم اجرایی مانور صورت می‌گیرد و بعد از این اعلان ستاد اجرایی و سایر شرکت‌کنندگان در مانور بر طبق برنامه زمانی مصوب وارد مرحله اجرایی مانور می‌شوند.

پ.۵-۸-۲- حین اجرای مانور

فرمانده مانور با استفاده از برنامه زمان‌بندی اصلی، نسبت به کنترل مانور اقدام می‌نماید. او در حین اجرای مانور بایستی از انجام به موقع و صحیح کارها، اطمینان حاصل کرده و در صورت بروز مشکل قادر به اقدام در جهت رفع آن و پی‌گیری مانور باشد. فرمانده مانور هم‌چنین می‌تواند با توجه به روند اجرایی مانور نسبت به اصلاح برنامه‌های مورد نظر در راستای تحقق اهداف از پیش تعیین شده اقدام نماید. این نوع اقدامات اصلاحی ممکن است به صورت توقف موقتی اجرای مانور، ایجاد تغییر در مسیر اجرایی آن، افزایش سرعت یا کاهش سرعت اجرایی مانور باشد.

داوران و ناظران در حین اجرای مانور با نظارت مستمر بر عملکرد ستاد اجرایی و سایر پرسنل و ثبت نحوه پاسخ آن‌ها به اتفاقات مورد نظر و ارائه گزارش به فرمانده مانور در راستای بهبود عملیات کمک می‌نمایند.

سیستم ارتباطی مانور نیز به طور معمول می‌تواند از دو مولفه اصلی تشکیل شده باشد که یک بخش از آن برای ستاد اجرایی و بخش دیگر برای سایر گروه‌ها و افراد شرکت‌کننده در مانور مورد استفاده قرار می‌گیرد. ستاد اجرایی در حین اجرای مانور نیازمند برقراری ارتباط مستمر با تیم فرماندهی است. برای برقراری ارتباط می‌توان از سیستم تلفن همراه، یک شبکه بی‌سیم مجزا یا ترکیبی از هر دو بهره گرفت.

در مورد مانورهای بزرگ می‌توان برای پوشش بیش‌تر از ایستگاه‌های رادیویی محلی بهره گرفت، اما در این رابطه باید دقت نمود که از ایجاد اختلاط بین اخبار مانور با اتفاقات واقعی جلوگیری به عمل آمده و به صورت شفاف باید اعلام شود که اخبار در حال پخش مرتبط با مانور است. البته از این سیستم‌ها فقط باید برای ارسال اطلاعات عمومی استفاده نموده و از ارسال اطلاعات ویژه که بایستی فقط افراد خاصی از تیم مدیریت یا ستاد اجرایی مانور از آن باخبر باشند، خودداری نمود.

اگر در حین اجرای مانور رویداد غیرمترقبه‌ای رخ دهد که آسیب‌ها و خسارات احتمالی را در پی داشته باشد، مسوولان مرتبط بایستی با هماهنگی فرمانده مانور نسبت به توقف مانور اقدام نموده و بعد از مرتفع نمودن مشکل به وجود آمده و انتقال افراد حادثه دیده احتمالی، مانور ادامه یابد.

پ.۵-۸-۳- پایان مانور

پایان مانور باید به صورت یک فعالیت کنترل شده باشد و فرمانده مانور بایستی بتواند با مدیریت مناسب مانور، آن را در زمان مقرر به پایان برساند. گاهی ممکن است برای بالابردن سطح کیفی و تکمیل اهداف مانور، مدت زمان اجرای مانور تمدید شود. از طرف دیگر ممکن است به دلیل تحقق سریع‌تر اهداف مورد نظر، پایان مانور در زمانی زودتر از موعد مقرر اعلام گردد. لازم است که هرگونه تصمیمی در مورد زمان پایان مانور با مشارکت همه اعضای ستاد اجرایی اتخاذ گردیده و به تایید آن‌ها و تیم مدیریتی مانور برسد.

در مورد مانورهای دورمیزی وکارکردی، مجری مانور به راحتی می‌تواند با ستاد اجرایی و همه پرسنل شرکت‌کننده در مجری ارتباط برقرار نماید. اما در مورد مانورهای میدانی به دلیل پراکندگی پرسنل هر یک از گروه‌ها زمانی که اهداف

مرتبط با خود را محقق نماید به شرطی که توقف فعالیت یا ماموریت آن‌ها بر روی عملکرد سایر بخش‌ها و گروه‌ها تاثیرگذار نباشد می‌تواند نسبت به اعلان پایان ماموریت خود اقدام نمایند.

هنگامی‌که گروه‌های مختلف نسبت به ترک محل اجرای مانور اقدام می‌نمایند، متصدی خسارات نسبت به ارزیابی محل اقدام نموده و هرگونه خسارت و آسیب‌های وارده به محل را ثبت می‌نماید.

