مقاله پژوهشی

مقایسه اثرات سمیت دو ماده پارس ۲ و گملن به عنوان پراکنده‌سازهای آلودگی‌های نفتی بر روی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

سیما نیکبخت [۱]، مهناز سادات صادقی [۱*]، مژگان امتیازجو [۱]

گروه علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات: mahnaz.sadeghi55@gmail.com

DOI: 10.22034/ascij.2022.1957620.1386

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۰

چکیده

آلودگی‌های نفتی به یکی از چالش‌های پیش رو و اصلی اکوسیستم‌های دریایی تبدیل شده است. نشت نفت از نفتکش‌ها، حوادث دریایی و انتشار از سکوهای نفتی همواره به عنوان آلودگی‌های نفتی در محیط زیست دریایی شناخته شده‌اند. در این تحقیق سمیت پراکنده‌سازهای پارس۲، گملن، نفت و ترکیب نفت با هر کدام از این پراکنده‌سازها بر روی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایشات بر روی ماهی کپور معمولی (۳۷/۵۰ ± ۵۰۰ گرم) در شرایط آزمایشگاهی یکسان صورت گرفته است. تعداد تلفات در هرکدام از تیمارها در هر ۲۴ ساعت مورد شمارش قرار گرفت. تعداد تلفات در نرم‌افزار اکسل وارد گردید و با استفاده از نرم‌افزار تخصصی Probit مقادیر LC50 هر یک از ترکیبات محاسبه گردید. مقادیر به دست آمده از طریق نرم‌افزار آماری SPSS بررسی شد. بر اساس نتایج آماری میزان سمیت پراکنده‌ساز گملن بسیار بیشتر از پراکنده‌ساز پارس۲ ارزیابی شد. با توجه به این موضوع که هرچقدر میزان LC_{50} بیشتر باشد، سمیت ماده کمتر است، می‌توان نتیجه گرفت که پراکنده‌ساز پارس۲ سمی‌تر از پراکنده‌ساز گملن است. مقدار LC50 نمی‌تواند به تنهایی بیان کننده کیفیت یک پراکنده‌ساز باشد. RET محاسبه شده برای پراکنده‌ساز پارس۲ بیشتر از میزان محاسبه شده برای پراکنده‌ساز گملن بود. بنابر اطلاعات بدست آمده به نظر می‌رسد که پراکنده‌ساز گلمن دارای کارایی بیشتر و سمیت کمتری برای آبزیان نسبت به پراکنده‌ساز پارس۲ می‌باشد.

کلمات کلیدی: آلودگی‌های نفتی، آبزیان دریایی، سمیت حاد، پراکنده‌سازها، ماهی کپور معمولی.

مقدمه

نفت یکی از مهم‌ترین منابع انرژی جهان و از ضروریات زندگی در دنیای مدرن امروز می باشد. این ماده در مراحل مختلف از استخراج تا مصرف ممکن است وارد محیط زیست شده و آلودگی‌های مختلفی را در محیط زیست ایجاد کند (۹). استخراج و فراوری نفت در دریاها و اکوسیتم‌های دریایی همواره به عنوان یک معضل اساسی برای محیط زیست طبیعی این اکوسیتم‌ها تبدیل شده است. ترکیبات نفت خام و مواد نفتی فراوری شده پس از انتشار در آب می‌توانند موجودات زنده را تحت تاثیر قرار دهند. این ترکیبات با تشکیل لایه‌های ضخیم روی سطح آب مانع از رسیدن نور به داخل آب شده و از تبادلات گازی بین

آب و هوا نیز ممانعت می‌کند. در این حالت بسیاری از آبزیان از جمله ماهی‌ها که جز گونه‌های حساس هستند دچار آسیب و مرگ و میر می‌شوند (۲). یکی از روش‌های پاکسازی نفت از سطح آب، استفاده از پراکنده‌سازها (دیسپرسانت‌ها) می‌باشد. این مواد باعث شکسته شدن نفت به قطرات کوچکتر می‌گردد که قادرند در ستون آب پراکنده شوند. در نتیجه این فرایند موجب تسریع عملیات اکسیداسیون و تبخیر هیدروکربن‌های فرار و تجزیه میکروبیولوژیکی خواهد شد و خسارات و زیان‌های ناشی از نشت نفت کاهش می‌یابد. پراکنده سازها دارای سه بخش عوامل فعال‌کننده سطحی (سورفکتانت)، هیدروکربن-های آبی (حلال‌ها) و عوامل تثبیت‌کننده می‌باشند (٦). این ترکیبات قادرند تا در محیط‌های آبی لکه‌های غلیظ نفتی را پراکنده کرده و با افزایش سطح تماس آنها با محیط بیرون از جمله هوا و نور خورشید موجب افزایش فرایند تجزیه و کاهش یا حذف اثرات سمی آنها در محیط شوند.

انواع مختلفی از پراکنده‌سازها وجود دارند که با هدف حذف اثرات سمی و شیمیایی لکه‌های نفتی در محیط‌های دریایی و سواحل استفاده می‌شوند. پراکنده‌ساز پارس ۲ از جمله پرکاربردترین پراکنده سازهای نفتی می‌باشد که در سال‌های اخیر کاربرد بسیاری یافته است (۱۵). با توجه به اینکه خلیج فارس و دریای عمان روزانه محل تردد و عبور و مرور تعداد زیادی از کشتی‌های بزرگ تجاری و نفت کش‌ها هستند لذا محیط زیست این پهنه آبی به شکل جدی در معرض نشت ترکیبات نفتی و شیمیایی می-باشد. با این حال پراکنده‌سازها خود در محیط‌های آبی دارای مشکلات سمی هستند و به علت عدم تجزیه-پذیری یا تجزیه‌پذیری بسیار آهسته باعث بروز مشکلات متعددی برای آبزیان می‌گردند. پراکنده‌ساز پارس ۲ ساخته شده پژوهشگاه شرکت نفت فلات قاره ایران می‌باشد که ساخته شده داخل ایران است. علاوه بر این نوع دیگری از پراکنده‌سازها، ماده گملن (Gamlen) می‌باشد که وارداتی بوده و خارجی است. نوع مواد به کار رفته در این پراکنده‌سازها از نظر تجزیه‌پذیری در محیط و دارابودن حداقل اثرات زیست محیطی برای اکوسیتم‌های آبی و دریایی بسیار مهم است.

