



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۲۴۵

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20245

1st.Edition

2016

آب - ملاحظات اکولوژیکی برای پخش
کننده‌های لکه نفتی در آب شیرین و سایر
محیط‌های زیست خشکی، دریاچه‌ها و پیکره-
های آبی بزرگ - آئین کار

**Water -Ecological considerations for the use
of oil spill dispersants in freshwater and
other inland environments, lakes and large
water bodies**

ICS: 13.060.10

استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۲۴۵ : ۱۳۹۴

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. هم چنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

((آب - ملاحظات اکولوژیکی برای پخش کننده‌های لکه نفتی در آب شیرین و سایر محیط‌های زیست خشکی، دریاچه‌ها و پیکره‌های آبی بزرگ - آئین کار))

سمت و/ یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

رئیس:

علی آبادی، مجید
(دکتری مهندسی شیمی)

دبیر:

حاجی آبادی، محسن
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس - اداره کل استاندارد خراسان جنوبی

اعضاء: (به ترتیب حروف الفبائی)

کارشناس آزاد

آسا، فرناز
(دانشجوی دکتری مهندسی شیمی)

مدیرکل دفتر بررسی آلودگی های دریایی سازمان
حفاظت محیط زیست

الماسی، ضیاء الدین
(دکترای برنامه ریزی محیط زیست)

معاون فنی - اداره کل حفاظت محیط زیست استان
خراسان جنوبی

اله پور، مهدی
(لیسانس مهندسی محیط زیست)

رئیس امور مهندسی - شرکت گاز استان خراسان جنوبی

پرستش، حمیدرضا
(لیسانس مهندسی شیمی)

بهره برداری - شرکت گاز استان خراسان جنوبی

زینلی فر، احمد
(لیسانس مهندسی مکانیک)

رئیس اداره صادرات و واردات اداره کل استاندارد خراسان
جنوبی

شیخ زاده، محمد حسین
(لیسانس مهندسی کشاورزی)

اعضاء : (به ترتیب حروف الفبائی)

سمت و / یا محل اشتغال:

کارشناس - اداره کل استاندارد خراسان جنوبی	شاهبیک، آزاده (فوق لیسانس زبان انگلیسی)
کارشناس انجمن متخصصان کنترل کیفیت استان خراسان جنوبی	فاطمی، سید محمد اسماعیل (فوق لیسانس محیط زیست)
مسئول بهداشت کار صنعتی و محیط زیست - شرکت پخش وپالایش فرآورده های نفتی استان خراسان جنوبی	کشوری، حمید رضا (لیسانس بهداشت محیط)
معاون استاندارد سازی و آموزش - اداره کل استاندارد خراسان جنوبی	مالکی، مهدی (لیسانس شیمی)
رئیس اداره هماهنگی و تدوین استاندارد - اداره کل استاندارد گیلان	صادقی پور شیجانی، معصومه (فوق لیسانس محیط زیست)

ویراستار:

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ محیط تحت پوشش - دریاچه‌ها و پیکره‌های آبی بزرگ
۳	۴ ملاحظات عمومی برای تصمیم‌گیری در خصوص استفاده از پخش‌کننده‌ها
۳	۵ توصیه‌ها
۵	کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد " آب - ملاحظات اکولوژیکی برای پخش کننده‌های لکه نفتی در آب شیرین و سایر محیط‌های زیست خشکی، دریاچه‌ها و پیکره‌های آبی بزرگ - آئین کار " که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، دراجلاس کمیته ملی استاندارد ملی محیط زیست مورخ تصویب شد، این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM-F1210:14, Standard Guide for Ecological Considerations for the Use of Oil Spill Dispersants in Freshwater and Other Inland Environments, Lakes and Large Water Bodies

مقدمه

برای مقابله با لکه نفتی به منظور کنترل و پاک‌سازی آن ابزارهای مختلفی وجود دارد. در این استاندارد، استفاده از پخش کننده‌ها و اقدامات دیگر مقابله با لکه نفتی به یک میزان استفاده شده است و به عنوان آخرین راه‌کار محسوب نمی‌شود.

این استاندارد تنها یک آئین کار کلی است. در این آئین کار نفت، شامل نفت خام و فرآورده‌های نفتی تصفیه شده است. تفاوتی بین انواع پخش کننده‌ها و یا بین فرآورده‌های مختلف نفتی وجود ندارد.

توصیه می‌شود، در این استاندارد با شرایط خاص مکانی تطبیق داده شود.