بلافاصله پس از خاتمه مانور و پیش از فراموش‌شدن اطلاعات کسب شده از مانور توسط پرسنل، بایستی سریعا نسبت به تهیه گزارش مانور اقدام گردد. برای تهیه یک گزارش کار کم‌نقص از مراحل مختلف مانور، همکاری تمامی افراد شرکت‌کننده در مانور اعم از ارزیابان، ستاد اجرایی و تیم مدیریت مانور مفید خواهد بود. هنگام اعلام پایان مانور، هر یک از مسوولان و متصدیان بخش‌های مختلف بایستی نسبت به اتمام ماموریت گروه خود اطمینان حاصل نمایند.

پ.۵-۹- نحوه مستندسازی مانور

مدیریت مانور بایستی مدت‌زمان مناسبی را برای مستندسازی مانور تخصیص بدهد. مستندسازی، اطلاعات مناسبی را در اختیار افراد دخیل در طراحی، اجرا و بازبینی مانور قرار می‌دهد. هم‌چنین مستندسازی مناسب این امکان را به وجود می‌آورد که طرح مانور، چندین بار به اجرا درآمده و لذا نیاز به زمان و هزینه جهت طراحی مجدد مانور نباشد. تیم مدیریت مانور بایستی نسبت به تعیین فرد یا افراد مسوول مستندسازی که به طور معمول از روابط عمومی سازمان‌ها و نهادهای درگیر در مانور انتخاب می‌شوند، اقدام نماید. البته در خصوص مستندسازی دقیق و علمی مسایل فنی مرتبط، حتما بایستی که از نقطه نظرات کارشناسی هر یک از بخش‌های مرتبط در تدوین گزارش مستند مانور، استفاده گردد.

پ.۵-۹-۱- مستندات مرتبط با مدیریت مانور

حجم مستندسازی و جزییات مورد نیاز بسته به اندازه و پیچیدگی مانور مورد نظر بسیار متغیر است. برای رعایت حداقل مستندسازی نیاز است که نسبت به تهیه یک صفحه از اطلاعات مرتبط با هدف، یک یا چند نتیجه مورد انتظار، سناریویی همراه با اطلاعات عمومی و خاص در مورد مکان، تجهیزات و زمان مانور اقدام شود. لیستی از مواردی که بایستی در مستندسازی مانورهای پیچیده، مدنظر قرار گیرد در زیر آورده شده است.

- دستورالعمل عمومی، که به طور معمول شامل یک سری اطلاعات عمومی در مورد مانور است
- شرح اتفاقات یا داستان مانور (سناریوی اجرایی مانور)
- دستورالعمل‌های مرتبط با پرسنل مجری مانور شامل برنامه زمانی اصلی، اطلاعات ویژه و هر نوع دستورالعمل ویژه
- ساختار سازمانی مانور و دیاگرام ارتباطی
- برگه‌های ثبت عملکرد روند اجرایی مانور
- اخبار و پیام‌های منتشر شده توسط رسانه‌ها
- یادداشت‌برداری‌های صورت گرفته در جلسات

- دعوت‌نامه‌ها
- اسناد مالی
- اطلاع‌رسانی به ساکنین منطقه

پ.۵-۹-۱-۱- دستورالعمل عمومی

دستورالعمل عمومی اولین سند کنترلی است. این دستورالعمل شامل هدف، نتایج، قالب (فرمت)، مقدمات کنترلی و هماهنگی، فرآیند تعیین پرسنل، ایمنی، مقدمات اداری و تدارکات است. به طور معمول دستورالعمل عمومی در سطح وسیعی پخش شده و برای پرسنل اجرایی، روسای سازمان‌های مشارکت کننده و ذی‌نفعان خارج از سازمان مسوول نیز فرستاده می‌شود.

پ.۵-۹-۱-۲- تشریح مانور (بیان طرح مانور)

طرح داستان مانور برای سناریوسازی هر یک از مسایل عمده شرکت‌کنندگان در مانور مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای تدوین طرح داستانی مانور، بیش‌تر از اطلاعات ویژه مرتبط با مانور استفاده گردیده و شرح ماوقع هر یک از مسایل مورد نظر در آن مورد تشریح قرار می‌گیرد.

این طرح داستانی در قالب برنامه زمان‌بندی اصلی برای ستاد اجرایی مانور ارسال می‌شود و بخشی از آن نیز ممکن است تنها برای تعدادی از پرسنل کلیدی مانند فرماندهان گروه ارسال گردد. گرچه این طرح به صورت کتبی تهیه می‌شود، اما ممکن است به صورت شفاهی ارائه گردد.