در مطالعه ماچانلو و همکاران مشخص گردید که در مقایسه با پراکنده‌ساز گلمن، نوع پراکنده‌ساز پارس ۲ دارای سرعت تجزیه پذیری بالاتری در محیط بوده و نیز اثرات مخرب کمتری در محیط دارد (١٤).

آبزیان از جمله مهمترین و حساس‌ترین گونه‌های جانوری هستند که با توجه به زندگی در محیط بسیار متغیر آب بیش از سایر جانوران در معرض خطرات و تهدیدات می‌باشند. در این بین ماهی‌ها نیز نسبت به سایر گونه‌های آبزی حساس‌تر بوده و به شدت نسبت به ترکیبات شیمیایی و سموم داخل آب واکنش نشان می‌دهند. ماهی‌ها به دلیل نیازمند بودن به اکسیژن محلول داخل آب باید دائم در تماس یا اکسیژن محلول باشند و سموم و آلاینده‌ها می‌توانند میزان دسترسی به اکسیژن محلول را کاهش دهند (۸). آبشش‌ها اندام‌های بسیار حساس و آسیب پذیری می-باشند که به عنوان یکی از اولین اندام‌هایی است که در تماس مستقیم با محیط آب می‌باشد. سموم و آلاینده-ها با اعمال تغییرات و آسیب‌های ساختاری در آبشش ها، کبد، کلیه‌ها و پوست می‌توانند باعث بیماری و مرگ آن‌ها شوند. ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) از جمله ماهیان گرمابی است که به علت مقاومت بالا می‌تواند رنج وسیعی از تغییرات محیطی و شوری‌های مختلف را تحمل کند (١٦). این گونه در مطالعات سم‌شناسی و زیست محیطی نیز به عنوان گونه‌های مدل بسیار کاربرد دارد.

بنابراین هدف از این مطالعه مقایسه سمیت دو نوع پراکنده‌ساز پارس ۲ و گلمن به عنوان پراکنده‌سازهای داخلی و خارجی و اثرات آن‌ها بر ماهی کپور معمولی بود. همچنین در این مطالعه به منظور شبیه‌سازی شرایط طبیعی از نفت خام نیز در تیمارهای آزمایشی استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور انجام آزمایشات سم‌شناسی وسایل نگه‌داری ماهی و نمونه‌های آبزیان شامل پمپ هوا، آکواریم، شیلنگ رابط، سنگ هوا، ساچوک، مذور، پیپت، نمونه‌های ماهی کپور، استوک پراکنده-ساز پارس۲ – استوک پراکنده‌ساز گملن و نمونه نفت منطقه سیری در خلیج فارس تهیه گردید (۸).

انتقال ماهی کپور و سازگارسازی: ماهی کپور با وزن ۳۷/۵۰ ± ۵۰۰ گرم از واحد پرورشی مستقر در بابل خریداری و به دانشگاه آزاد واحد تهران شمال – دانشکده علوم و فنون دریایی منتقل گردید. در آزمایشگاه ابتدا به منظور انجام فرایند سازگارسازی در مخزن بزرگ ۱۰۰۰ لیتری حاوی آب هوادهی شده و کلرزدایی شده رهاسازی شدند. سایر شرایط دمایی، نوری، تغذیه و هوادهی مخزن در شرایط استاندارد و مورد نیاز ماهی کپور معمولی تامین گردید.

آزمایشات سم‌شناسی: پس از طی دوران سازگار سازی از آکواریم‌هایی به حجم ۷۸ و ۹۵ لیتری و به منظور هوادهی از کمپرسور ۶۰ واتی و ۳۰ واتی استفاده شد. ۲۴ ساعت قبل از انتقال ماهی‌ها به آکواریم، غذادهی قطع شد و پس از انتقال به مدت ۲۴ ساعت قبل از اضافه کردن مواد به محیط جهت سازگار سازی در آکواریم نگهداری شدند. حجم مفید آکواریم ۷۵ و ۹۲ لیتر در نظر گرفته شد. آزمایشات با سه تکرار در هر تیمار انجام شد و سه شاهد برای آنها در نظر گرفته شد (۱۳).

بعد از مراحل سازگارسازی هر یک از پراکنده‌سازها در غلظت‌های مشخص به تنهایی و به همراه نفت با نسبت ۱ به ۲۰ مورد آزمایش قرار گرفتند (۳). طول دوره آزمایش ۹۶ ساعت در نظر گرفته شد و آمار مرگ و میر ماهیان در هر ۲۴ساعت ثبت شد.

محاسبات LC50: با توجه به مشخص گردیدن تعداد تلفات و حرکات ماهی‌ها در آکواریوم نمودارهای مربوطه ترسیم گردید. سپس ابتدا بر اساس جدول probit محاسبه میزان LC50 براساس آمار مرگ و میر ناشی از مجاورت ماهی با ماده مورد نظر انجام شد. برای محاسبه LC50 از روش نرم افزاری SPSS، روش آماری ANOVA و جدول probit استفاده گردید. بدین منظور ابتدا میانگین تلفات روزانه و سپس درصد میانگین تلفات روزانه نسبت به آزمون شاهد محاسبه گردید. از روی جدول probit عدد مربوط به درصد میانگین تلفات روزانه نسبت به آزمون شاهد خوانده شد. این عدد روی نمودار محور Yها را تشکیل می‌دهد و محور Xها نیز لگاریتم غلظت است. فرمول هر نقطه بر روی نمودار $Y= a+ bx$ است. a و b ضرایب ثابتی است که با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه می‌گردد و به این ترتیب همه نقاط را می‌توان بر روی نمودار به دست آورد (۲). با توجه به اینکه منظور از به دست آوردنLC50 غلظتی است که در آن ۵۰ درصد از جمعیت تلف می‌شوند، بنابراین از جدول probit عدد ۵۰ خوانده می‌شود که برابر با ۵ است. اگر در فرمول بالا به جای Y عدد ۵ گذاشته شود، عبارتی به دست می‌آید که تنها یک مجهول دارد و آن هم X است. بنابراین به سادگی می‌توان مقدار X را به دست آورد. بر روی نمودار نیز می‌توان با امتداد یک خط عمود موازی محور Yها از نقطه ۵۰ درصد مقدار X را محاسبه کرد. این عدد به صورت لگاریتم غلظت است و برای به دست آوردن غلظت واقعی باید از آن antilog گرفته شود.

