بنام خدا

بررسی میزان حذف ترکیبات عامل سمیت نفت خام در آب آشامیدنی توسط فرآیند ازن زنی

شرکت مهندسین مشاور طرح افرا
بخش مطالعات فاضلاب

ترجمه و تألیف: دکتر حسین موحدیان عطار
و همکاران

بررسی میزان حذف ترکیبات عامل سمیت نفت خام در آب آشامیدنی توسط فرایند ازن زنی*

حسین موحدیان عطار[1]، محسن سعدانی[2]، مهدی حاجیان نژاد[3]، مریم فرجی[4]

چکیده

مقدمه: نفت خام ترکیبی بسیار پیچیده است و حاوی تعداد زیاد هیدروکربن با اثرات مضری مثل سرطان‌زایی و اثرات خونی می‌باشد. در این مطالعه فرایند ازن زنی جهت کاهش سمیت نفت خام مورد استفاده قرار گرفت.

روش‌ها: نمونه استاندارد قسمت محلول نفت خام با اختلاط یک قسمت نفت خام با ۹ قسمت آب تهیه گردید. جهت آزمون سمیت از غلظت‌های مختلف، قسمت محلول نفت خام و لارو ماهی قزل‌آلا استفاده شد. قبل و بعد از فرایند ازن زنی با غلضت‌های مختلف، آزمون سمیت و کربن آلی کل، روی نمونه‌ها انجام گردید.

یافته‌ها: با افزایش زمان آزمون سمیت، اختلاف بیشتری در نتایج حاصل از آزمون سمیت مشاهده شد. میزان غلظت کشنده ۵۰ درصد ۹۶ ساعته و کل کربن آلی قبل از فرایند ازن زنی برابر با ۶۰ و ۵۴/۹۸ میلی‌گرم بر لیتر بوده. بعد از فرایند ازن زنی با مقادیر ۱ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر، میزان غلظت کشنده ۵۰ درصد ۹۶ ساعته به ۱۱۳/۳ و ۲۰۵/۵ و کل کربن آلی به ۴۲/۸ و ۴۰/۰۴ میلی‌گرم بر لیتر رسید. غلظت‌های بالاتر ازن جهت کاهش سمیت، تأثیر زیادی داشت، ولی در کاهش میزان محتوی کربن آلی کل تأثیر قابل توجهی مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: برای بررسی تأثیر یک فرایند تصفیه مؤثر برای حذف آلاینده‌های خاص، استفاده از آزمایش‌های زیست آزمونی می‌تواند نتایج ارزشمندی داشته باشد و به عنوان مکمل پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سمیت، نفت خام، ازن زنی، کربن آلی کل.

نوع مقاله: *تحقیقی*

دریافت مقاله: ۸۹/۴/۲۸ *پذیرش مقاله: ۸۹/۵/۱۳*

مقدمه

نفت خام از مواد شیمیایی بی‌شماری تشکیل شده است که شامل یک مولکول ساده متان تا مولکول‌های هیدروکربن بسیار بزرگ می‌باشد (بیش از ۱۶ اتم کربن). ترکیبات تشکیل دهنده نفت خام به طور غالب از هیدروکربن‌های آلیفاتیک، آلیسیکلیک و آروماتیک است. همچنین حاوی مقدار کمی نیتروژن، اکسیژن و ترکیبات سولفور می‌باشد (۱).

بسیاری از ترکیبات موجود در نفت خام در صورت ورود به زنجیره غذایی می‌تواند اثرات مضری روی سلامتی انسان داشته باشد. برای مثال ترکیبات هیدروکربن‌های پلی آروماتیک (Polysiclic Aromatic Hydrocarbons یا PAHs) دارای اثرات سرطان‌زایی و ترکیبات بنزن دارای اثرات شناخته شده روی خون می‌باشد.

ورود نفت به محیط‌های آب شیرین از طرق حوادث و تصادفات و پساب‌های حاوی نفت می‌باشد. حجم نفت خام

---

* این مقاله حاصل پایان‌نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد.