پ.۵-۹-۱-۳- دستورالعمل‌های مرتبط با ستاد اجرایی

دستورالعمل‌های مرتبط با ستاد اجرایی معمولا شامل یک سری اطلاعات عمومی و خاص در مورد مانور، برنامه زمان‌بندی اصلی، دستورالعمل‌های ایمنی و جزییات بیش‌تری از اطلاعات ارائه شده در دستورالعمل عمومی می‌باشند. در مانورهای بزرگ ممکن است که ستادهای اجرایی مختلف بسته به نوع ماموریت و شرح وظایف خود دستورالعمل‌های مختلفی داشته باشند، که تحت عنوان دستورالعمل‌های ویژه نامیده می‌شوند. به عنوان نمونه دستورالعمل‌های ویژه تحت عناوین زیر می‌توانند تهیه و تدوین گردند:

- دستورالعمل‌های ارزیابی داوری
- دستورالعمل‌های آماده‌سازی سایت اجرایی مانور
- مقدمات مورد نیاز برای مدیریت رسانه‌ها و بازدیدکنندگان
- کنترل خسارات
- دستورالعمل‌های ایمنی خاص

پ.۵-۹-۱-۴- نمودار سازمانی مانور و دیاگرام ارتباطی

نمودار سازمانی به صورت ساده یک نمای هندسی ساده از ساختار کنترل و ارتباطی بین گروه‌های حاضر در مانور است. هم‌چنین لازم است یک دیاگرام ارتباطی برای نشان دادن نحوه ارتباطات بین ستاد اجرایی مانور و شرکت‌کنندگان در مانور تهیه گردد. این دیاگرام ارتباطی باید به خوبی نشان‌دهنده شمای ارتباطی بین سامانه فرماندهی مانور با پرسنل مجری و سایر گروه‌های شرکت‌کننده در مانور باشد، هم‌چنین بایستی نوع سامانه‌ها و تجهیزات ارتباطی مورد استفاده (تلفن ثابت، سیار، همراه، ماهواره‌ای و یا بی‌سیم) و به خصوص فرکانس‌های مورد استفاده در اختیار مسوولین بخش‌های مختلف اجرایی مانور قرار داده شود.

پ.۵-۹-۱-۵- برگه‌های ثبت عملکرد روند اجرایی مانور

فرم‌های ارزیابی و ثبت عملکرد بخش‌های مختلف ستاد اجرایی مانور اعم از مسوولین و پرسنل بخش‌های مختلف، در اختیار داوران جهت ارزیابی عملکرد شرکت‌کنندگان در مانور قرار داده می‌شود. در این صفحات داوران نسبت به ثبت وقایع و نحوه واکنش افراد حاضر در مانور به اتفاقات در نظر گرفته شده در سناریو مانور اقدام می‌نمایند. البته نیاز است که قبل از اجرای مانور و در مرحله طراحی، نسبت به آماده‌سازی چک‌لیست‌های ارزیابی متناسب با نوع و گستره مانور اقدام و در اختیار ارزیابان قرار داده شود. در نهایت این صفحات به اسناد با ارزشی برای تدوین گزارش مانور تبدیل می‌گردند.

پ.۵-۹-۱-۶- اطلاع‌رسانی توسط رسانه‌ها

رسانه‌ها قبل، حین و بعد از اجرای مانور به انتشار اخبار و اطلاعات مرتبط با آن اقدام می‌نمایند. اطلاع‌رسانی مناسب و به هنگام توسط رسانه‌ها برای اعلان عمومی اتفاقات و رویدادهای مرتبط با مانور و جلوگیری از هرگونه صدمات و خسارت‌های محتمل به افراد به ویژه ساکنین مناطق نزدیک به محل اجرای مانورهای میدانی بسیار مفید و کارساز است. هم‌چنین نشر مطالب مفید مرتبط با مانور در افزایش سطح آگاهی‌های عمومی و آموزش عمومی نیز موثر است.

پ.۵-۹-۱-۷- صورت‌جلسات

در مرحله طراحی مانور، یادداشت‌برداری و ثبت مطالب ارائه شده توسط افراد مختلف در مستندسازی مانور بسیار مهم است. یادداشت‌های مرتبط با هر یک از جلسات، پیش‌زمینه مناسب و مفیدی برای اتخاذ تصمیمات و تسهیل در طراحی مانورهای آتی است. در این یادداشت‌ها باید نسبت به ثبت تصمیمات، شرح وظایف و ماموریت‌های محوله به افراد و گروه‌های خاص و مدت‌زمان موردنظر برای اجرای هر یک از بخش‌های عملیاتی اقدام گردد. صورت‌جلسه‌ها بعد از تنظیم، باید بین تمامی افراد شرکت‌کننده در جلسات توزیع شود.

پ.۵-۹-۱-۸- دعوت‌نامه‌ها

دعوت‌نامه‌ها ممکن است برای تعدادی از افراد مانند پرسنل سایر بخش‌های خدماتی، نهادها و سازمان‌های استانی و محلی، نمایندگان رسانه‌ها و سایر سازمان‌هایی که علاقه‌مند به مشارکت یا بازدید از روند اجرایی مانور هستند، ارسال گردد. البته در مواقعی بسته به نوع مانور و هدف آن، از عموم مردم و یا نمایندگان نهادهای غیردولتی نیز جهت بازدید از اجرای مانور یا مشارکت در اجرای آن دعوت به عمل آید. نگه‌داری و آرشیو مناسب رونوشت این نامه‌ها برای مستندسازی بهتر روند اجرایی مانور می‌تواند مفید واقع شود.