تنها با توجه بهLC_{50} نمی‌توان در مورد کیفیت و اثرات سمی یک پراکنده‌ساز نظر داد. هرچقدر میزان RET کمتر باشد، محصول دارای سمیت کمتری است یعنی حجم کمتری از یک ماده کارایی بیشتری دارد. بهترین محصولات پاک‌کننده آن دسته هستند که حجم کمتر داشته باشند و بتوانند لکه نفتی را پراکنده کنند و همچنین سمیت کمتری داشته باشند (۱۳).

RET یاRelation Effective Toxicity رابطه بین سمیت و بازدهی را نشان می‌دهد. RET= DOR 90 × LC_{50} /104 که DOR نشان دهنده میزان پاک کننده‌ای است که قادر به پاک کردن میزان ۹۰٪ از لکه نفتی می‌باشد. از طریق DOR می‌توان حجم پاک کننده مورد نیاز برای پاک کردن لکه نفتی را مورد محاسبه قرار داد و از نظر سمیت و هزینه آن را بررسی کرد. هرچقدر DOR کمتر باشد و یا LC_{50} زیادتر باشد، مقادیر RET کمتر بوده و مرغوبیت محصول را نشان می‌دهد. نسبت بین پراکنده‌سازهای مورد آزمایش و نفت ۲۰ به ۱ می‌باشد.

آنالیزهای آماری: در این مطالعه داده‌های عددی حاصل از محاسبات LC_{50} و میزان تلفات در تیمارهای مختلف با استفاده از نرم‌افزار Excel نسخه (۲۰۱۹) آنالیز شدند. همچنین از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ برای انجام مقایسه بین میانگین‌ها و آنالیزهای آماری استفاده شد. بر اساس میزان مرگ و میر با استفاده از برنامه آماری SPSS و روش ANOVA، میزانLC_{50} هر یک از پراکنده سازها به تنهایی و به همراه نفت تعیین گردید. از آنجا که تنها با استفاده ازLC_{50} کیفیت پراکنده سازها مشخص نمی‌شود، میزان RET نیز برای پراکنده سازها مشخص شد (۱۲).

نتایج

سنجش بیولوژیک پراکنده ساز پارس۲ بر روی ماهی کپور: این دیسپرسانت در دوره ۹۶ ساعته در غلظت‌های ۲۱، ۴۲، ۸۴ و ۱۶۸ میلی‌گرم بر لیتر در سه تکرار مورد آزمایش سمیت قرار گرفت. تعداد تلفات در هر ۲۴ ساعت ثبت شده است که در جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. بر اساس یافته‌ها میزان تلفات ماهی کپور رابطه وابسته به غلظت نشان داده است. میزان تلفات با افزایش غلظت در تیمارها در همه زمان‌های مورد مطالعه افزایش یافته است به نحوی که در غلظت ۱۶۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بیشترین میزان تلفات ثبت شد. از نظر تغییرات رفتاری نیز با افزایش غلظت ماده پراکنده‌ساز علاوه بر کاهش کیفیت آب نیز تغییرات رفتاری از جمله حرکات نامتعادل، شنای غیرمعمول، ترشح موکوس زیاد و تغییرات حرکات سرپوش آبششی دیده شد که این تغییرات با افزایش غلظت نیز افزایش یافتند.

سنجش بیولوژیک پراکنده‌سازگملن بر روی ماهی کپور: تعداد تلفات ماهی‌ها در جداول ۵، ۶، ۷ و ۸ آورده شده است. در این تیمار نیز میزان تلفات با افزایش غلظت ماه پراکنده‌ساز گملن افزایش یافته است و رابطه وابسته به غلظت نشان داده است. از نظر تغییرات رفتاری نیز با افزایش غلظت ماده پراکنده‌ساز علاوه بر کاهش کیفیت آب نیز تغییرات رفتاری از جمله حرکات نامتعادل، شنای غیرمعمول، ترشح موکوس زیاد و تغییرات حرکات سرپوش آبششی دیده شد که این تغییرات با افزایش غلظت نیز افزایش یافتند.

بررسی LC_{50} ترکیب نفت و پراکنده ساز پارس۲ بر روی ماهی کپور: نتایج حاصل از تعداد تلفات ماهی کپور در مجاورت نفت و پراکنده‌ساز پارس ۲ در جدول ۹ ارائه شده است. بر اساس نتایج مشخص

گردید که با افزایش زمان مواجه میزان تلفات ماهی کپور افزایش یافته است. همچنین در مدت زمان های ابتدایی ۲٤ و ٤۸ ساعت کمترین میزان تلفات ثبت شد. تلفات ماهی‌ها در تیمار ترکیب این دو ماده پراکنده‌ساز نیز رابطه وابسته به زمان نشان داد و با افزایش زمان مواجه نیز تلفات افزایش پیدا کرد.

سنجش بیولوژیک ترکیب نفت با پراکنده ساز گملن بر روی ماهی کپور: میزان تلفات ماهی کپور در مجاورت ترکیب نفت و پراکنده‌ساز گملن در جدول ۱۰ نشان داده شده است. بر اساس نتایج میزان تلفات ماهی کپور رابطه وابسته به زمان را نشان داده که این امر موید تاثیر زمان مواجه بر میزان تلفات می‌باشد. در مدت زمان ۹٦ ساعت بیشترین تلفات و در مدت زمان ۲٤ ساعت کمترین میزان تلفات ثبت گردید.

سنجش بیولوژیک پراکنده‌سازها بر ماهی کپور معمولی: نتایج حاصل از محاسبه مقدار LC50 در دو گروه پراکنده‌ساز و نفت در جدول ۱۱ آورده شده است. بر اساس نتایج مشخص گردید که پراکنده‌ساز پارس ۲ دارای کمترین میزان LC50 (۳۸/۹۹) در مدت زمان ۹٦ ساعت بود که نشان دهنده بالابودن سمیت در این گروه است. بعد از آن پراکنده‌ساز گملن کمترین میزان LC50 (۳۸/۹۹) را در بین تیمارها نشان داد. با این حال دو تیمار ترکیب پراکنده‌ساز پارس ۲ و نفت و ترکیب پراکنده‌ساز گملن و نفت بالاترین مقادیر و کمترین میزان سمیت را برای ماهی کپور نشان دادند.