۱- استاد، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول) Email: m_sadani@mui.ac.ir

۳- دانشیار، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

وارده به محیط‌های آب شیرین قابل توجه بوده است. گزارش‌ها نشان می‌دهند که میزان آن در هر فصل حدود $۱۰^{۶}$ × ۲/۶۵ می‌باشد (۲). مقدار سالانه آن بیش از $۱۰^{۷}$ × ۳/۳ لیتر تخمین زده شده است (۳). میزان کلی ورود پساب‌های حاوی نفت به محیط $۱۰^{۹}$ × ۵/۰۳–۲/۲۷ لیتر در سال برآورد می‌گردد (۷–۴).

کشور ما دارای شرایطی است که امکان آلوده شدن منابع آبی آن به مواد نفتی به طرق مختلف وجود دارد، که نمونه آن حادثه ترکیدن لوله انتقال نفت و ورود حجم زیادی از نفت خام به رودخانه زاینده‌رود می‌باشد. با این اتفاق حجم زیادی از نفت خام وارد منبع تأمین آب آشامیدنی اصفهان گردید.

با توجه به حجم زیاد نفت وارد شده به محیط و اثرات مضر روی سلامتی انسان در صورت ورود به زنجیره غذایی و آب، استفاده از روش‌های مؤثر تصفیه آب‌های آلوده شده با آن امری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

ازن یک ترکیب اکسیدکننده قوی بوده، که به نحو موفقیت‌آمیزی برای تصفیه پساب‌های حاوی مواد آلی به کار برده شده است. ازن ترکیبات آلی را به وسیله اکسیداسیون مستقیم یا از طریق تولید رادیکال‌های هیدروکسیل یا ترکیبی از این دو فرایند اکسید می‌نماید. ترکیبات آلی که در معرض ازن واقع شده‌اند، در اثر اکسیداسیون به ترکیبات میانی حاوی اکسیژن تبدیل می‌شوند، که قابلیت حلالیت بیشتری داشته، در نتیجه قابلیت تجزیه بیولوژیکی بیشتری پیدا می‌کنند (۸).

آزمایش‌های زیست آزمونی علاوه بر ارزش علمی زیادی که دارند، انجام آن‌ها آسان بوده، نیازمند زمان کمتری هستند. همچنین برای انجام آزمایش به فضا، امکانات آزمایشگاهی و مخارج کمتری نیاز می‌باشد. بنابرین امروزه چنین آزمایش‌هایی جایگاه ویژه‌ای را در اقدامات کنترل آلودگی آب به خود اختصاص داده‌اند (۹).

ماهی به علت اهمیت اکولوژیک و اقتصادی، به عنوان یک گونه مناسب در ارزیابی سمیت مورد توجه می‌باشد. استفاده از ماهی قزل‌آلا جهت آزمون سمیت مناسب بوده، که دلایل آن یکی امکان تهیه آسان ماهی قزل‌آلا است که در بسیاری از مراکز پرورش ماهی تکثیر می‌شوند و دوم این که بر اساس مطالعات انجام شده، این ماهی نسبت به مواد سمی بسیار حساس می‌باشد (۱۰).

نتایج مطالعه Stasiunaite و همکاران نشان داد که لاروهای ماهی قزل‌آلا حساسیت بالایی نسبت به مواجهه با مواد نفتی از خود نشان می‌دهند، در حدی که به هم خوردن ثبات وضعیت فیزیولوژیکی و رشد آن‌ها در غلظت‌های بسیار کم ۰/۰۲ گرم بر لیتر تخمین زده شده است (۱۱).