پ.۵-۹-۱-۹- آگاه‌سازی به موقع ساکنان محلی

قبل از شروع عملیات اجرایی مانور نیاز است که اطلاعات کافی و به موقع در اختیار ساکنان محلی و یا افراد ساکن در فواصل نزدیک به محل اجرای مانور قرار داده شود، تا از خسارات و آسیب‌های احتمالی به آن‌ها جلوگیری به عمل آید. در ضمن زمان و مکان اجرای مانور نباید به گونه‌ای باشد که باعث ایجاد اختلال شدید و بلندمدت در روند زندگی عادی ساکنان محل گردد.

پ.۵-۹-۲- تلخیص و تکرار

هم‌زمان با تکمیل مستندات مانور و ارسال دستورالعمل‌ها برای افراد و گروه‌های مختلف لازم است که نسبت به تلخیص مستندات یا در صورت امکان بازنگری و آماده‌سازی مجدد آن‌ها اقدام گردد. مهم‌تر از همه نیاز است که یک خلاصه کاربردی از مستندات مانور در اختیار ستاد اجرایی آن قرار داده شود. در این خلاصه باید به صورت شفاف وظایف و ماموریت‌های هر یک از افراد و یا گروه‌ها بیان گردیده و اطمینان حاصل گردد که آن‌ها به خوبی سناریوهای مورد نظر را درک نموده‌اند. در تهیه خلاصه بایستی موارد زیر به خوبی مدنظر قرار گیرند:

- هدف و نتایج مورد انتظار از مانور
- کارکرد و مسوولیت‌های افراد در طی اجرای مانور
- سیستم ارتباطی مورد استفاده توسط ستاد اجرایی
- نحوه و فرآیند مقابله با شرایط و اتفاقات پیش‌بینی نشده
- نیازمندی‌های بعد از اجرای مانور

تکرار در مانورهای دورمیزی می‌تواند اثربخش باشد. تکرار فرآیند اجرایی سناریوهای طراحی شده نسبت به کسب اطمینان از عملیاتی‌شدن آن‌ها و هم‌چنین مدت زمان در نظر گرفته شده برای اجرای آن‌ها مفید است. به طور معمول قبل از اجرای مانورهای میدانی بزرگ نسبت به برگزاری مانورهای دورمیزی و تکرار آن‌ها جهت شناخت خلاها و نواقص موجود و رفع آن‌ها تا حد امکان اقدام می‌گردد. نسخه نهایی خلاصه روند اجرایی مانور معمولا در روزهای پایانی نزدیک به زمان اجرای مانور منتشر می‌شود تا در آن تصمیمات نهایی اتخاذ شده در بخش‌های مختلف اجرایی مانور اعمال‌شده باشد.

پ.۵-۹-۳- قالب تدوین مستندات مانور

در این بخش یک چارچوب و قالب پیشنهادی به عنوان راهنما برای اجرای مانورهای بزرگ ارائه گردیده است. برای مانورهای کوچک‌تر به سادگی می‌توان نسبت به حذف مواردی که مورد نیاز نمی‌باشند، اقدام نمود.

- عنوان مانور
- سازمان مجری مانور
- دستورالعمل‌های عمومی
- منابع
- مقدمه؛
- نوع مانور
- مکان/تاریخ/زمان
- دلایل برگزاری مانور
- سازمان‌های شرکت کننده در مانور
- هدف
- نتایج مورد انتظار
- مدت زمان و زمان شروع مانور
- پرسنل مانور دهنده
- ستاد اجرایی و داوران
- چارچوب اجرایی مانور
- محدوده
- پیش‌زمینه
- اطلاعات و آگاهی‌های مورد نیاز
- ایمنی
- معرفی مسوول(ان) ایمنی
- نحوه عمل در شرایط تصادف یا جراحت‌های واقعی
- آسیب‌ها و خسارات
- معرفی متصدیان کنترل خسارات و آسیب‌ها
- نحوه عمل در صورتی که هر نوع خسارت واقعی اتفاق بیفتد
- تدارکات و اقدامات اداری
- تجهیزات

- آذوقه (مواد غذایی موردنیاز)
- حمل و نقل
- امکانات بهداشتی
- پناه‌گاه (نحوه اسکان)
- هزینه‌ها
- مناطق اجرای مانور و محدودیت‌های موجود
- مشخصات بازیگران حاضر در اجرای مانور
- آموزش و اطلاع‌رسانی به بازیگران
- مقدمات تدوین گزارش
- ستاد اجرایی
- بازیگران
- شرکت‌کنندگان در مانور
- امنیت
- ارتباطات عمومی
- رسانه‌ها
- بازدیدکنندگان محلی
- اطلاع‌رسانی به ساکنین بومی
- اطلاع‌رسانی به سازمان‌هایی که در مانور مشارکت ندارند
- کنترل مانور
- ساختار سازمانی مانور
- معرفی ستاد اجرایی
- شرکت‌کنندگان؛ارتباطات (سیستم ارتباطی)
- توزیع
- مسوولیت (امضای مدیر مانور)
- ضمیمه‌ها
- ستاد اجرایی
- برنامه زمانی اصلی (برنامه مانور)
- اطلاعات عمومی
- اطلاعات ویژه و خصوصی در مورد مانور