پخش کننده‌ها مایعاتی هستند که بر روی لکه نفتی در دریا به منظور پراکنده کردن نفت در ستون آبی پاشیده می‌شود.

این اثرات نفت و لکه نفت پراکنده شده در این محیط‌های آبی موضوع مطالعات متعددی بوده است. این مطالعات شامل ایجاد های نفتی آزمایشی و بررسی‌هایی که در شرایط واقعی ایجاد لکه نفتی انجام شده است (به منابع شماره [۱-۴] کتاب‌نامه مراجعه شود).

مطالعات متعددی در مورد تاثیر نفت و مخلوط نفت و پخش کننده‌ها بر روی سیستم‌های میکروبیولوژیک [۵-۱۱] انجام شده است. (به منابع شماره [۱۲، ۱۳] کتاب‌نامه مراجعه شود)

موجودات زنده در این آب‌ها شامل انواع جانداران و گیاهان هستند. گیاهان آبی شامل، جلبک (منفرد و متصل) و گیاهان آوندی شناور و یا غوطه‌ور می‌باشند. گیاهان خشکی‌زی شامل، علف، خزه، گل‌سنگ، گیاهان دارویی، گیاهان پهن برگ علفی و گیاهان چوبی هستند. در مناطق آب‌های عمیق، پوشش گیاهی اندکی وجود دارد که جلبک‌ها از این امر مستثنی هستند.

جانداران شامل بی‌مهرگان (نرم‌تنان، سخت‌پوستان، کرم‌ها، و سایر گونه‌های مشابه)، ماهی، انواع واک‌ها و پرندگان آبی (اردک، پنگوئن، مرغ ماهی‌خوار، پرستو، و حواصیل)، و پستانداران، مانند موش آبی، سگ آبی و در بسیاری از مناطق، فعالیت‌های انسانی هستند. توزیع و ترکیب گونه‌ها تابع آب و هوا، جغرافیای محلی و نوع خاک و نوع کاربری منطقه، است.

محدوده فعالیت‌های انسانی، از تفریحی و گردشگری، تا حمل و نقل و ماهی‌گیری تجاری را در بر می‌گیرد. در بسیاری از موارد، دریاچه‌ها و سایر آب‌های بزرگ منبع آب آشامیدنی برای مصرف انسان یا استفاده‌های صنعتی است.

آب - ملاحظات اکولوژیکی برای پخش کننده‌های لکه نفتی در آب شیرین و سایر محیط - های زیست خشکی، دریاچه‌ها و پیکره‌های آبی بزرگ - آئین کار

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روشی برای استفاده از پخش کننده‌های^۱ لکه نفتی برای کمک به کنترل آن است. هدف از تدوین این استاندارد به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی لکه نفتی و مبنایی برای توصیه‌هایی است که ارائه می‌شود. اگرچه عوامل زیبایی شناختی و اقتصادی-اجتماعی و سایر عوامل اغلب در واکنش لکه نفتی مهم هستند، اما در این استاندارد در نظر گرفته نشده‌اند.

۲-۱ این استاندارد برای موارد زیر کاربرد دارد:

۱-۲-۱ اغلب بر اساس نوع زیستگاه، مانند برکه‌ها و دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و نهرها و خشکی برای به‌کارگیری پخش کننده‌ها؛ به‌منظور حفاظت از زیستگاه‌ها در برابر آسیب (یا به حداقل رساندن آسیب‌ها).

۳-۱ این استاندارد در موارد زیر کاربرد ندارد:

۱-۳-۱ کاربرد مستقیم پخش کننده‌ها در آب‌های زیر سطحی

یادآوری - بهتر است برای به‌کارگیری پخش کننده‌ها، با مراجع ذیصلاح هماهنگی‌های لازم انجام گیرد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

1 -dispersants

۱- پخش کننده‌ها مواد شیمیایی هستند که بر سطح یک لکه نفتی اسپری می‌شوند تا نفت را به قطرات کوچک‌تر بشکنند تا به این صورت راحت‌تر با آب مخلوط شود.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM F2532 Guide for Determining Net Environmental Benefit of Dispersant Use

۳ محیط تحت پوشش - دریاچه‌ها و پیکره‌های آبی بزرگ

۱-۳ دریاچه‌ها و پیکره‌های آبی بزرگ، آب‌های شیرین هستند که بخش قابل توجهی از سیستم‌های اصلی آب محسوب می‌شود. آن‌ها دارای اکولوژی پویا در نزدیکی ساحل و ترکیب گسترده‌ای از گونه‌های گیاهی و جانوری می‌باشند. در مناطق شمالی، این آب‌ها ممکن است بخشی از سال یا تمام سال پوشیده از یخ باشند، اما تا عمق یخ نمی‌زنند. از نظر تجاری فعالیت‌های مهم ماهی‌گیری و تفریحی اغلب در این آب‌ها انجام می‌گیرد.