شاخص DOR و RET: نتایج حاصل از مقایسه دو شاخص DOR و RET برای دو پراکنده‌ساز پارس ۲ و گملن در جدول ۱۲ آورده شده است. بر اساس نتایج مشخص گردید که مقادیر LC50 در مدت زمان ۹٦ ساعت در گروه پراکنده‌ساز پارس ۲ در محدوده ۳۸/۹۹ ولی در گروه گملن این مقدار در محدوده ۱٦۷/٤۳ قرار داشت. همچنین میزان شاخص RET مقدار ۲۱۹/٤۱۵ را نشان داد در حالی که این شاخص در گروه گملن مقدار ۸۱/۱۹۸ را نشان داد.

جدول ۱- تعداد تلفات ماهی‌کپور در مجاورت پراکنده ساز پارس۲ در۲٤ ساعت

غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم	تکرار پنجم	رفتار ماهی‌ها
۲۱	۰	۰	۰			تغییر در رفتار ماهی دیده نشد.
٤۲	۰	۰	۰	۰	۰	ماهی‌ها رفتار خاصی ندارند. آب کمی کدر است.
۸٤	۱	۲	۲			کف زیادی روی سطح آب دیده می‌شود و دهان و سرپوش آبششی ماهی‌های تلف شده باز است و آبشش سفید می‌باشد.
۱٦۸	تلفات کامل	تلفات کامل	تلفات کامل			آب بسیار کدر و کف زیادی روی سطح آب دیده شد. دهان و سر پوش آبششی ماهیان تلف شده باز است. آبشش‌ها سفید رنگ می‌باشند.

جدول ۲- تعداد تلفات ماهی‌کپور در مجاورت پراکنده ساز پارس۲ در ٤٨ ساعت

غلظت (میلی-گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم	تکرار پنجم	رفتار ماهی‌ها
۲۱	۰	۱	۰			رفتار خاصی در ماهیان دیده نشد. آب کمی کدر است.
٤۲	۱	۲	۱	۰	۰	آب کمی کدر است. دهان برخی ماهی‌های زنده نیمه باز است. روی سطح آب کف دیده می‌شود.
۸٤	۳	٤	۳			آب کدر بوده و ماهی‌ها دیده نمی‌شوند.
۱٦۸	تلفات کامل	تلفات کامل	تلفات کامل			همه ماهی‌ها در ۲٤ ساعت اول تلف شدند.

جدول ۳- تعداد تلفات ماهی کپور در مجاورت پراکنده ساز پارس۲ در ۷۲ساعت

غلظت (میلی-گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم	تکرار پنجم	رفتار ماهی‌ها
۲۱						آب کمی کدر است.
٤۲	٤	٤	۱	۲	۰	آب کدر است. ماهی‌های با آبشش و دهان باز تلف شده اند. آبشش‌ها به رنگ سفید می‌باشند.
۸٤	٤	٤	٤			همه ماهی‌ها تلف شدند. آب کدر بوده و ماهی‌ها با دهان و آبشش باز مرده اند.
۱٦۸	تلفات کامل	تلفات کامل	تلفات کامل			همه ماهیان در ۲٤ ساعت اول مردند.

جدول ٤- تعداد تلفات ماهی کپور در مجاورت پراکنده ساز پارس۲ در ۹٦ ساعت

غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم	تکرار پنجم	رفتار ماهی‌ها
۲۱	۱	۱	۰			آب کمی کدر است
٤۲	٤	٤	۱	۲	۰	آب کدر است.
۸٤	تلفات کامل	تلفات کامل	تلفات کامل			همه ماهی ها تلف شده‌اند.
۱٦۸	تلفات کامل	تلفات کامل	تلفات کامل			همه ماهی ها تلف شده‌اند.

جدول ۵- تعداد تلفات ماهی کپور در مجاورت پراکنده ساز گملن در ۲٤ ساعت

غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم	تکرار پنجم	تکرار ششم	رفتار ماهی
٤۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	رفتار خاصی مشاهده نمی‌شود.
۸٤	۰	۰	۰	۰	۰	۱	آب کمی کدر شده و در سطح آب کف مشاهده می‌شود ماهیان در یک گوشه از آکواریم تجمع کرده‌اند.
۱٦۸	۰	۰	۰	۲	۰	۲	آب کدر است حالت عطسه‌ای در ماهیان مشاهده می‌شود.

جدول ٦- تعداد تلفات ماهی کپور در مجاورت پراکنده ساز گملن در ٤٨ ساعت

غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم	تکرار پنجم	تکرار ششم	رفتار ماهی
٤٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	رفتار خاصی در ماهی‌ها دیده نمی‌شود و آب کمی کدر است.
٨٤	٠	٠	٠	١	٢	١	آب کمی کدر است و ماهی‌ها حالت عطسه دارند. روی سطح آب کف دیده می‌شود.
١٦٨	١	١	٢	١	١	٢	آب کدر است و روی آب کف مشاهده می‌شود.

جدول ۷- تعداد تلفات ماهی کپور در مجاورت پراکنده ساز گملن در ۷۲ ساعت

غلظت (میلی-گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم	تکرار پنجم	تکرار ششم	رفتار ماهی
٤٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	رفتار خاصی در ماهی‌ها دیده نمی شود و آب کمی کدر است.
٨٤	٠	٠	٠	١	٢	١	آب کمی کدر است و ماهی‌ها حالت عطسه دارند. روی سطح آب کف دیده می‌شود.
١٦٨	١	١	٢	١	١	٢	آب کدر است و روی آب کف مشاهده می‌شود.

جدول ۸- تعداد تلفات در مجاورت پراکنده ساز گملن در ۹٦ ساعت

غلظت (میلی-گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم	تکرار پنجم	تکرار ششم	رفتار ماهی
٤٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	رفتار خاصی در ماهی‌ها دیده نمی‌شود.
٨٤	٠	٠	٠	١	٢	١	آب کمی کدر است و ماهی ها حالت عطسه دارند. روی سطح آب کف دیده می‌شود.
١٦٨	٣	٢	٤	١	١	٤	آب کدر است و روی آب کف مشاهده می‌شود.