هدف از این مطالعه، تعیین میزان تأثیر فرایند ازن زنی بر کاهش میزان سمیت و کربن آلی کل ناشی از قسمت قابل حل نفت خام در آب بود. جهت بررسی میزان تأثیر فرایند تصفیه از پارامتر کربن آلی کل (Total Organic Carbon) برای بررسی میزان کاهش مواد آلی توسط ازن زنی و از زیست آزمونی (Bioassay) با لارو ماهی قزل‌آلا جهت بررسی کاهش سمیت (Toxicity) ترکیبات نفتی توسط ازن زنی استفاده گردید.

روش‌ها

این مطالعه تجربی بوده، از نوع کاربردی طبقه‌بندی می‌شود. اگر چه که بیشترین قسمت قابل مشاهده نفت نشت یافته در آب، قسمت روی سطح آب می‌باشد، ولی مسؤول اصلی سمیت ناشی از نفت نیست. مسؤول اصلی سمیت هیدروکربن‌های نفتی در آب بر عهده قسمت قابل حل در آب (Water Soluble Fraction یا WSF) می‌باشد (۱۲). در ضمن به علت وجود ترکیبات نامحلول در نفت خام و ناهمگن شدن آن در صورت ورود به آب، انجام آزمایشات روی آن مشکل بوده، نتایج دقیق و قابل مقایسه‌ای با سایر مطالعات حاصل نمی‌شود، بنابراین در بسیاری از مطالعات روی نفت خام، استفاده از قسمت محلول آن متداول شده است. در این مطالعه بر اساس روش استاندارد، قسمت محلول نفت خام استخراج شده، برای انجام آزمایشات استفاده گردید.

– آماده‌سازی قسمت قابل حل نفت خام در آب

قسمت قابل حل نفت خام در آب از طریق اضافه کردن یک قسمت نفت در نه قسمت آب به دست می‌آید. در این مورد ۵۰ میلی‌لیتر نفت خام با ۴۵۰ میلی‌لیتر آب در یک ظرف ارلن مایر سر بسته اضافه شد. نمونه‌های رقیق شده نفت در آب با همزن مغناطیسی (Magnetic stirrer) به مدت ۲۴ ساعت و با سرعت چرخش ۲۰۰ دور در دقیقه مخلوط شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۲ ساعت ساکن گذاشته می‌شد تا فازهای آب و نفت از هم جداسازی شود، سپس از طریق زهکش تحتانی آن، قسمت قابل حل نفت در آب جداسازی گردید (۱۲).

بعد از آماده شدن قسمت قابل حل نفت خام در آب، جهت مشخص کردن میزان کربن آلی موجود در محلول از آزمایش کربن آلی کل استفاده گردید.

– انجام مراحل آزمایش زیست آزمونی

برای تعیین میانگین غلظت کشنده ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعته از لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با نام عمومی Rainbow trout و نام علمی Oncorhyhus mykis جهت آزمون سمیت استفاده شد.

آزمایش‌ها بر اساس کتاب روش‌های استاندارد و نشریه شماره ۸۲۱– R–۰۲–۰۱۲ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA یا Environmental Protection Agency) انجام گردید (۱۴، ۱۳).

لاروها از مراکز پرورش ماهی شهرکرد تهیه شده، قبل از آزمایش جهت تطبیق با محیط جدید به مدت یک هفته در آب بدون کلر با دمای ۱۲–۱۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری می‌شدند. ظروف نگه‌داری لاروها ۲۴ ساعته با پمپ آکواریومی به صورت ملایم هوادهی می‌گردید. جهت انجام مراحل آزمون سمیت از لارو ماهی قزل‌آلای ۲۰ روزه استفاده شد.

نمونه‌های قسمت قابل حل نفت خام با غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر در بشرهای جداگانه جهت آزمون آماده شده، یک نمونه هم بدون اضافه کردن نفت خام به عنوان شاهد قرار داده شد. در هر بشر تعداد ۱۰ لارو ماهی قرار داده، تعداد مرگ و میر لاروها در ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت شمارش و ثبت می‌گردید.