- اهداف و نتایج مورد انتظار از سازمان‌های مشارکت کننده
- نمودار سازمانی
- لیست پیوست‌های مورد نیاز- شامل نقشه‌ها و فلوچارت‌ها (نمودارها) [۱۴]

پیوست ۶

واژه‌نامه

پ.۶-۱- واژه‌نامه

Agency Presentation	معارفه نهادی
Ammonia	محلول یا بخار آمونیاک
Anchor	مهار، لنگر
API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE)	موسسه نفت آمریکا
Arrival Time	زمان رسیدن
AS (AUSTRALIAN STANDARD)	استاندارد استرالیا
As Built	نقشه‌های چون‌ساخت: نقشه‌هایی که حاوی آخرین تغییرات در اجرای پروژه‌ها بوده و موقعیت واقعی نقاط پروژه را نشان می‌دهند
ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)	انجمن آمریکایی آزمایش و مواد
Barrier/Berm	موانع
Biological Response Methods	روش های بیولوژیک پاسخ
Bioremediation Agents	زیست پالایی یا پاک‌سازی زیستی، به فرآیندهایی گفته می‌شود که در آن، در راستای پاک‌سازی و پالایش زیست‌بوم و برگردان آن به شرایط نخستین، از ریزاندامگان، قارچ‌ها یا باکتری‌ها و آنزیم آن‌ها به‌کار گرفته می‌شود. مانند پالایش کلر هیدروکربن با کمک باکتری‌ها. نمونه آشکار آن به‌کارگیری ریزاندامگان و باکتری‌ها در پاک‌سازی آلودگی‌های نفتی است.
Blistering	ورم کردن، تاول زدن
Boom	وسیله برای سدکردن مسیر مواد نفتی شناور بر سطح آب
Booming	عملیات نصب بوم
BSI (BRITISH STANDARD INSTITUTE)	موسسه استاندارد انگلیس
Cased Crossing	تقاطع خطوط لوله و منابع آبی که پوسته گذاری شده باشد
Casing	پوسته گذاری
Chain of Command	زنجیره فرماندهی
Chemical Response Methods	روش‌های شیمیایی پاسخ به آلودگی نفتی
Chemical Shoreline Pretreatment	مواد شیمیایی که پیش از رسیدن مواد نفتی به سواحل رودخانه یا دریاچه، به سطح ساحل افزوده می‌شوند تا از چسبیدن مواد نفتی به سواحل جلوگیری کنند

Coal Tar Enamel	ترکیبی از قطران زغال‌سنگ که برای پوشش خطوط لوله مورد استفاده قرار می‌گیرد
Coating	پوشش دهی
Corrosion Coupon	قطعاتی با مشخصات آلیاژ لوله مورد استفاده که در شرایط یکسان با خط لوله قرار داده شده و برای تعیین میزان خوردگی ناشی از شرایط محیطی خط لوله، مورد بازدیدهای دوره‌ای قرار می‌گیرند
CP (CATHODIC PROTECTION)	حفاظت کاتدیک
Debris	نخاله
DIN (DEUTSCHES INSTITUT FUR NORMUNG E V)	استاندارد پایش خوردگی کشور آلمان
Dispersant	ماده جداکننده (مواد شیمیایی که برای پخش مواد نفتی در سطح آب استفاده می‌شوند)
Drug Testing	تست اعتیاد
DSS (DECISION SUPPORT SYSTEM)	سیستم پشتیبان تصمیم
Emulsion Treating Agents	مواد جدا کننده امولسیون، مواد شیمیایی که برای جداسازی امولسیون متشکل از نفت و آب استفاده می‌شوند
Equipment Preparation	آمادگی تجهیزات
Equipment Stability	استقرار تجهیزات
Field Exercise	مانورهای میدانی
Flooding	شستشو با مقادیر زیاد آب
Flushing	پاشیدن آب با فشار زیاد
Function Command	فرماندهی عملیات
Functional Exercise	مانورهای کارکردی
Handling	به کارگیری(در این دستورالعمل به‌کارگیری به معنی استفاده صحیح از قطعات و در جای صحیح می‌باشد)
HDD	روش حفاری افقی
Herding	جمع‌کردن
Herding Agents	مواد شیمیایی که با افزوده شدن به مواد نفتی نشت یافته در آب، این مواد را به صورت یک توده جمع می‌کنند
HIC (HYDROGEN-INDUCED CRACKING)	ترک خوردگی هیدروژنی
HSCC (HYDROGEN STRESS CORROSION CRACKING)	خوردگی بر اثر وجود ترک‌های ناشی از تنش هیدروژنی