جدول ۹- تعداد تلفات ماهی کپور در مجاورت ترکیب نفت و پراکنده ساز پارس۲

زمان آزمایش	غلظت	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	رفتار ماهی
٢٤ ساعت	٣٣٦	-	-	-	آب کدر است حالت عطسه ای خفیفی در آنها دیده می‌شود و نزدیک سطح آب شنا می‌کنند.
	٦٧٢	-	-	-	آب کدر است و حالت عطسه ای خفیفی در آنها دیده می‌شود و نزدیک سطح آب شنا می‌کنند.
٤٨ ساعت	٣٣٦	-	-	-	آب کمی کدر شده است. حالت عطسه‌ای در ماهیان دیده می‌شود.
	٦٧٢	١	-	-	آب کمی کدر است حالت عطسه‌ای در ماهیان مشاهده می‌شود. نفت در سطح آب به صورت ذرات ریز تفاله مانند درآمده است.
٧٢ ساعت	٣٣٦	١	١		آب تیره شده ماهیان در سطح آب تجمع کرده‌اند.
	٦٧٢	٤	١	٢	آب تیره رنگ شده و ماهیان بی قرار می‌باشند.
٩٦ ساعت	٣٣٦	٢	٢		آب تیره رنگ است و نفت در کل ستون آب پخش شده است.
	٦٧٢	٤	١	٢	آب تیره رنگ است و ماهیان در آب مشاهده نمی‌شوند.

جدول ۱۰- تلفات ماهی کپور در مجاورت ترکیب نفت و دیسپرسانت گملن

زمان آزمایش	غلظت (میلی- گرم بر لیتر)	تکرار اول	تکرار دوم	رفتار ماهی
۲۴ ساعت	۱۳۴۴	۰	۰	آب کدر شده است و ماهیان در نزدیک سنگ هوا تجمع کرده‌اند.
	۶۷۲	۰	۰	آب کمی کدر شده و نفت مقداری روی سطح آب مشاهده می‌شود و ماهیان برخی در نزدیک سطح آب و برخی در نزدیک سنگ هوا مشاهده می‌شوند.
۴۸ ساعت	۱۳۴۴	۲	۲	آب به رنگ قهوه‌ای، نفت در ستون آب پراکنده و ماهیان به طور واضح قابل مشاهده نیستند.
	۶۷۲	۱	۰	آب به رنگ کدر است (قهوه‌ای) ماهیان بیشتر در نزدیک سطح آب مشاهده می‌شوند.
۷۲ ساعت	۱۳۴۴	۳	۳	آب به رنگ قهوه‌ای است و ماهیان داخل آن مشاهده نمی‌شوند.
	۶۷۲	۳	۱	آب تیره رنگ است و ماهیان به راحتی مشاهده نمی‌شوند.
۹۶ ساعت	۱۳۴۴	۳	۳	آب تیره رنگ است و ماهیان باقی مانده بی حال هستند.
	۶۷۲	۲	۳	آب کدر و قهوه‌ای رنگ است و ماهیان بی حال می‌باشند.

جدول ۱۱- مقدار LC_{50} محاسبه شده دیسپرسانت و نفت بر روی ماهی کپور معمولی

ماده مورد آزمایش	LC_{50} میلی گرم بر لیتر			
	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
پراکنده ساز پارس ۲	۸۷/۸۳	۵۸/۳۵	۳۸/۹۹	۳۸/۹۹
پراکنده ساز گملن	-	-	۳۰۰/۷	۱۶۷/۴۳
ترکیب پراکنده ساز پارس۲ و نفت	-	-	۵۷۷/۷	۳۳۶
ترکیب پراکنده ساز گملن و نفت	-	۱۳۴۴	۶۷۲	۳۶۱/۵۳۷

جدول ۱۲- میزان DOR و RET محابسه شده بر روی ماهی کپور

دیسپرسانت	DOR	RET	LC_{50} 96h
پارس۲	۰/۸۵۵۵	۲۱۹/۴۱۵	۳۸/۹۹
گملن	۱/۳۵۹۵	۸۱/۱۹۸	۱۶۷/۴۳

بحث

نفت به همان اندازه که فواید و مزیت‌های زیادی برای سهولت زندگی انسان داشته است نیز دارای اثرات مخرب زیست‌محیطی زیادی می‌باشد که می‌تواند همه جنبه‌های زیست محیطی را تحت تاثیر قرار دهد (۲۱). این ماده سمی که به شکل نفت خام و هزاران فراورده نفتی دیگر تولید می‌شود برای آبزیان دریایی و ماهی‌ها بسیار سمی بوده و حتی در پایین ترین غلظت‌ها می‌تواند باعث مرگ آن‌ها شود (۱۵).

وجود لکه‌های نفتی و قطرات نفت به شدت از کیفیت آب محل زیست ماهی‌ها و سایر آبزیان می‌کاهد و باعث کاهش اکسیژن محلول آب می‌شود (۲۰). مشکلات بوجود آمده به دلیل آلودگی‌های نفتی در مناطق و زیستگاه‌های دریایی نسبتاً یک شکل می‌باشد، برای مثال در مناطق بین جزر و مدی تلفات بسیار سنگین موجودات دریایی در کنار تأثیرات محدودی که این مواد در محیط داشته‌اند، گزارش شده است (۶).

در عین حال فعالیت‌های پاکسازی معمولاً تلفات و ویرانی بیشتری نسبت به آلودگی نفتی در منطقه دارد. در مطالعه‌ای ماچانلو و همکاران اقدام به بررسی اثر

نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و فاز محلول نفت خام تحت تابش فرابنفش و تاریکی بر شاخص‌های رشد ماهی کپور معمولی کردند. آنها دریافتند که استفاده از فرایند تابش فرابنفش خورشید و نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم اثر معنی‌داری بر روند تجزیه فتوکاتالیستی ذرات نفت خام داشت (۱٤).

علاوه بر مسائلی که در مطرح شد، ایجاد توازن طبیعی بیولوژیکی پس از آلودگی در مناطق مختلف بسیار متفاوت است. تلفات چشمگیر در مناطق آلوده به دلیل فاکتورهایی چون کمیت نفت، نوع آب و هوا و وزش باد، روش‌هایی که به منظور مقابله با آلودگی نفتی استفاده می‌شود، نوع پوشش گیاهی و جانوری در منطقه می‌باشد (۷).