– انجام ازن زنی روی نمونه قابل حل نفت

در این مرحله روش ازن زنی ساده برای تماس گاز ازن با نمونه قسمت قابل حل نفت مورد استفاده قرار گرفت. در این روش از راکتور گاز مستقیم (ظرف در بسته با یک ورودی و خروجی) استفاده شده، گاز ازن توسط ژنراتور تخلیه الکتریکی تولید و با دیفیوزر گازی به نمونه وارد شد. در این روش از آن جا که دو فاز گازی و مایع برای ادامه واکنش اکسیداسیون لازم می‌باشد، به آن سیستم ناهمگن گفته می‌شود.

ازن زنی با غلظت‌های ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ mg/l در مراحل جداگانه به کار برده شد.

میزان کربن آلی کل نمونه‌های قسمت قابل حل نفت خام قبل و بعد از عملیات ازن زنی اندازه‌گیری شد.

ابتدا برای یک زمان در معرض بودن انتخابی مشاهدات مرگ و میر ثبت شده، سپس غلظت کشنده ۵۰ درصد محاسبه گردید. برای محاسبه نتایج آزمون سمیت و تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری پروبیت با نرم‌افزار SPSS استفاده گردید. پروبیت با اطلاعات مربوط به تعداد مرگ و میرهای صورت گرفته در غلظت‌های مختلف نفت خام، میزان غلظت کشنده ۵۰ درصد را محاسبه می‌نماید.

یافته‌ها

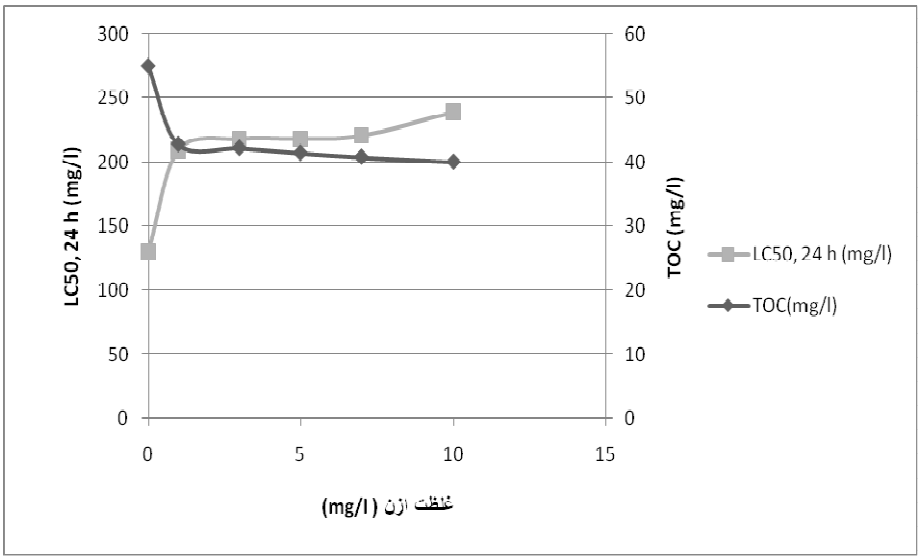
نتایج به دست آمده از آزمون سمیت برای ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت بعد از تماس نمونه‌ها با لاروهای قزل‌آلا ذکر می‌گردد. غلظت کشنده ۵۰ درصد بعد از ۲۴ ساعت تماس لاروها با نمونه قسمت قابل حل نفت خام در آب (بدون انجام ازن زنی)، ۱۲۹/۵ میلی‌گرم بر لیتر بوده، تغییرات آن در ساعات ۴۸ و ۹۶ مشخص می‌باشد. انجام مراحل ازن زنی روی نمونه‌ها، هم روی میزان سمیت و هم کربن آلی کل نمونه‌ها مؤثر بوده، تغییراتی را ایجاد نموده است.

میزان غلظت کشنده ۵۰ درصد ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعته و کل کربن آلی اندازه‌گیری شده قبل و بعد از فرایند ازن زنی با غلظت‌های مختلف در جدول ۱ آورده شده است.