۲-۳ در حالی که بسیاری از این آب‌ها به طور طبیعی به‌وجود آمده‌اند و در طول سال‌ها وجود داشته‌اند، برخی نیز ممکن است توسط انسان ساخته شده باشند.

۳-۳ ویژگی‌های این آب‌ها عبارتند از:

۱-۳-۳ مساحت آب منطقه بیش از ۱۰ هکتار؛

۲-۳-۳ عمق آب بیش از ۱٫۵ متر؛

۳-۳-۳ بستر نرم یا سخت با محتوای آلی کم به جز در مناطق آب‌های کم عمق؛

۴-۳-۳ آب اسیدی در برخی از مناطق به‌ویژه در نزدیکی مناطق صنعتی؛

۵-۳-۳ ورودی و/یا خروجی و یا هر دو که به خوبی تعریف شده است؛

۶-۳-۳ خط ساحلی با ویژگی‌های متنوع مانند سواحل شن و ماسه‌ای و دماغه‌های سنگی که مشابه محیط دریایی است. برخی قسمت‌های ساحل ممکن است شبیه به برکه‌ها و باتلاق‌ها باشد.

۴ ملاحظات عمومی برای تصمیم‌گیری در خصوص استفاده از پخش‌کننده‌ها

۱-۴ به‌کارگیری پخش‌کننده‌ها برای کنترل لکه نفتی دارای مزایا و معایبی است. استفاده از پخش‌کننده‌ها می‌تواند به کاهش عوارض جانبی لکه نفتی بر گونه‌های بیولوژیکی خاص، کمک کند (۱۴).

۲-۴ بهتر است، قبل از تصمیم‌گیری در خصوص استفاده از پخش‌کننده‌ها در رودخانه یا نهر به استاندارد ASTM F2532 مراجعه شود.

۳-۴ در اغلب موارد، مرگ و میر جانداران خاص، نگرانی کمتری نسبت به تخریب زیستگاه‌ها ایجاد می‌کند. هنگامی که یک منطقه پس از ایجاد لکه نفتی تبدیل به یک منطقه با زیستگاه مناسبی برای یک گونه خاص می‌شود، رشد مجدد جمعیت اتفاق خواهد افتاد.

۵ توصیه‌ها

۱-۵ در صورتی که لکه نفتی تهدید قابل توجهی برای حیات وحش بومی یا زیستگاه باشد بهتر است، از پخش‌کننده‌ها در دریاچه‌ها و سایر پیکره‌های آبی بزرگ و پوشش‌های گیاهی حاشیه آن استفاده شود. در ارزیابی امکان استفاده از پخش‌کننده‌ها، بهتر است به جایگزین‌هایی مانند، رهاکردن نفت بدون تیمار یا استفاده از تجهیزات بازیابی مکانیکی توجه شود. در بسیاری از موارد، عملیات واکنش به لکه نفتی می‌تواند باعث آسیب جدی به دریاچه‌ها یا زیستگاه‌های پیکره‌های آبی بزرگ یا اختلال در فعالیت‌های آشیان‌سازی یا تولیدمثل گردد.

۲-۵ از آنجا که امواج بزرگ می‌تواند در این آب‌ها ایجاد شود، نیازی به تامین انرژی اضافی برای فرآیند پخش کردن نمی‌باشد. در بسیاری از موارد، آب به اندازه‌ای کم عمق است که نفت پراکنده شده به کف می‌رسد و امکان تاثیر بر موجودات اعماق دریاچه را خواهد داشت.

۳-۵ استفاده از پخش‌کننده‌ها در نزدیکی آب مورد مصرف توصیه نمی‌شود، زیرا امکان ایجاد آلودگی را افزایش می‌دهد. بهتر است، به کارگیری پخش‌کننده‌ها به اندازه کافی دور از آب‌های مصرفی باشد تا قبل از استفاده برای مصرف شرب یا کاربردهای صنعتی به اندازه کافی رقیق شود.

۴-۵ در مناطقی که مرغ‌های آبی مهاجر و یا مقیم وجود دارند، استفاده از پخش‌کننده‌ها برای کاهش تاثیر بر این منابع توصیه می‌شود.

۵-۵ در برخی از مناطق، حفاظت از ماهی‌ها، تخم‌های آن‌ها، لاروها، و بچه ماهی‌ها، یک نگرانی محسوب می‌شود. مشخص شده است که لارو و تخم ماهی به طور خاص به نفت حساس است. در این مورد، حذف مکانیکی در صورتی که بتواند قبل از تماس نفت با تخم و یا لارو کامل گردد، می‌تواند ارجحیت داشته باشد.

کتابنامه

- [1] Fremling, C. R., "Impacts of a Spill of No. 6 Fuel Oil on Lake Winona," *Proceedings of 1981 Oil Spill Conference*, Atlanta, GA, 1981, pp. 419–421
- [2] Brown, H. M., Goudey, J. S., Fogh, J. M., Cheng, S. K., Dale, M., Hoddinott, J., Quaife, L. R., and Westlake, D. W. S., "Dispersion of Spilled Oil in Freshwater Systems: Field Trial of a Chemical Dispersant," *Oil and Chemical Pollution*, Vol 6, 1990, pp.37–54
- [3] Snow, N. B., and Brunskill, G. J., "Crude Oil and Nutrient Enrichment Studies in a MacKenzie Delta Lake," *Technical Report No. 553 Canadian Department Environment Fisheries and Marine Service*, Winnipeg, Man., 1975, pp. 7
- [4] Snow, N. B., and Rosenberg, D. M., "Experimental Oil Spills on MacKenzie Delta Lakes; I. Effect of Normal Wells Crude Oil on Lake 4," *Technical Report No. 548 Department Environment Fisheries and Marine Service*, Winnipeg, Man., 1975, p. 44
- [5] Berner, N. H., Ahearn, D. G., and Cook, W. L., "Effects of Hydrocarbonoclastic Yeasts on Pollutant Oil and the Environment," *Impact on the Use of Microorganisms on the Aquatic Environment*, EPA-660/3-75-001, U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis, OR., 1975
- [6] Buhner, H., "Influence of Hydrocarbons on Ecology of Bacteria in Aerobic Lake Sediment," *Schweiz Zeitschrift zu Hydrologie*, Vol 41, No. 2, 1979, pp. 315–355
- [7] Caparello, D. M., and LaRock, P. A., "A Radioisotope Assay for the Quantification of Hydrocarbon Biodegradation Potential in Environmental Samples," *Microbiology and Ecology*, Vol 2, No. 1, 1975, pp. 28–42
- [8] Horowitz, A., and Atlas, R. M., "Response of Microorganisms to an Accidental Gasoline Spillage in an Arctic Freshwater Ecosystem," *Applied Environmental Microbiology*, Vol 33, No. 6, 1977, pp. 1252–1258
- [9] Horowitz, A., Sexstone, A., and Atlas, R. M., "Hydrocarbons and Microbial Activities in Sediment of an Arctic Lake One Year after Contamination with Leaded Gasoline," *Arctic*, Vol 31, No. 3, 1978, pp. 180–191
- [10] Jordan, M. J., Hobbie, J. E., and Peterson, B. J., "Effects of Petroleum Hydrocarbons on Microbial Populations in an Arctic Lake," *Arctic*, Vol 31, No. 3, 1978, pp. 170–179
- [11] McKinley, V. L., Federle, T. W., and Vestal, J. R., "Effects of Petroleum Hydrocarbons on Plant Litter Microbiota in an Arctic Lake," *Applied Environmental Microbiology*, Vol 43, No. 1, 1982, pp. 129–135
- [12] Bhattacharyya, S., Klerks, P. L., Nyman, J. A., "Toxicity to Freshwater Organisms from Oils and Oil Spill Chemical Treatments in Laboratory Microcosms," *Environmental Pollution*, Vol 122, No. 2, 1 April 2003, pp. 205–215
- [13] Klerks, P. L., Nyman, J. A., Bhattacharyya, S., "Relationship Between Hydrocarbon Measurements and Toxicity to a Chironomid, Fish Larva and Daphnid for Oils and Oil Spill Chemical Treatments in Laboratory Freshwater Marsh Microcosms," *Environmental Pollution*, Vol 129, No. 3, June 2004, pp. 345–353

[14] Walker, A. H., Kucklick, J. H., Steen, A. E., Fritz, D., “Oil Spill Chemicals in Freshwater Environments: Technical Issues,” Proceedings of 1993 International Oil Spill Conference, API, Washington, D.C., 1993, pp. 5436–5450