Hydrazine	هیدرازین
IAP (INCIDENT ACTION PLAN)	برنامه عمل پاسخ به حوادث
ICS (INCIDENT COMMAND SYSTEM)	سیستم فرماندهی حادثه
ILI (IN-IINE INSPECTION)	یکی از روش‌های آزمایش و صحت سنجی غیرمخرب
Inhibitor	بازدارنده
In-Situ Burning	سوزاندن درجا
IPS (IRANIAN PETROLEUM STANDARD)	استاندارد صنعت نفت ایران
Joining	جوش دادن
Knot	واحد سرعت (دریایی) معادل ۰.۵۱۴ متر بر ثانیه
Lamination	تورق، لایه‌لایه شدن
MIC (MICROBIALLY INDUCED CORROSION)	خوردگی ناشی از وجود میکروب‌ها
MOP (MAXIMUM OPERATING PRESSURE)	حداکثر فشار ممکن بهره‌برداری
NACE (NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS)	استاندارد پایش خوردگی خطوط لوله نفتی در آمریکا
Natural Microbial Seeding	یکی از روش‌های بیولوژیک جمع‌آوری مواد نفتی از محیط آبی است که با افزودن برخی از میکروب‌ها به محیط آبی روند تجزیه طبیعی مواد نفتی را سرعت می‌بخشد
Natural Recovery	بازیابی طبیعی (فرآیند طبیعی پاک‌سازی مواد نفتی نشت یافته در محیط‌های آبی)
Nutrient Enrichment	یکی از روش‌های پاک‌سازی آلودگی نفتی در آب است که با افزودن ریزمغذی‌ها به محیط آبی روند تجزیه طبیعی مواد نفتی را سریع‌تر می‌کند.
Offshore	دور از ساحل
Orientation Exercise	مانور توجیهی
Over Bends	خمی در خطوط لوله که به واسطه برآمدگی در وسط خط لوله ایجاد می‌شود
Physical Response Methods	روش‌های فیزیکی پاسخ به آلودگی نفتی
POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARNONS (PAHs)	هیدروکربن‌های پلی آروماتیک
Preparation Time	زمان آماده‌سازی تجهیزات
PIPELINE SAFETY ACT (PSA)-2002	

PSI	واحد فشار معادل ۶۸۹۵ پاسکال
Rectifiers	یکسوکننده‌ها
RF (RADIO-FREQUENCY)	امواج رادیویی که برای بازرسی خطوط لوله به کار گرفته می‌شوند
Rock Shield	پوشش توری مانندی که برای محافظت خطوط لوله از آسیب‌های مکانیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد
Run Discipline	انضباط عملیاتی
Run Time	زمان عملیات
Sag Bends	خمی که به واسطه وزن خط لوله و شکم دادن آن ایجاد می‌شود
Sand Blasting	پاک‌سازی به کمک پاشیدن ماسه
SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION)	سامانه‌های کنترل سرپرستی و گردآوری اطلاعات، سیستم‌های SCADA برای مونیتور کردن یا کنترل پروسه‌های شیمیایی، حمل و نقل، سیستم‌های آب‌رسانی شهری، کنترل تولید و توزیع انرژی الکتریکی و در خطوط نفت و گاز و سایر فرآیندهای گسترده (توزیع یافته) استفاده می‌شود.
Sediment Reworking	اصلاح رسوبات (فرآیند پاک‌سازی و یا جای‌گزینی رسوبات آلوده شده)
Sentinel Hole	سوراخ سنجش(حفره‌ای که در دیواره لوله‌ها یا مخازن ایجاد کرده و نمونه موردنظر را برای سنجش خوردگی مورد استفاده قرار خواهند داد)
Shoreline Cleaning Agents	مواد شیمیایی که برای پاک‌سازی سواحل به کار می‌روند
Skimmer	وسیله‌ای برای جمع‌آوری مواد نفتی شناور بر سطح آب که معمولا به همراه بوم‌ها به کار گرفته می‌شود
Skimming	عملیات جمع‌آوری مواد نفتی به وسیله اسکیمرها
Solidifiers	مواد شیمیایی که با اضافه شدن به مواد نفتی نشت یافته در آب آن‌ها را به صورت یک توده جامد جمع‌آوری می‌کنند
Sorbent	جذب‌کننده
SSCC (SULFIDE STRESS CORROSION CRACKING)	خوردگی بر اثر تنش‌های ناشی از وجود سولفید
Statsgo (STATE SOIL GEOGRAPHIC)	نرخ خوردگی فولاد در خاک
Steam Cleaning	پاک‌سازی به کمک بخار آب
Syndicate Exercise	مانورهای صنفی
Team Arrangement	هماهنگی تیمی
Third Party	عامل سوم (در مورد خطوط لوله عواملی به غیر از خط لوله و محیط اطراف آن نام می‌گیرند)

TPHs (TOTAL PETROLEUM HYDROCARBON)	هیدروکربن‌های نفتی
Vacuum	مکیدن/مکش
Vacuum Extraction	روشی برای تعیین محل خطوط لوله مدفون که حفره‌های کوچکی را در سطح خاک و از طریق مکش (ایجاد) خلا و تا عمق خاصی ایجاد می‌کنند
Visco-Elastic Agents	مواد شیمیایی که برای افزایش مقدار ویسکوزیته مواد نفتی نشت یافته در آب به آن‌ها اضافه می‌شوند تا جمع‌آوری آسان‌تر گردد.
Water Ways	آب‌راهه
Weir Dam	سدهای لاستیکی، سدی که سطح آب را بلند می‌کند
Yield Stress	تنش تسلیمی

منابع و مراجع

۱- اسکینر، کریس و گری مرشام. «مدیریت سوانح». ترجمه: دکتر حمیدرضا جعفری. انتشارات دانشگاه تهران، (۱۳۸۷).