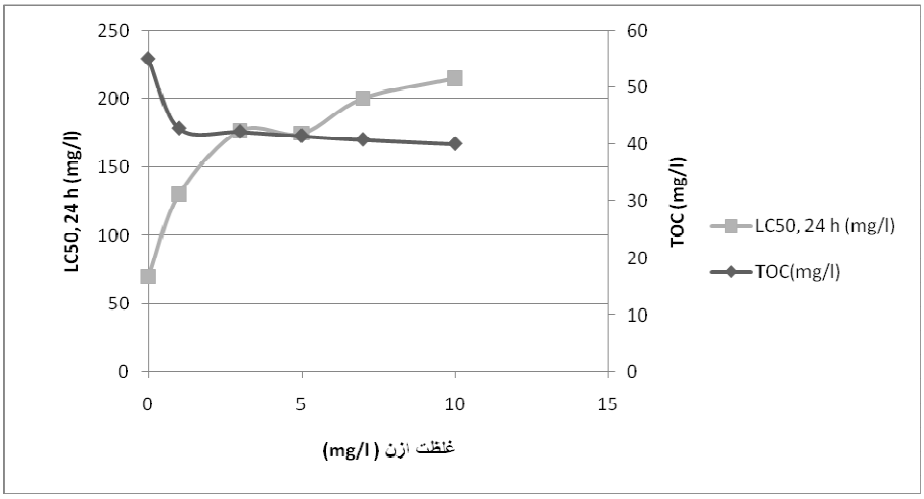
نتایج آورده شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که با گذشت زمان، میزان غلظت کشنده ۵۰ درصد کمتر شده، یعنی این که اثر سمیت ترکیبات نفتی روی آن‌ها بیشتر شده است. تأثیر غلظت‌های مختلف ازن بر کاهش سمیت و همچنین کاهش کربن آلی کل هم در جدول مشخص می‌باشد. تغییرات محتوی کل کربن آلی همراه با میزان غلظت کشنده ۵۰ درصد ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعته با افزایش غلظت ازن در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون سمیت و کربن آلی کل برای نمونه‌های ازن زنی شده

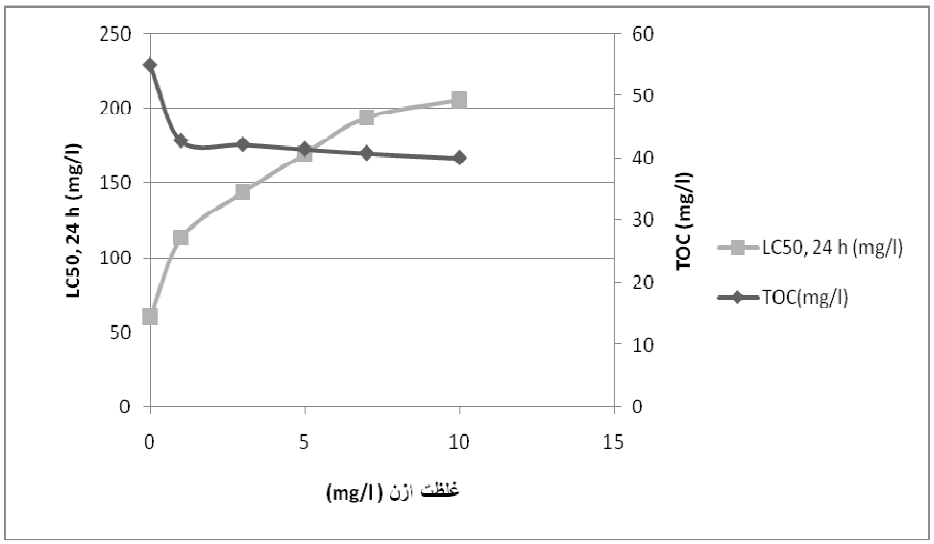
غلظت ازن(mg/l)	TOC	LC50, 24	LC50, 48	LC50, 96
۰	۵۴,۹۸	۱۲۹/۵	۶۹/۵	۶۰
۱	۴۲/۸	۲۰۹/۵	۱۳۰/۴	۱۱۳/۳
۳	۴۲/۲۱	۲۱۸/۵	۱۷۶/۷	۱۴۳/۹
۵	۴۱/۴۵	۲۱۸/۵	۱۷۴/۷	۱۶۹/۵
۷	۴۰/۸	۲۲۰/۹	۲۰۰/۶	۱۹۳/۷
۱۰	۴۰/۰۴	۲۳۹/۵	۲۱۵/۳	۲۰۵/۵



شکل ۱. تغییرات TOC و LC50 24 hr با افزایش غلظت ازن



شکل ۲. تغییرات TOC و LC50 48 hr با افزایش غلظت ازن



شکل ۳. تغییرات TOC و LC50 96 hr با افزایش غلظت ازن

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده از میزان سمیت اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های مختلف، تغییرات زیادی دارد. با گذشت زمان بیشتر، همان گونه که انتظار می‌رفت، مقادیر غلظت کشنده ۵۰ درصد کاهش قابل توجهی را نشان داده، به این معنی که تأثیر سمیت افزایش پیدا کرده است. برای مثال غلظت کشنده ۵۰ درصد ۲۴ ساعته برای نمونه‌های قسمت قابل حل نفت خام در آب، قبل از ازن زنی ۱۲۹/۵ میلی‌گرم بر لیتر بوده، اما بعد از ۴۸ ساعت به ۶۹/۵ و بعد از ۹۶ ساعت به ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش پیدا کرده است.

در مطالعه‌ای که توسط Steven و همکاران انجام شد، سمیت پنج نوع نفت خام بر روی چهار گونه آبزی آب‌های شیرین مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که اختلاف زیادی در میزان سمیت اندازه‌گیری شده بر روی نمونه‌ها وجود دارد. فاکتورهای مؤثر بر روی این اختلاف‌ها شامل نوع نفت خام، اختلاف بین محصولات به دست آمده از

یک نوع خاص نفت، روش وارد کردن نفت به سیستم، تغییر طبیعت نفت با زمان، زمان مواجه ارگانیسم‌ها با مواد نفتی، نوع ارگانیسم مورد مطالعه جهت آزمون سمیت و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه آب استفاده شده در آزمایش می‌باشد (۱۵).

در نفت خام ترکیبات فراری وجود دارند که مقداری زیادی از آن‌ها در طی چند روز به راحتی فرار شده، از نمونه‌ها خارج می‌گردند. بر این اساس ما باید شاهد کاهش سمیت نمونه‌ها در مدت زمان به نسبت طولانی (۹۶ ساعت) باشیم، اما مشاهده می‌گردد که این اتفاق رخ نداده، حتی بعد از ۹۶ ساعت هم افزایش سمیت را مشاهده می‌نماییم. علت این امر می‌تواند ناشی از این موضوع باشد که دلیل عمده سمیت نفت خام ناشی از هیدروکربن‌های سنگین و به نسبت غیر فرار است. در نتیجه ما نمی‌توانیم انتظار داشته باشیم که با گذشت زمان و بدون انجام عملیات تصفیه لازم، سمیت کاهش خیلی زیادی را نشان دهد.

مطالعه Klimisch و همکاران سمیت تجمعی هیدروکربن‌های نفتی را بر روی ارگانیسم‌های آبزی نشان داد. همچنین این مطالعه اثبات کرد در صورتی که تبخیر مشخصی در هیدروکربن‌های کوچکتر وجود داشته باشد، میزان سمیت کاهش پیدا خواهد کرد (۱۶). اما همان طور که ذکر شد، میزان سمیت در مطالعه حاضر با گذشت زمان هیچ گونه کاهشی را نشان نداده است. دلیل این اختلاف احتمال می‌رود ناشی از تفاوت در نوع نفت خام به کار رفته در دو مطالعه باشد.

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که افزایش غلظت ازن باعث کاهش میزان کل کربن آلی می‌باشد. دلایل این امر می‌تواند ناشی از اکسیداسیون مستقیم هیدروکربن‌های آلی و فرار شدن آن‌ها از نمونه باشد.

نتایج مطالعه Valdis و همکاران نشان می‌دهد که افزایش غلظت ازن تا مقدار خاصی به طور معنی‌داری روی کاهش کل کربن آلی ترکیبات نفتی مؤثر بوده است ($P < ۰/۰۰۱$)، اما افزایش میزان غلظت ازن تغییرات معنی‌داری بر کاهش بیشتر کل کربن آلی را نشان نداده است (۱۷).

در شکل‌های ۱ تا ۳ تأثیر عملیات ازن زنی در کاهش میزان کربن آلی کل و میزان سمیت نمونه‌ها در ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت نشان داده شده است. با گذشت زمان بیشتر جهت انجام آزمون سمیت، تغییرات ایجاد شده در غلظت کشنده ۵۰ درصد با وضوح بیشتری مشاهده می‌گردد، که دلیل آن، تأثیرگذاری بیشتر ترکیبات عامل سمیت روی لاروهای قزل‌آلا می‌باشد.

همان طور که مشاهده می‌گردد، در هر مرحله افزایش غلظت ازن، غلظت کشنده ۵۰ درصد ۹۸ ساعته افزایش ادامه داری را نشان می‌دهد، به این معنی که هر چه ازن بیشتری به کار برده شده است، سمیت به شکل واضح و مشخصی کاهش یافته است؛ در حالی که با افزایش غلظت ازن کاهش در محتوی کل کربن آلی در ابتدا قابل توجه بوده، ولی با افزایش بیشتر غلظت ازن، میزان کاهش آن قابل توجه نمی‌باشد، که با نتایج مطالعه Valdis همخوانی دارد. این امر می‌تواند بیان‌گر این موضوع باشد که با افزایش غلظت ازن و اکسیداسیون بیشتر در نتیجه آن، ترکیبات جدید ایجاد شده سمیت کمتری دارند، ولی محتوی کربن کل آن‌ها با افزایش غلظت ازن تغییر زیادی پیدا نمی‌کند.

در صورت بروز حوادث و ورود نفت خام به آب یا ورود پساب‌های نفتی به آن نمی‌توان با گذشت زمان و بدون انجام فرایند تصفیه مؤثر، انتظار کاهش قابل توجهی در سمیت را داشت. استفاده از ازن زنی به عنوان یک گزینه به نسبت مؤثر در کاهش سمیت بر آبزیان مطرح می‌باشد. همچنین برای بررسی تأثیر یک فرایند تصفیه مؤثر برای حذف آلاینده‌های خاص، علاوه بر استفاده از پارامترهایی مثل کربن آلی کل، استفاده از آزمایش‌های زیست آزمونی هم می‌تواند نتایج ارزشمندی داشته باشد و به عنوان مکمل پیشنهاد می‌گردد.