در سال ۲۰۰۸ یک سری تحقیقات بنیادی توسط جانگ یانگ سانگ و همکارانش در مورد اثرات نفت سنگین بر سیستم ایمنی ماهی انجام شد. برای مقایسه تعداد باکتری در موکوس پوست در ماهی شاهد و گاهی که در عرض نفت قرار گرفته شد تعداد باکتری‌های زنده مانده (شمارنده واحدهای کلونی CFU) مقایسه با 5.T9T1.88X10T گلبول سفید در میلی گرم در ماهی‌های شاهد، در ماهی‌های در معرض نفت گذاشته شده تعداد آنها بیشتر شده و به طور میانگین 1045T0.45X108 سلول در میلی‌لیتر می‌باشد. تعداد باکتری‌ها در ماهی‌های شاهد 4.28t3.68.x104 کلونی بر گرم در حالیکه در ماهی در معرض نفت 4.58t1063x105 کلونی بر گرم می‌باشد. نتایج اشاره دارد به کاهش ایمنی به علت نفت سنگین و باکتری‌ها می‌توانند به موکوس هجوم بیاورند و در نتیجه افزایش تعداد گلبول‌های سفید برای جلوگیری از بیماری مسری را در بر دارد (۲۱).

در تحقیق دیگری محمد زاده و همکاران عوامل ریسک ایجاد آلودگی محیط زیستی را در سکوهای گازی فراساحلی مورد بررسی قرار دادند. این تاسیسات یکی از عوامل مهم نشر و توسعه آلودگی‌های نفتی در خلیج فارس به شمار می‌رود. نتایج نشان داد که مشعل‌های سکوهای نفتی ترکیبات مضر گوگردی ایجاد می‌کنند که می‌تواند برای آبزیان دریایی سمی باشد (۱۵).

در تحقیق سمیت نفت بر نوعی ماهی پهن ژاپنی از نقطه نظر واکنش ایمنی و حساسیت به بیماری باکتریابی بررسی شد. در نتیجه تعداد گلبول سفید خون ماهی در معرض نفت قرار گرفته شده افزایش قابل توجهی یافت و تعداد باکتری‌ها در موکوس ماهی در معرض نفت قرار گرفته شد بیشتر از ماهی شاهد بود (۱٦).

یک سری تحقیقات برای ارزیابی اثرات نفت خام (شیب شمال آلاسکا) نشان داد که در بیشتر آزمایشات ارگانیزم‌ها (۸۳ درصد) بعد از ۲٤ ساعت تماس با پراکنده‌سازها از بین رفتند. آزمایشات نشان دهنده این است که نفت خام در غلظت بیشتر از ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر نیازمند تست سمیت بررسی زنده‌مانی ارگانیزم‌های جوان دارد. در مطالعه حسینی و همکاران که روی بررسی سمیت حاد فاز محلول نفت خام (WSF) بر ماهی کپور معمولی نوجوان (*Cyprinus carpio*) انجام دادند مشخص شد که غلظت کشنده میانی نفت خام به میزان ۲۳/۰۷۰ بدست آمد که می‌تواند مقدار سمی و کشنده‌ای برای این نوع ماهی و سایر آبزیان باشد (۸).

در تحقیق پیش رو مشخص شد که پراکنده‌ساز پارس ۲ و گملن در غلظت‌های مختلف و زمان‌های مورد استفاده اثرات وابسته به غلظت و زمان از خود نشان دادند. در بیشتر ترکیبات نفتی میزان تلفات و آسیب‌های غیر قابل برگشت با افزایش غلظت ماده آلاینده و زمان مواجه افزایش می‌یابد. علیایی و همکاران آسیب شناسی بافتی غلظت‌های مختلف ترکیب نفتی پایرن (pyrene) را در برخی اندام‌های حیاتی ماهی کپور

معمولی (*Cyprinus carpio*) در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. نتایج نشان داد که این ترکیب نفتی آثار مخربی بر هموستازی و شرایط رشد و بازماندهی این ماهی دارد (۱۶).

ترکیبات پراکنده‌ساز نیز خود اثرات منفی و سمی بر آبزیان دارند. در شرایط وقوع لکه های نفتی استفاده از پراکنده‌سازها می‌تواند بر سمیت بیشتر ترکیبات نفتی بیافزاید. ماهی‌ها آبزیان بسیار حساسی هستند و در شرایط تماس با سموم و آلاینده‌ها به شدت تحت استرس قرار گرفته و از خود موکوس ترشح می‌کنند. ترشح موکوس یک پاسخ دفاعی در برابر شرایط استرس‌زا است و می‌تواند موجب کاهش کیفیت آب و در نتیجه کاهش دسترسی به اکسیژن و افزایش تلفات گردد. فولر و همکاران در سواحل آمریکا با استفاده از دو گونه ماهی *Cypinodon verigetus* و *Menidia beryline* و یک گونه میگو *Mysidopsis bahia* به بررسی نفت خام و ترکیب نفت و دیسپرسانت پرداختند. اطلاعات به دست آمده نشان داد که هیدروکربن‌های نفت خام، ترکیب نفت و دیسپرسانت دارای اثرات سمی بوده ولی ترکیبات کلوئیدی نفت سمی شناخته نشده اند (۷).

کان هولد نشان داد که آن بخشی از نفت خام که در آب قابل حل است برای تخم و لارو ماهیانی چون کاد و هرینگ بسیار سمی است و باعث مرگ و میر فراوان و ایجاد نقص مرفولوژیک در لاروها می‌گردد. مطالعاتی که توسط مارتاسوئد مارک و سون کلولبرگ برروی دوکفه‌ای‌ها، ماهی‌ها و سخت پوستان انجام گرفت، نشان داد که حساسیت ماهی‌ها در برابر پراکنده‌سازها اضافه شده به آب در مدت ۹۶ ساعت بیشتر از دوکفه‌ای‌ها است، درحالیکه سخت پوستان مقاوم تر از ماهی‌ها و دوکفه ای‌ها بودند. بنابراین می-توان چنین نتیجه گرفت که گونه‌هایی از جانوران دریایی که زندگی پویاتر و فعال‌تری دارند نسبت به جانورانی که فعالیت کمتری دارند، حساس‌ترند (۷).

اولیدن از مراکز تحقیقات سوئد، آزمایشی بر روی تخم ماهی هرینگ با نام علمی *Clupea narengus memoras* انجام داد. وی تخم‌هایی را که به صورت مصنوعی لقاح داده بود را در معرض نفت خام و ترکیب پراکنده ساز و نفت خام قرار داد. نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان می‌دهد که ترکیب نفت و پراکنده ساز در دوران جنینی تأثیرات جدی و سوئی بر روی ماهی‌ها دارد. البته با توجه به فعالیت جنین و قلب در این دوران، نمی‌توان اطلاعات زیادی در مورد استرس وارد شده به جنین به دست آورد (۸).