۲- انتشارات پردازش و برنامه‌ریزی شهری، «مدیریت بحران، اصول و راهنمای عملی دولت‌های محلی»، (۱۳۸۳).

۳- جعفری، عبدالله، علیرضا نقی‌زاده و علی جمشیدی‌فر. «ارزیابی توان عملیاتی ایستگاه‌های آتش‌نشانی بنادر». مجموعه مقالات دومین همایش ملی ایمنی بنادر، (۱۳۸۴).

۴- جمعی از نویسندگان، «مجموعه دستورالعمل‌های مدیریت بحران در عرصه بهداشت و درمان حوادث غیرمترقبه». موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی هلال ایران، (۱۳۸۵).

۵- حسینی، مازیار، «مدیریت بحران»، سازمان پیش‌گیری و مدیریت بحران شهر تهران، موسسه نشر مهر (۱۳۸۷).

۶- رحیمی، حسن و رضا شاهمرادی. «مدیریت بحران و موقعیت‌های اضطراری در راه‌آهن». مجموعه مقالات ششمین همایش ارتقاء ایمنی و پیش‌گیری از سوانح ریلی.

۷- صفری، محمدتقی، «برنامه‌ریزی استراتژیک ایمنی». مجموعه مقالات ششمین همایش ارتقاء ایمنی و پیش‌گیری از سوانح ریلی.

۸- علمداری، شهرام و محمدحسین میردهقان. «اصول مانور در آمادگی‌های قبل از حوادث». مجموعه مقالات دومین همایش علمی، تحقیقی مدیریت امداد و نجات، (۱۳۸۴).

۹- گروه آمار و اطلاع‌رسانی دفتر آمار و فناوری اطلاعات راه‌آهن ج.ا.ا، شناسنامه ایستگاه‌ها.

۱۰- گروه آموزش سیر و حرکت و بازرگانی مرکز آموزش عالی علمی - کاربردی راه آهن، آموزش سوزنبان، (۱۳۸۴).

۱۱- گروه حفاظت ایمنی سیر و حرکت اداره کل راه‌آهن آذربایجان. اطلاعات مرتبط با مانور ریلی برگزار شده در محور رازی، (۱۳۸۷).

12- Australian Emergency Manual Series, Manual 43; Emergency Planning

13- Australian Emergency Manual Series, Part V The Management of Training Manual 2: Managing Exercises.

14- O'Kane, k. Writing Operational Exercises For Emergency Management, 2003.

15- Sommerlechner C., Valo R., Neumann C. Emergency exercises in Austrian railway tunnels. 3rd International Conference „Tunnel Safety and Ventilation" 2006

16- Transit Cooperative Research Program and National Cooperative Highway Research Program, Volume 9: Guidelines forTransportation EmergencyTraining Exercises, 2006.

17- U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. Common Issues in Emergency Transportationm operations Preparedness and Response, 2007.

18- U.S. Department of Transportation. The Public Transportation System Security and Emergency Preparedness Planning Guide, 2003.

19- Volpe National, J.A. Recommended Emergency Preparedness Guidelines for Rail Transit Systems. U.S. Department of transportation, 1991.

خواننده گرامی

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

Instructions of Accident prevention and crisis management related to oil contamination of rivers and lakes (Draft) [ ]

Executive Body: Water Research Institute

Chief Author: DavoodReza Arab

Authors & Contributors Committee:

Hamid Sohrabi	Rahbord Danesh Pooya Institute	M.Sc. of Civil-Water Eng.
Ruhollah Sohrabi	Rahbord Danesh Pooya Institute	M.Sc. of Civil-Water Eng.
Davood Reza Arab	Rahbord Danesh Pooya Institute	Ph.D. of Civil Engineering
Gholam Reza Fathi	Rahbord Danesh Pooya Institute	M.Sc. of Natural Disasters' Management
Hadigheh mohammadi	Rahbord Danesh Pooya Institute	M.Sc. of Water Resources Eng.