References

1. Martinez-Jeronimo F, Villasenor R, Rios G, Espinosa-Chavez F. Toxicity of the crude oil water-soluble fraction and kaolin-adsorbed crude oil on Daphnia magna (Crustacea: Anomopoda). Arch Environ Contam Toxicol 2005; 48(4): 444-9.
2. DeWitt FA, Melvin P, Ross RM. Oil spill and oil pollution reports: May 1975 -July 1975. Washington (DC): U.S. Environmental Protection Agency; 1976.
3. Council on Environmental Quality. Environmental Quality -The Third Annual Report of the Council on Environmental Quality. Washington (DC): US Government Printing Office; 1972.
4. Bernard H. Embroiled in oil. Proceedings of Joint Conference on Prevention and Control of Oil Spills; 1971 Jun 15-17; Washington (DC); USA; 1971.
5. Ostrander RO, Kleinert SJ. Drain oil disposal in Wisconsin. Ohio: Dept. of Natural Resources; 1973.
6. Anonymous. Oil: it never wears out, just gets dirty. Environ Sci Technol 1974; 8(3): 310.
7. U.S.Environmental Protection Agency. Report to Congress, Waste Oil Study. Washington (DC): U.S. Environmental Protection Agency; 1974.
8. Lavarias S, Heras H, Pollero RJ. Toxicity, uptake, and release of the water-soluble fraction of crude oil in different developing stages of the prawn Macrobrachium borellii. Arch Environ Contam Toxicol 2004; 47(2): 215-22.
9. Nadafi K, Taghei Pour H. Survey on toxicity of industrial waste water contains Cr with daphnia. Human and Environment Journal 2000; (9): 3-14.
10. Heintz RA, Rice SD, Wertheimer AC, Bradshaw RF, Thrower FP, Joyce JE, et al. Delayed effects on growth and marine survival of pink salmon Oncorhynchus gorbuscha after exposure to crude oil during embryonic development. Mar Ecol Prog Ser 2000; 208: 205-16.
11. Stasiunaite P. The influence of heavy fuel oil on the earlier ontogenetic development of rainbow trout. (Oncorhynchus mykiss). Acta Zoologica Lituanica 2003; 13(2): 239-46.
12. Ford DL. Toxicity reduction: evaluation and control. Basel: Technomic Pub; 1992.
13. Greenberg AE, Eaton AD, Clesceri LS. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington (DC): American Public Health Association; 1991.
14. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. California: DIANE Publishing; 2002.
15. Hedtke SF, Puglisi FA. Short-term toxicity of five oils to four freshwater species. Arch Environ Contam Toxicol 1982; 11(4): 425-30.
16. Klimisch HJ, Andreae M, Tillmann U. A systematic approach for evaluating the quality of experimental toxicological and ecotoxicological data. Regul Toxicol Pharmacol 1997; 25(1): 1-5.
17. Krumins V, Ebeling J, Wheaton F. Ozone Dose and Equilibrium TOC in Recirculating Systems [Online]. 2003; Available from: URL: http://www.atlantech.ca/public/articles/Water%20Quality4.PDF/
18.

Survey on removal of crude oil toxicity components by treatment with ozonation process*

Hossein Movahedian Attar[1], Mohsen Saadani[2], Mehdi Hajian Nejad[3], Maryam Faraji[4]

Abstract

Background: Crude oil is a very complex composition with harmful effects in human health such as carcinogenesis and blood effects. Using the bioassay method to assess the effect of purification process produces useful results. In this study the effect of ozonation to reduce the toxicity of crude oil in the water is investigated.

Methods: Standard sample of the water soluble fraction were prepared with one part of crude oil and 9 part of water. For toxicity assessment, different concentrations of water soluble fraction of crude oil and larvae of rainbow trout were used. Before and after ozonation, TOC and the bioassay tests were performed.

Findings: Ozonation is effective in reducing the toxicity of the crude oil in drinking water. By increasing the time of bioassay experiment, the toxicity is increased too. LC 50%, 98 hours of the sample TOC was 60 and 54.98 mg/l before the ozonation process and after that in 1 and 10 mg/l, LC 50%, 98 hours was increased to 113.3 and 205.5 mg/l and the TOC reached to 42.8 and 205.5 mg/l.

Conclusion: Increasing the ozone doses to reduce the toxicity was highly effective, but intensity of TOC removal was not the same as the toxicity removal. In order to investigate the effectiveness of one treatment process to remove special pollutants, using bioassay test could produce useful and valuable results.

Key words: Toxicity, Crude Oil, Ozonation, TOC

* This article derived from master thesis by Isfahan University of Medical Sciences.

1- Professor, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2- MSc Student, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author)
Email: m_sadani@mui.ac.ir
3- Assistant Professor, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
4- MSc Student, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.