تعداد زیادی از لاروهای بدست آمده از این تخم‌ها، از نظر موفولوژیکی ناقص بودند. بسیاری از لاروها بدن خمیده‌ای داشتند و بخش فوقانی کیسه زرده آنها ورم کرده بود. این در حالی است که روستال و گانکل هیچ تأثیر مخرب و تلفاتی از نفت خام عراق را بر روی ماهی هرینگ، که به مدت ٤ روز در معرض این نفت قرار گرفتند، گزارش نکردند (۸).

با توجه به LC_{50} متفاوت و گستردگی سمیت مواد مختلف، طرحی توسط اسپراک وکارسون ارائه شد. این افراد سمیت مواد مختلف را به سه گروه تقسیم نموده اند شامل ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سمی، ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تا حدی سمی و ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کمی سمی. با توجه به مقدار عددی LC_{50} نمی‌توان در مورد بازدهی آن نظر داد. تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد هرچه میزان RET کمتر باشد محصول بازدهی بیشتری دارد و یا به بیان دیگر، تعداد قطرات بیشتری از پراکنده‌ساز لازم است تا کارایی مشابهی با پراکنده‌سازهای ساخته شده داشته باشد (۱۵).

در بررسی‌های انجام شده بر روی ماهی کپور مشاهده شده است که سمیت دیسپرسانت گملن بسیارکمتر از

پراکنده‌ساز پارس۲ می‌باشد. با توجه به LC_{50} ۹۶ ساعته ترکیب نفت با پراکنده‌سازها مشاهده شد ترکیب نفت و پراکنده‌ساز گملن از سمیت کمتری نسبت به ترکیب نفت با پراکنده‌ساز پارس۲ برخوردار است. در بررسی‌های انجام شده برروی ماهی کپور، پراکنده‌ساز پارس۲ در گروه اول toxic و پراکنده‌ساز گملن در گروه دوم Moderately toxic قرار دارد و ترکیب هر دو پراکنده‌ساز با نفت در گروه دوم Moderately toxic قرار دارد. در بررسی‌های انجام شده بر روی ماهی کپور پراکنده‌ساز گملن از میزان RET کمتری نسبت به پارس۲ برخوردار بودند، بنابراین کارایی گملن بیشتر از پراکنده‌ساز پارس۲ می‌باشد (۲۰).

این پراکنده‌ساز ساخت کشور فرانسه است و از آنجایی که مطابق استانداردهای سازمان محیط زیست منطقه‌ای ROPME است در خلیج فارس استفاده می‌شود. این پراکنده‌ساز زرد رنگ بوده و میزان چسبندگی آن بالا است (۱).

این ماده بوی بسیار تندی دارد به طوری که در زمان ورود حجم‌های مختلف این ماده به آکواریم‌ها، بوی شدید این ماده تمام فضای آزمایشگاه را در برمی‌گیرد. پس از تماس پراکنده‌ساز با آب به سرعت در آب پخش می‌شود. به محض ورود این ماده به آب حالت عصبی و شنای سریع در ماهیان مشاهده شد؛ این حالت در غلظت‌های پایین مثل ۲۱ میلی‌گرم بر لیتر کم و در برخی از ماهیان مشاهده شده است. با ورود این ماده در آب کف بسیار زیادی روی آب تشکیل می‌شود. رنگ آب با ورود این ماده در آب تغییری نمی‌کند. این ماده در غلظت‌های ۴۲، ۸۴ و ۱۶۸ میلی‌گرم بر لیتر در ۶ تکرار مورد آزمایش قرار گرفته است (۵).

با این حال استفاده از پراکنده‌سازها در محیط آبی اگر چه طبق ضوابط زیست محیطی انجام می‌گردد، می‌توانند برای بسیاری از آبزیان حساس مثل ماهی‌ها سمی و خطرناک باشند. بسیاری از محققین در حوزه سم‌شناسی عنوان کردند که ترکیبات سمی نظیر نفت در آب می‌تواند دسترسی آبزیان به اکسیژن محلول آب را قطع نموده و موجب افزایش تلفات و مرگ و میر آبزیان گردد (۴، ۱۰، ۱۱، ۱۷، ۱۸).

همچنین افزوردن ترکیبات پراکنده‌سازها با توجه به اینکه در ساختار آنها از نانوذرات نیز استفاده شده است لذا می‌تواند اثرات نامطلوبی بر سلامت ماهی‌ها داشته باشد (۳، ۱۹، ۲۲).

نتیجه‌گیری

آلودگی نفتی یکی از مهمترین تهدیدات علیه سلامت اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌های آبی است. این ترکیبات با انتشار در آب موجب تغییر در شرایط طبیعی از جمله اکسیژن، نور، دسترسی غذا و رشد و بازماندگی می‌شود. به همین منظور اخیرا ترکیبات جدیدی موسوم به پراکنده‌سازها با هدف افزایش سرعت تجزیه و کاهش سمیت این نوع آلاینده‌ها تولید شده است. با این حال خود این پراکنده‌سازها خاصیت سمی داشته و در نوع پارس ۲ نسبت به گملن سمیت بیشتری را در جمعیت ماهی کپور معمولی نشان داد. این تغییرات در تست حاد سم‌شناسی موید آن است که پراکنده‌سازها در اکوسیتم‌های دریایی می‌توانند تهدید بالقوه‌ای برای آبزیان حساس از جمله ماهی‌ها باشند.

منابع

1. Banan A., Forouharmehr A., Kalbassi M.R., Esmaeilbeigi M., Bahmani M., Yazdani, M., Kolok, A.S. and Rogan, E.G. 2022. Salinity gradients exacerbate the genotoxicity and bioaccumulation of silver nanoparticles in fingerling Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Regional Studies in Marine Science*, 52(13):102-264.

2. Bordbar L. 2005. Investigation of toxicity effects of dispersants on salmon.

Master Thesis, Faculty of Science and Research, Islamic Azad University, 9(5): 136-143. [In Persian].

3. Eskandari S., Ghavam Mostafavi P., Mazdarani H., Machinchian Moradi A., Shah Hosseini M.H. 2009. Investigation of the effect of crude oil on cytogenetic damage using micronucleus test in *Anodonta cygnea* as bioandicators. *Journal of Animal Biology*, 2(2):123-135. [In Persian].

4. Esmaeilbeigi M., Kalbassi M.R., Seyedi J., Behzadi Tayemeh M., Moghaddam J.A. 2021. Intra and extracellular effects of benzo [α] pyrene on liver, gill and blood of Caspian White fish (*Rutilus frissi kutum*): Cytogenotoxicity and histopathology approach. *Marine Pollution Bulletin*, 163(16):111942.

5. Esmaeilbeigi M., Behzadi Tayemeh M., Johari S.A., Ghorbani F., Sourinejad I., Yu I.J. 2022. In silico modeling of the antagonistic effect of mercuric chloride and silver nanoparticles on the mortality rate of zebrafish (*Danio rerio*) based on response surface methodology. *Environmental Science and Pollution Research*, 85(9):456-467.

6. Farkhani B., Shaabani R., Rezaei K. 2003. Synthesis and use of dispersant with the role of dispersing oil slicks on the coasts of the Persian Gulf. *Offshore Oil Company Article*, 13(2):147. [In Persian].

7. Fuller C., Boner Y., Pegec Ernest A. 2004. Comparative toxicity of oil, dispersant and oil dispersant to several marine species. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(12):2941-2949.

8. Hosseini S.J., Machanlu M., Ziaeinejad S. 2016. Acute toxicity of crude oil solution phase on common juvenile carp. *Journal of Biology*, 12(4):355-366. [In Persian].

9. Ismaili Sari A. 2001. Pollutants, hygiene and standards in the environment. *Naghsh Mehr Publications*, 12(3):245-248. [In Persian].

10. Kazemi A., Esmaeilbeigi M., Ansari A., Asl A.G., Mohammadzadeh B. 2022. Alterations and health risk assessment of the environmental concentration of heavy metals in the edible tissue of marine fish (*Thunnus tonggol*) consumed by different cooking methods. *Regional Studies in Marine Science*, 53(11):102361.

11. Kazemi A., Esmaeilbeigi M., Sahebi Z., Ansari A. 2022. Health risk assessment of total chromium in the qanat as historical drinking water supplying system. *Science of the Total Environment*, 807(32):150795.

12. Linden O. 2008. The influence of crude oil and mixture or crude oil /dispersants on the ontogenic development of the Baltic herring Clupea harengus membras. *Water and Aair Pollution Research Laboratory*, 46(6):193.

13. Liu B., Romaire R., Delauner R., Lindau C.W. 2006. Field investigationon the toxicity of nlaska north Slope crude oil (ANSC) and dispersant ANSC crude to GULF kili fish, easterm oyster and white shrimp. *Chemosphere*, 62(4):520-526.

14. Machanlu M., Ziaeinejad S., Banai M., Johari S.A. 2016. Effect of titanium dioxide nanoparticles and crude oil solution phase under ultraviolet and dark radiation on growth indices of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Animal Environment*, 199(8):451-466. [In Persian].

15. Mohammadzadeh R., Tehrani M.E., Jozi, M., Mogui S.A. 2020. Identification of risk factors for environmental pollution of offshore gas platforms (Case study: South Pars gas field). *Journal of Animal Environment*, 84(4):289-298. [In Persian].

16. Oliaei S.R., Sharifpour A., Riahi Bakhtiari A. 2013. Histological pathology of different concentrations of Pyrene oil composition in some vital organs of common carp (*Cyprinus carpio*) in vitro. *Journal of Toxicology*, 67(11):198-211. [In Persian].

17. Parang H., Esmaeilbeigi M. 2022. Total mercury concentration in the muscle of four

mostly consumed fish and associated human health risks for fishermen and non-fishermen families in the Anzali Wetland, Southern Caspian Sea. *Regional Studies in Marine Science*, 52(8):102270.

18. Seyedi J., Kalbassi M.R., Esmaeilbeigi M., Behzadi Tayemeh M., Amiri Moghadam J. 2021. Toxicity and deleterious impacts of selenium nanoparticles at supranutritional and imbalance levels on male goldfish (*Carassius auratus*) sperm. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 66(21):126758.

19. Shirdel I., Kalbassi M.R., Esmaeilbeigi M., Tinoush B. 2020. Disruptive effects of nonylphenol on reproductive hormones, antioxidant enzymes, and histology of liver, kidney and gonads in Caspian trout smolts. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part–C: Toxicology and Pharmacolgy*. 232(17):108756.

20. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 1995. American Public Health Association. *American Water Pollution Control Federation Water Work Association*, 56(15):567.

21. Swedmark M., Granmo A., Kollberg S. 1973. Effect of oil dispersant and oil emulsions on marin animals. *Water Research Progmon Press*, 46(7):1649-1677.

22. Veisi S., Johari S.A., Tyler C.R., Mansouri B., Esmaeilbeigi M. 2021. Antioxidant properties of dietary supplements of free and nanoencapsulated silymarin and their ameliorative effects on silver nanoparticles induced oxidative stress in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(19):26055-26063.

Comparison of the Toxic Effects of Pars 2 and Gamlen as Oil Pollution Dispersants on Common Carp (*Cyprinus carpio*)

Sima Nikbakht, Mahnaz Sadat Sadeghi *, Mojgan Emtyazjoo

Department of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

Abstract

Oil pollution has become one of the main challenges facing marine ecosystems. Oil spills from oil tankers, marine accidents and emissions from oil platforms have always been known as oil pollution in the marine environment. In this research, the toxicity of Pars 2 dispersants, Gamlen, oil and combination of oil with each of these dispersants on common carp (*Cyprinus carpio*) was investigated. These experiments were carried out on common carp (500 ± 37.50 grams) in the same laboratory conditions. The number of deaths in each treatment was counted every 24 hours. The number of casualties was entered in Excel software and the LC50 values of each combination were calculated using Probit specialized software. The obtained values were analyzed by SPSS statistical software. Based on the statistical results, the toxicity level of Gameln dispersant was evaluated to be much higher than that of Pars2 dispersant. Considering the fact that the higher the LC50 value, the less toxic the substance is, it can be concluded that the Pars2 dispersant is more toxic than the Gamlen dispersant. The value of LC50 cannot be the only indicator of the quality of a dispersant. RET calculated for Pars2 dispersant was higher than the amount calculated for Gameln dispersant. According to the obtained information, it seems that the Gamlen dispersant has more efficiency and less toxicity for aquatic animals than the Pars2 dispersant.

Keywords: Oil Pollution, Marine Aquatics, Acute Toxicity, Dispersants, *Cyprinus carpio*.