Supervisory Committee

Narges Dashti	Ministry of Energy Bureau of Technical, Engineering, Social and Environmental Standards of Water and Waste Water	B.Sc. of Irrigation Eng.
Davood Emadi	Ministry of Petroleum	B.Sc. of Chemistry Eng.
Abdullah Mozaffari	Prevention and Disaster Management Organization of Tehran	M.Sc. of Disaster Management
JabbarVatanfada	Ministry of Energy	M.Sc. of Hydraulic structures Eng.
Bahman Hadizadeh	Environmental Protection Agency	M.Sc. of Assessment and Land Use

Confirmation Committee:

Mahmoud Afsous	Sazepardazi Iran Consulting Engineers Co.	M.Sc. of Hydraulic Eng.
Mohammad Ebrahim Banihabib	University of Tehran	Ph.D. of Water Resources Eng.
Ghazal Jafari	Iran Water Resources Management Co.	M.Sc. of Hydraulic Structures
Mohammad Hassan Chiti	Pazhoohesh Omran Rahvar Co.	M.Sc. of Hydraulic Structures Eng.
Narges Dashti	Ministry of Energy Bureau of Technical, Engineering, Social and Environmental Standards of Water and Waste Water	B.Sc. of Irrigation Eng.
Mir Hassan Seyed Seraji	Power and Water University of Technology	Ph.D. of Fluid Mechanics
Hesam Fouladfar	Water Research Institute	Ph.D. of Hydraulic Structures
Seyed Kamalaldin Nouri	Ministry of Interior	M.Sc. of Environment Eng-Environmental Pollution
Jabbar Vatan Fada	Ministry of Energy	M.Sc. of Hydrolic Structures

Steering Committee:

Alireza Toutounchi	Deputy of Technical Affairs Department
Farzaneh Agha Ramezanali	Head of Water & Agriculture Group, Technical Affairs Department
Seyyed Vahidedin Rezvani	Expert in Irrigation & Drainage Engineering, Technical Affairs Department

Abstract

In terms of the pipeline length, Iran has the world's seventh place while, significant fraction of the lines become burnout and there is no codified and institutionalized program to reduce the risk of accidents caused by the fatigue failure in the country. The high vulnerability of the environment, especially leakage of oil and hazardous materials to water resources, has been proved by various experiences within country and abroad. The environmental, social and economic costs resulting from the oil spill have forced some countries to adopt a management approach to this issue and have developed written guidelines on the implementation of the exercise. Therefore, Ministry of Energy developed the guideline of "instruction of prevention and crisis management, oil pollution incidents on rivers and lakes", by regarding to the management phenomenon of oil spills from transport pipelines. This guideline is provided for the protection of surface water which is under ministry of Energy management, against oil spill disaster in the pipeline.The studies were designed to provide this instruction has the following main features:

1- As a wide range of guidelines compile in the binding approach, their adaption to the realities of the country guarantee their implementation. The necessary approaches have been considered to the realities of the country.
2- Since many international experiences are readingas the main sources to compile guidelines with management and institutional essence, use of these experiences was regarding to existing infrastructure and the theoretical basis of the study carried out in those countries.
3- The combination of academic and professional foundations in the process of study has been done by focusing on the proper selection of study and consultation groups, the principles and prerequisites of the study.

The edited structure includes the following:

1- Determine the scope of guidelines' application
2- Determine the boundaries of water resources related to the transport pipelines of oil and its byproducts material.
3- Pollution risk management related to the failure of pipelines at the water boundaries
4- Crisis management for oil pollution incidents caused by the failure of the pipeline on the water boundaries in various stages from identify to clean
5- The appendices contain supplementary information for instructions use

Also because of the breadth and variety of possible oil pollution events, limit the boundaries of the development of these guidelines is inevitable. Finally, the expert group; assume boundaries and limits as follows:

- Instructions in terms of activities cover both administrative and operational fields.
- In the field of disaster management, regard to risk management and crisis management instances in separate chapters.
- In addition to the management issues (non-technical), instructions also include technical issues.
- In the technical sector, the provisions standards of the Oil Ministry evaluated and compared to the international guidelines and standards in order to complete the collection by presented recommendations.
- In this instructions rivers, lakes and interior surface water facilities are considered as acceptor source of contamination while, the seas, oceans and underground water resources are not included.
- Oil and liquid hydrocarbon products are assumed as type of pollutants and pipelines are considered as the source of these contaminants

Islamic Republic of Iran
Management and Planning Organization

Instructions of Accident prevention and crisis management related to oil contamination of rivers and lakes (Draft)

No.

Office of Deputy for Technical and Infrastructure Development Affairs
Department of Technical Affairs

nezamfanni.ir

Ministry of Energy
Bureau of Technical, Engineering, Social and Environmental standards of water and waste water

http://seso.moe.gov.ir

2015

این ضابطه

با عنوان«دستورالعمل مدیریت پیشگیری و بحران حوادث آلودگی‌های نفتی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها» با رویکرد مدیریت پدیده نشت نفت از خطوط لوله‌های انتقال، به‌منظور حفاظت آب‌های سطحی در برابر حوادث آلودگی‌های نفتی تهیه شده است.

ضابطه‌ی حاضر دارای چهار بخش عمده با عناوین کلیات، حریم‌های منابع آب در ارتباط با خطوط لوله انتقال، مدیریت ریسک حوادث آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و تدوین برنامه مدیریت بحران حوادث آلودگی نفتی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌باشد.