

ارزیابی مقایسه‌ای فلزات سنگین سرب و نیکل در میگو *Litopenaeus vanammei* در مجاورت نفت

خام و دو نوع پراکنده ساز

علیرضا شمس‌زاده^۱، مژگان امتیازجو*^۲، مهناز سادات صادقی و محمد ربانی^۳

۱، ۲ و ۳- گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۴- گروه محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۰۵

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی میزان فلزات سنگین (نیکل و سرب) تجمع یافته در میگو *Litopenaeus vannamei* در مجاورت نفت خام و دو نوع پراکنده ساز ایرانی و خارجی به نام‌های، نفت روب و رادیوگرین OSD بود. برای این منظور، یک گروه شاهد و ۵ تیمار با ترکیبات و غلظت‌های مختلف و هر کدام با سه تکرار در نظر گرفته شد. نمونه‌های میگو ۴۸ ساعت در معرض نفت خام به تنهایی و ترکیبی از نفت خام و پراکنده سازها قرار گرفته و سپس میزان فلزهای سنگین تجمع یافته در آنها با دستگاه جذب اتمی سنجیده شد. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین غلظت فلز سنگین نیکل در میگو، در تیمارهای ترکیب نفت خام با پراکنده ساز ایرانی نفت روب برابر با ۴/۴۸۴ppm است. بیشترین میانگین غلظت فلز سنگین سرب تجمع یافته در میگوی *L. vannamei* که در معرض نفت خام با پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD قرار گرفته بود، برابر ۲/۴۴۳ ppm بدست آمد. در نهایت مشخص گردید با افزایش غلظت نفت خام و پراکنده سازها، غلظت فلزات سنگین جذب شده توسط میگوها در مجاورت نفت خام و ترکیب نفت خام با پراکنده سازها، افزایش داشته است. همچنین نیکل در غلظت بیشتری در مقایسه با سرب در میگوهای در معرض نفت خام و پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها تجمع یافته بود.

واژگان کلیدی: پراکنده ساز، نفت خام، فلزات سنگین، *Litopenaeus vannamei*

*نگارنده : moz_emtyazjoo@yahoo.com

مقدمه

امروزه فلزات سنگین از منابع مهم آلوده کننده موجودات آبی محسوب می شود و بر اساس گزارش های متعدد، مسمومیت های مزمن با فلزات سنگین در آبزیان موجب بروز اثراتی همچون کاهش رشد و تولید مثل، اثرات هیستوپاتولوژیک، ضایعات تخم، جنین و لاروها در گونه های مختلف آبزیان می گردد. فلزات سنگین ابتدا توسط فیتوپلانکتون، باکتری، قارچ و ارگانسیم های کوچک دیگر جذب می شوند، سپس به ترتیب، توسط موجودات بزرگتر خورده شده و در نهایت وارد بدن انسان می شوند (Faslbar et al., 2013)؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۰).

از طرفی ترکیبات نفتی از عوامل آلاینده و خطرناک محیط زیست به شمار می روند که بر اثر تخلیه آب توازن، تصادف نفت کش ها و عواملی دیگر وارد دریاها می شوند. این ترکیبات می توانند سبب جهش زایی، سرطانزایی، تراژوژنی و نقص عضو شوند (نیکبخت، ۱۳۸۳). امروزه از روش های مختلفی (فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) برای مقابله با آلودگی های نفتی استفاده می شود و با توجه به اهداف مقابله، نوع ساحل، نوع ترکیب نفتی، فرصت مقابله و شرایط آب و هوایی یک یا ترکیبی از این روش ها مورد استفاده قرار می گیرد (Kennish, 1997; Leigh, 2009; Zolfaghari-Baghbaderani, 2012). استفاده از ترکیبات شیمیایی مرسوم ترین روش مبارزه با آلودگی های نفتی در سرتاسر جهان می باشد. یکی از روش های شیمیایی مقابله با آلودگی های نفتی استفاده از پراکنده سازهای نفتی است (فرخانی، ۱۳۸۳؛ بردبار، ۱۳۸۶؛ هوشمند، ۱۳۸۶). این ترکیبات با شکستن لکه های نفتی به قطرات ریزتر قادرند باعث پراکنده شدن لکه های نفتی در ستون آب شده در نتیجه عملیات اکسیداسیون و تبخیر هیدروکربن های نفتی فرار و تجزیه ی میکروبی را باعث شوند. ذرات نفت پراکنده شده در این وضعیت در تمام حجم آب در دسترس موجودات زنده قرار می گیرد. درجه بالایی از پراکنندگی که پراکنده ساز ایجاد می کند، باعث حلالیت بیشتر و تمرکز کمتر

نفت در آب نسبت به حالتی که پراکنندگی طبیعی صورت می گیرد، می شود. قطرات نفت پراکنده شده توسط پراکنده سازها به اندازه ای هستند که به راحتی توسط موجودات ریز دریا که در بخش های پایین تر زنجیره ی غذایی قرار دارند، جذب می شود (Delshad et al., 2014؛ شهریاری، ۱۳۸۴). مطالعات متعددی درباره فلزهای سنگین و تجمع آنها در موجودات آبی در ایران و جهان صورت گرفته است. Yahyavi و همکاران در سال ۲۰۱۲، میزان فلزات سنگین در دو گونه میگوی تجاری (*Feneropenaeus merguensis* & *Metapenaeus affinis*) در شمال تنگه هرمز را بررسی نمودند. مقایسه نتایج با استانداردهای بین المللی نشان داد که غلظت جیوه، آهن، کادمیوم و سرب در دو گونه میگو مورد نظر کمتر از محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی WHO و FDA و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست بوده است (Yahyavi et al., 2012). پایدار و همکاران در سال ۱۳۸۲ مطالعه ای در خصوص سنجش میزان عناصر سنگین نیکل، وانادیوم و سرب در شاه میگوی آب شیرین تالاب انزلی انجام دادند و هیچگونه همبستگی بین اندازه و وزن میگوها با میزان عناصر سنگین در پوسته و عضله میگوها بدست نیاموردند. اما بین پوسته و عضله میگوها با میزان رسوب و بین آب و رسوب همبستگی مثبت معنی داری مشاهده گردید. Ikponmvosa-Eweka و Omoigberale در سال ۲۰۱۰، نیز غلظت فلزات سنگین در میگوی رودخانه اوویای نیجریه را ارزیابی نمودند. همینطور تاتینا و همکاران در سال ۱۳۸۷ تأثیر بخش محلول در آب نفت خام را بر تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی یلی مورد بررسی قرار دادند. هدف از انجام تحقیق حاضر، ارزیابی مقایسه ای تجمع فلزات سنگین نیکل و سرب در میگو *l. vanammei* در مجاورت نفت و پراکنده سازهای نفتی بوده است.

مواد و روش‌ها

آدابناسیون و در معرض گذاری

در تحقیق حاضر، از میگو *l. vanammei* به عنوان ماکرو بنتوز در بررسی میزان جذب فلزات سنگین نیکل و سرب در حضور نفت، پراکنده سازها و ترکیبی از نفت و پراکنده سازها استفاده شده است. آزمایش‌ها در سایت تکثیر میگوی پارس آبریزستان در ۳۵ کیلومتری جنوب بوشهر، انجام شد. ۸۰ عدد آکواریوم ۴۰ لیتری تهیه شد (شش تیمار در سه تکرار و پنج غلظت از هر تیمار). آکواریوم‌ها شستشو و خشک شده و سپس به گروه‌های ۱۵ عددی تقسیم شدند. ۳۰ لیتر آب دریا به هر آکواریوم اضافه گردید و پمپ‌های هوادهی نیز در هر ظرف گذاشته شد. تعدادی آکواریوم هم برای رخدادهای احتمالی لحاظ گردید. تعداد ۲۰۰۰ عدد میگو سالم با وزن یکسان تهیه شد و به هر آکواریوم ۲۰ عدد میگو (به ازای هر میگو ۱/۵ لیتر) ریخته شد (بردبار، ۱۳۸۶). در ابتدای آزمایش و قبل از اضافه شدن میگوها، پارامترهای DO، pH و درجه حرارت تعیین گردید. به منظور آدابناسیون با محیط آزمایشگاه و آکواریوم ۲۴ ساعت بعد از اضافه شدن میگو به آکواریوم‌ها، نفت و پراکنده سازها و ترکیب آن‌ها اضافه گردید. آزمایش در پنج تیمار نفت به تنهایی، پراکنده ساز Radiogreen OSD به تنهایی، پراکنده ساز نفت روب به تنهایی، ترکیب پراکنده ساز Radiogreen OSD با نفت و ترکیب پراکنده ساز نفت روب با نفت صورت گرفت (Delshad et al., 2014). (Bordbar et al., 2007) در تحقیق حاضر، پراکنده ساز نفت روب ایرانی برای اولین بار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

انتخاب غلظت‌های مورد آزمون

به منظور تعیین دامنه مناسب غلظت که در آزمون اصلی استفاده شده است، آزمون‌های اولیه در محدوده وسیعی از غلظت‌ها انجام گرفت. غلظت‌های مشخص در

بین محدوده انتخاب شده بر پایه میانگین هندسی یا لگاریتمی انتخاب شدند (Bordbar et al., 2007; Bordbar et al., 2008).

تیمار اول:

نفت در پنج غلظت ۲۶۸۸، ۱۳۴۴، ۶۷۲، ۳۳۶ و ۱۶۸ در سه تکرار آزمایش شد. بدین ترتیب اثر سمیت نفت به تنهایی بر روی میگوها بررسی گردید.

تیمار دوم:

پراکنده ساز Radiogreen OSD در پنج غلظت و سه تکرار به آب دریا اضافه گردید. غلظت‌ها شامل ppm ۱۶۸، ۸۴، ۴۲، ۲۱ و ۱۰/۵ بود.

تیمار سوم:

پراکنده ساز ایرانی نفت روب در پنج غلظت و سه تکرار به آب دریا اضافه شد. غلظت‌ها شامل ppm ۱۶۸، ۸۴، ۴۲، ۲۱ و ۱۰/۵ بود.

تیمار چهارم:

از آنجایی که پراکنده سازهای مورد آزمایش نسل سوم هستند، به نسبت ۱/۲۰ پراکنده ساز نفت به آکواریوم اضافه گردید. ترکیب پراکنده ساز ایرانی نفت روب و پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD با نفت شامل غلظت‌های ppm ۲۶۸۸-۱۳۴۴/۴، ۱۳۴۴-۶۷۲/۲، ۶۷۲/۲-۳۳۶/۶، ۳۳۶/۶-۱۶۸/۸، ۱۶۸/۸-۸/۴ بودند.

گروه پنجم:

یک آکواریوم به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد (Delshad et al., 2014).

سنجش پارامترهای محیطی

مقدار اکسیژن محلول DO، درجه حرارت و pH در هر دوره قبل و بعد از انجام آزمایش، توسط دستگاه پرتابل مولتی پارامتر WTW 330 oxi اندازه‌گیری شد.

آماده سازی نمونه بافت

برای تعیین وزن خشک نمونه‌های مورد آزمایش در ابتدا نمونه به دقت وزن شد و در فریز درایر قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت نمونه‌ها خارج شده و وزن شدند و برای ۲۴ ساعت دیگر مجدداً داخل فریز درایر قرار گرفتند، در انتها نمونه‌ها دوباره وزن گردیدند. (پس از محاسبه اختلاف وزن این دو، چنانچه اختلاف کمتر از ۰/۵ درصد باشد، وزن خشک و یا نسبت وزن خشک به وزن اولیه مشخص می‌گردد). نمونه‌های خشک، آسیاب گردید و از الک $250 \mu\text{m}$ به منظور هموژن یا یکنواخت شدن نمونه عبور داده شد. به $0/2$ گرم از نمونه خشک، ۵ میلی لیتر نیتریک اسید غلیظ اضافه شد و یک ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند و سپس روی صفحه داغ در دمای 90 درجه سانتی گراد به مدت ۳ ساعت قرار گرفتند. پس از سرد شدن لوله‌ها، نمونه‌ها به لوله‌های پلی پروپیلنی 50 میلی لیتری منتقل شده و سه بار با آب دیونیزه شستشو داده شدند و با آب دیونیزه به حجم 50 میلی لیتر رسانده و با دستگاه جذب اتمی شعله ای غلظت‌ها ارزیابی شد (MOOPAM, 2005). برای هر آنالیز حداقل دو نمونه شاهد با روش اشاره شده آماده گردید. با رسم منحنی کالیبراسیون نمونه‌های مورد آزمون به دستگاه تزریق و از طریق رابطه (۱) غلظت سنجی انجام شد.

غلظت فلز در وزن خشک نمونه جامد با رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$C = \frac{Gs \times V}{W} \quad (1) \text{ رابطه}$$

C = غلظت فلز در نمونه جامد ($\mu\text{g}/\text{kg}$ یا mg/kg)
 Gs = غلظت فلز در محلول فلزی حاصل از هضم
 (ppm یا ppb)

$$V = \text{حجم رقت } 50 \text{ میلی لیتر}$$

W = وزن خشک نمونه ($0/2 \text{ gr}$) (MOOPAM, 1999; Faslbahar et al., 2013; Sahebi et al., 2011)

تحلیل آماری

در این مطالعه تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از

روش‌های پارامتریک انجام شد. به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها، از روش Anderson-Darling در برنامه Minitab استفاده شد. برای مقایسه نتایج از روش one-way ANOVA و آزمون تکمیلی Duncana استفاده گردید. برای بررسی ارتباط غلظت فلزات سنگین از ضریب همبستگی Pearson (r) با توجه به نرمال بودن داده‌ها استفاده شده است. سطح اطمینان در تجزیه و تحلیل آماری ۹۵ درصد می‌باشد (خاتمی، ۱۳۸۲).

نتایج

غلظت‌های تعیین شده نفت و پراکنده سازها به تنهایی و بصورت ترکیبی (نفت با پراکنده سازها) به آکواریوم‌های حاوی میگو اضافه گردید، نتایج بررسی غلظت فلزات سنگین Ni و Pb ناشی از مجاورت با نفت، پراکنده سازها نفتی و مخلوط آنها در میگوها در جدول های (۱ و ۲) ارائه شده است.

میزان غلظت نیکل و سرب تجمع یافته در میگو

L. vanname در مجاورت نفت

در تیمار حاوی نفت، بیشترین و کمترین غلظت نیکل جذب شده توسط میگوها، در آکواریوم ۵ به ترتیب در غلظت 2688 ppm و 168 بود. جذب نیکل در میگوها، از غلظت 168 ppm تا 672 ، به صورت صعودی بوده است. این در حالی است که در مورد سرب بیشترین غلظت جذب شده در آکواریوم‌های ۳ تا ۵ (غلظت‌های 2688 ppm ، 1344 ، 672) و کمترین غلظت جذب شده در آکواریوم ۱ تا ۲ (غلظت 336 ، 168) بوده است. با توجه به مقایسه میانگین‌ها از طریق آنالیز واریانس یک طرفه، اختلاف معنی داری بین نیکل جذب شده توسط میگوها در آکواریوم شاهد (غلظت 107 ppm) با آکواریوم ۱ تا ۵ (غلظت‌های 2688 ppm ، 1344 ، 672 ، 336 ، 168) نفت بدست آمد ($P < 0/05$). بین آکواریوم‌های ۱، ۴ و ۵ (غلظت‌های 2688 ppm ، 1344 ، 168) با یگدیگر و با آکواریوم‌های ۲ و ۳ (غلظت‌های 672 ، 336) اختلاف معنی داری مشاهده گردید، بین آکواریوم‌های ۲ با ۳ (غلظت‌های 672 ppm ،

با توجه به مقایسه میانگین‌ها از طریق آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری بین نیکل جذب شده توسط میگوها در آکواریوم شاهد (۱/۰۷ ppm) با آکواریوم شماره ۱ تا ۵ (۱۶۸، ۸۴، ۴۲، ۲۱، ۱۰/۵) پراکنده ساز ایرانی نفت روب مشاهده گردید ($P < 0/05$). بین آکواریوم شماره ۱ (۱۰/۵ ppm) با آکواریوم‌های شماره ۲ تا ۵ (۱۶۸، ۸۴، ۴۲، ۲۱) و همچنین بین آکواریوم‌های شماره ۲ و ۳ (۴۲، ۲۱ ppm) با آکواریوم‌های شماره ۴ و ۵ (۱۶۸، ۸۴) وجود داشته است ($P < 0/05$) بین آکواریوم‌های شماره ۲ با ۳ (۴۲ ppm) و ۴ با ۵ (۱۶۸، ۸۴) اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($P \geq 0/05$).

بیشترین غلظت سرب جذب شده توسط میگوها در آکواریوم شماره ۱ با غلظت ۱۰/۵ ppm پراکنده ساز ایرانی نفت روب و کمترین غلظت جذب شده سرب توسط میگوها در غلظت ۱۶۸ ppm پراکنده ساز ایرانی نفت روب بوده است. از غلظت ۱۰/۵ تا ۱۶۸ ppm پراکنده ساز ایرانی نفت روب، جذب سرب در میگوها بصورت نزولی بوده است، بجز در غلظت ۳ (۴۲ ppm).

۳۳۶) اختلاف معنی داری وجود نداشت ($P \geq 0/05$). همچنین اختلاف معنی داری بین سرب جذب شده توسط میگوها در آکواریوم شاهد (غلظت ppm ۰/۹۴) با آکواریوم ۱ تا ۵ (غلظت‌های ppm ۲۶۸۸، ۱۳۴۴، ۶۷۲، ۳۳۶، ۱۶۸) نفت مشاهده گردید ($P < 0/05$). بین آکواریوم‌های ۳، ۴ و ۵ (غلظت‌های ppm ۲۶۸۸، ۱۳۴۴، ۶۷۲) با یگدیگر و با آکواریوم‌های ۱ و ۲ (غلظت‌های ppm ۳۳۶، ۱۶۸) اختلاف معنی داری در غلظت سرب دیده شد، اما بین میزان سرب آکواریوم‌های ۱ با ۲ (۳۳۶، ۱۶۸ ppm) اختلاف معنی داری وجود نداشت ($P \geq 0/05$).

میزان غلظت نیکل و سرب در میگو *L. vanname*

در مجاورت پراکنده ساز ایرانی نفت روب

پراکنده ساز ایرانی نفت روب در پنج غلظت ppm ۱۶۸، ۸۴، ۴۲، ۲۱، ۱۰/۵ به آکواریوم‌های ۱ تا ۵ اضافه گردید. بیشترین غلظت نیکل جذب شده توسط میگوها در آکواریوم ۱ با غلظت ppm ۱۰/۵ و کمترین آن در آکواریوم شماره ۵ با غلظت ppm ۱۶۸ پراکنده ساز ایرانی نفت روب بدست آمد.

از غلظت ۱۰/۵ تا ppm ۱۶۸ پراکنده ساز ایرانی نفت روب، جذب نیکل در میگوها تقریباً بصورت نزولی بوده است.

جدول ۱- میزان غلظت نیکل در میگو در مجاورت نفت، پراکنده ساز ایرانی نفت روب، پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD، ترکیب نفت با پراکنده سازها

ppm غلظت در مجاورت		میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
شاهد		۱/۰۷	۰/۰۱۸۲۶	۱/۰۵	۱/۹۰
پراکنده ساز ایرانی نفت روب	۱۰/۵	۳/۸۶۲۵	۰/۰۱۲۵۸	۳/۸۵	۳/۸۸
	۲۱	۲/۵۵۰۰	۳/۸۶۲۵	۲/۵۳	۲/۵۷
	۴۲	۲/۵۶۲۵	۰/۰۲۵۰۰	۲/۵۳	۲/۵۹
	۸۴	۱/۵۳۵۰	۰/۰۲۶۴۶	۱/۵۰	۱/۵۶
	۱۶۸	۱/۵۱۰۰	۰/۰۱۸۲۶	۱/۴۹	۱/۵۳
پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD	۱۰/۵	۴/۴۴۰۰	۰/۰۳۳۶۷	۴/۴۰	۴/۴۸
	۲۱	۳/۷۴۵۰	۰/۰۳۶۹۷	۳/۷۰	۳/۷۹
	۴۲	۲/۱۶۷۵	۰/۰۲۲۱۷	۲/۱۴	۲/۱۹
	۸۴	۲/۱۲۵۰	۲/۰۲۳۸۰	۲/۱۰	۲/۱۵
	۱۶۸	۱/۰۵۷۵	۰/۰۲۲۱۷	۱/۸۱	۱/۰۹
نفت	۱۶۸	۱/۸۳۲۵	۰/۰۱۷۰۸	۱/۸۱	۱/۸۵
	۳۳۶	۲/۵۷۷۵	۰/۰۱۷۰۸	۲/۵۳	۲/۵۷
	۶۷۲	۲/۵۴۲۵	۰/۰۲۷۵۴	۲/۵۴	۲/۵۷
	۱۳۴۴	۲/۱۳۲۵	۰/۰۳۳۰۴	۲/۰۹	۲/۱۷
	۲۶۸۸	۸/۳۳۰۰	۰/۰۴۰۸۲	۸/۳۰	۸/۳۹
ترکیب نفت با پراکنده ساز ایرانی نفت روب	۸/۴-۱۶۸	۴/۵۹۷۵	۰/۰۸۶۵۵	۴/۵۰	۴/۶۸
	۱۶/۸-۳۳۶	۳/۳۵۷۵	۰/۰۰۹۵۷	۳/۳۵	۳/۳۷
	۳۳/۶-۶۷۲	۴/۶۹۰۰	۰/۰۱۴۲۱۳	۴/۵۹	۴/۹۰
	۶۷/۲-۱۳۴۴	۴/۵۸۰۰	۰/۰۲۵۸۲	۴/۵۵	۴/۶۱
	۱۳۴/۴-۲۶۸۸	۴/۱۹۵۰	۰/۰۹۳۹۹	۵/۰۸	۵/۳۱
ترکیب نفت با پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD	۸/۴-۱۶۸	۱/۰۳۰۰	۰/۰۷۱۱۸	۰/۹۷	۱/۱۳
	۱۶/۸-۳۳۶	۱/۳۲۲۵	۰/۰۷۹۳۲	۱/۲۴	۱/۴۳
	۳۳/۶-۶۷۲	۱/۳۹۷۵	۰/۰۱۱۲۰۶	۱/۳۱	۱/۵۶
	۶۷/۲-۱۳۴۴	۱/۶۷۰۰	۰/۲۰۵۱۰	۱/۵۱	۱/۹۷
	۱۳۴/۴-۲۶۸۸	۲/۳۰۲۵	۰/۰۱۷۳۲۸	۲/۰۶	۲/۴۵

با ۵ (غلظت‌های ppm ۱۶۸، ۸۴) اختلاف معنی داری در غلظت سرب مشاهده نگردید ($P \geq 0.05$).

میزان غلظت نیکل و سرب در میگو *Litopenaeus vannamei* در مجاورت ترکیب نفت با پراکنده ساز ایرانی نفت روب

ترکیب نفت با پراکنده ساز ایرانی نفت روب در ۵ غلظت ppm ۱۶۸-۲۶۸۸، ۱۳۴/۴-۱۳۴۴، ۶۷، ۶۷۲/۲-۳۳/۶، ۳۳۶-۱۶/۸ و ۸/۴-۱۶۸ به آکواریوم‌های شماره ۱ تا ۵ اضافه شد. بیشترین غلظت نیکل جذب شده توسط میگوها در آکواریوم ۵ (غلظت ppm ۲۶۸۸-۱۳۴/۴) و کمترین غلظت جذب شده آکواریوم ۲ (غلظت ppm ۳۳۶-۱۶/۸) نفت با پراکنده ساز ایرانی نفت روب بوده است. در خصوص جذب سرب در آکواریوم ۴ و ۵ ترکیب نفت با پراکنده ساز ایرانی نفت روب (غلظت‌های ppm ۲۶۸۸-۱۳۴/۴ و ۱۳۴۴-۶۷/۲) بیشترین مقدار و در آکواریوم شماره ۱ (غلظت ppm ۱۶۸-۸/۴) کمترین مقدار جذب بدست آمد.

بررسی آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری بین نیکل جذب شده توسط میگوها در آکواریوم شاهد با آکواریوم شماره ۱ تا ۵ مشاهده گردید ($P < 0.05$). مقایسه میزان فلز نیکل جذب شده توسط میگوها بین آکواریوم‌های شماره ۲ و ۵ (غلظت‌های ppm ۲۶۸۸-۱۳۴/۴ و ۳۳۶-۱۶/۸) با یگدیگر و با آکواریوم‌های شماره ۱، ۳ و ۴ (غلظت‌های ppm ۱۳۴۴-۶۷، ۶۷۲/۲-۳۳/۶ و ۱۶۸-۸/۴) اختلاف معنی داری وجود داشت. در خصوص جذب سرب اختلاف معنی داری بین آکواریوم شاهد (غلظت ppm ۰/۹۴) با آکواریوم شماره ۱ تا ۳ (غلظت ppm ۴۲، ۲۱ و ۰/۹۴) وجود داشت ولی با آکواریوم‌های ۴ و ۵ (غلظت‌های ppm ۱۶۸ و ۸۴) اختلاف معنی داری مشاهده نشد. بین آکواریوم‌های ۱ تا ۳ (غلظت‌های ppm ۴۲، ۲۱ و ۰/۹۴) با خود و با آکواریوم ۴ و ۵ (غلظت‌های ppm ۱۶۸، ۸۴) اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P < 0.05$). همچنین بین آکواریوم‌های ۴

میزان غلظت نیکل و سرب در میگو *L. vannamei* در مجاورت پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD در پنج غلظت ppm ۱۶۸، ۸۴، ۴۲، ۲۱ و ۰/۵ به آکواریوم‌های شماره ۱ تا ۵ اضافه گردید.

بیشترین غلظت نیکل جذب شده توسط میگوها در آکواریوم شماره ۱ با غلظت ppm ۱۰/۵ پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD و کمترین غلظت جذب شده نیکل توسط میگوها در غلظت آکواریوم شماره ۵ غلظت ppm ۱۶۸ بود. از غلظت ۱۰/۵ تا ppm ۱۶۸ پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD، جذب نیکل در میگوها بصورت نزولی بوده است. بیشترین غلظت فلز سرب جذب شده در غلظت ۱ و ۲ (ppm ۱۰/۵ و ۲۱) و کمترین غلظت در غلظت ۳ تا ۵ (ppm ۴۲ تا ۱۶۸) بدست آمد.

با توجه به مقایسه میانگین‌ها از طریق آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری بین نیکل جذب شده توسط میگوها در آکواریوم شاهد (ppm ۱/۰۷) با آکواریوم شماره ۱ تا ۴ (ppm ۸۴، ۴۲، ۲۱ و ۱۰/۵) پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD مشاهده گردید. بین آکواریوم‌های شماره ۱، ۲ و ۵ (ppm ۱۶۸، ۲۱ و ۱۰/۵) با یگدیگر و با آکواریوم‌های ۳ و ۴ (ppm ۸۴ و ۴۲) اختلاف معنی داری وجود داشت. در خصوص فلز سرب اختلاف معنی داری بین آکواریوم شاهد (غلظت ppm ۰/۹۴) با آکواریوم شماره ۱ تا ۳ (غلظت ppm ۴۲، ۲۱ و ۰/۹۴) وجود داشت ولی با آکواریوم‌های ۴ و ۵ (غلظت‌های ppm ۱۶۸ و ۸۴) اختلاف معنی داری مشاهده نشد. بین آکواریوم‌های ۱ تا ۳ (غلظت‌های ppm ۴۲، ۲۱ و ۰/۹۴) با خود و با آکواریوم ۴ و ۵ (غلظت‌های ppm ۱۶۸، ۸۴) اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P < 0.05$). همچنین بین آکواریوم‌های ۴

جدول ۲- میزان غلظت سرب در میگو در مجاورت نفت، پراکنده ساز ایرانی نفت روب، پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD، ترکیب نفت با پراکنده سازها

غلظت در مجاورت		میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
شاهد		۰/۹۴۰۰	۰/۰۲۱۶۰	۰/۹۱	۰/۹۶
پراکنده ساز ایرانی نفت روب	۱۰/۵	۱/۲۹۷۵	۰/۰۱۷۰۸	۱/۲۸	۱/۳۲
	۲۱	۱/۱۰۵۰	۰/۰۱۷۰۳۲	۱/۰۹	۱/۱۳
	۴۲	۱/۲۱۰۰	۰/۰۱۸۲۶	۱/۱۹	۱/۲۳
	۸۴	۰/۹۵۵۰	۰/۰۳۱۰۹	۰/۹۱	۰/۹۸
	۱۶۸	۰/۹۴۷۵	۰/۰۰۹۵۷	۰/۹۴	۰/۹۶
پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD	۱۰/۵	۱/۰۰۲۵	۰/۰۲۷۵۴	۰/۹۷	۱/۰۳
	۲۱	۱/۰۰۷۵	۰/۰۶۰۷۶	۰/۹۴	۱/۰۸
	۴۲	۰/۹۸۵۰	۰/۰۱۰۰۰	۰/۹۷	۰/۹۹
	۸۴	۰/۹۴۷۵	۰/۰۰۹۵۷	۰/۹۴	۰/۹۶
	۱۶۸	۰/۹۵۰۰	۰/۰۱۶۳۳	۰/۹۳	۰/۹۷
نفت	۱۶۸	۱/۴۰۰۰	۰/۰۲۱۶۰	۱/۳۸	۱/۴۳
	۳۳۶	۱/۴۰۵۰	۰/۰۲۰۸۲	۱/۳۸	۱/۴۳
	۶۷۲	۱/۷۰۵۰	۰/۰۲۶۴۶	۱/۶۷	۱/۷۳
	۱۳۴۴	۱/۷۰۵۰	۰/۰۲۶۴۶	۱/۶۷	۱/۷۳
	۲۶۸۸	۱/۵۹۰۰	۰/۰۱۸۲۶	۱/۵۷	۱/۶۱
ترکیب نفت با پراکنده ساز ایرانی نفت روب	۸/۴-۱۶۸	۱/۴۰۷۵	۰/۰۱۷۷۰۸	۱/۳۹	۱/۴۳
	۱۶/۸-۳۳۶	۱/۸۹۷۵	۰/۰۰۵۰۰	۱/۸۹	۱/۹۰
	۳۳/۶-۶۷۲	۱/۸۴۵۰	۰/۰۱۲۹۱	۱/۸۳	۱/۸۶
	۶۷/۲-۱۳۴۴	۲/۰۲۷۵	۰/۰۱۲۵۸	۲/۰۱	۲/۰۴
	۱۳۴/۴-۲۶۸۸	۱/۹۶۲۵	۰/۰۱۷۰۸	۱/۹۴	۱/۹۸
ترکیب نفت با پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD	۸/۴-۱۶۸	۱/۸۰۵۰	۰/۰۱۹۱۵	۱/۷۸	۱/۸۲
	۱۶/۸-۳۳۶	۲/۵۲۵۰	۰/۰۱۷۳۲	۲/۵۰	۲/۵۴
	۳۳/۶-۶۷۲	۲/۵۱۵۰	۰/۰۱۲۹۱	۲/۵۰	۲/۵۳
	۶۷/۲-۱۳۴۴	۲/۶۴۵۰	۰/۰۱۲۹۱	۲/۶۳	۲/۶۶
	۱۳۴/۴-۲۶۸۸	۲/۷۲۵۰	۰/۰۲۶۴۶	۲/۶۹	۲/۷۵

میگوی *Litopenaeus vannamei* در معرض گذاری با ترکیب نفت با پراکنده ساز ایرانی نفت روب برابر $4/484 \text{ ppm}$ (نفت برابر $3/477 \text{ ppm}$ ، پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD برابر $2/707 \text{ ppm}$ ، پراکنده ساز ایرانی نفت روب برابر $2/404 \text{ ppm}$ و ترکیب نفت با پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD برابر $1/5445 \text{ ppm}$ در نمونه شاهد برابر $1/07 \text{ ppm}$) بدست آمد. با توجه به نتایج فوق، ماکزیمم میانگین فلز نیکل در میگو در مجاورت با نفت و پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها خیلی بیشتر از نمونه شاهد بود که نشان دهنده افزایش تجمع فلز در اثر آلودگی نفتی و کاربرد این پراکنده سازها می‌باشد.

بیشترین میانگین غلظت نیکل جذب شده توسط میگوها در مجاورت آکواریوم شماره ۱ با غلظت $10/5 \text{ ppm}$ و کمترین آن در غلظت‌های بیشتر پراکنده سازها بدست آمد، یعنی هرچه غلظت پراکنده سازها به تنهایی افزایش یافته است، میزان جذب نیکل در میگو کمتر شده است، علت آن بنظر می‌رسد به دلیل سمیت پراکنده سازها باشد. مرگ و میر میگوها بعلت سمیت حلال‌های موجود در پراکنده سازها در مقایسه با حجم کم آب صورت گرفته است (عریان و همکاران، ۱۳۸۹؛ مکی، ۱۳۹۱) و به این ترتیب، فرصتی برای آنزیم‌های موجود در میگو برای تجزیه ترکیبات نفتی موجود در پراکنده سازها، باقی نگذاشته است. بیشترین میانگین غلظت نیکل جذب شده توسط میگوها در مجاورت نفت و ترکیب نفت با پراکنده سازها در غلظت‌های بیشتر و کمترین آن در غلظت‌های کمتر بدست آمد.

Douglas و Gulec در سال ۲۰۰۰، نشان دادند که میزان سمیت نفت و پراکنده ساز، سمی‌تر از نفت خام بوده است. جذب TPH در میگو با افزایش غلظت‌ها افزایش یافته و استفاده از پراکنده سازها باعث می‌شد نفت بیشتری در دسترس میگو قرار گیرد، با افزایش جذب TPH توسط میگوها میزان فلزات سنگین موجود در ترکیب نفت نیز افزایش می‌یابد.

با توجه به مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری بین میزان نیکل

L. میزان غلظت نیکل و سرب در میگو *svanname* در مجاورت ترکیب نفت با پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD

نفت با پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD در غلظت $1344/4-2688$ ppm، $33/6-67$ ، $672/2-1344$ ، $168-8/4$ به آکواریوم‌های شماره ۱ تا ۵ اضافه گردید. بیشترین غلظت نیکل جذب شده در میگوها در آکواریوم شماره ۵ (غلظت $1344/4-2688$ ppm) و کمترین غلظت در آکواریوم شماره ۱ (غلظت $168-8/4$ ppm) مشاهده شد. بیشترین غلظت سرب جذب شده در آکواریوم شماره ۵ و کمترین مقدار در آکواریوم شماره ۱ بود. ترتیب تغییرات جذب سرب و نیکل توسط میگو از غلظت ۱ تا ۵ تقریباً بصورت صعودی بوده است.

در مقایسه میانگین‌ها با آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری بین نیکل جذب شده توسط میگوها در آکواریوم شاهد با آکواریوم ۲ تا ۵ مشاهده شد ($P < 0/05$) ولی با آکواریوم شماره ۱ اختلافی مشاهده نگردید. بین آکواریوم‌های شماره ۱ و ۵ با یگدیگر و با آکواریوم‌های شماره ۲، ۳ و ۴ اختلاف معنی داری وجود داشت، بین آکواریوم‌های شماره ۲ و ۳ با ۴ اختلاف معنی داری مشاهده نگردید و بین ۲ و ۳ اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در خصوص جذب سرب توسط میگوها در آکواریوم شاهد (غلظت $0/94$ ppm) با آکواریوم ۱ تا ۵ مشاهده گردید. بین آکواریوم‌های ۱، ۴ و ۵ با یگدیگر و با آکواریوم‌های شماره ۲، ۳ اختلاف معنی داری وجود داشت، بین آکواریوم‌های ۲ با ۳ اختلاف معنی داری بدست نیامد ($P \geq 0/05$).

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق از میگو به عنوان ماکرو بنتوز در بررسی اثر پراکنده سازهای ایرانی نفت روب و خارجی Radiogreen OSD بر میزان فلزات سنگین نیکل و سرب در حضور نفت استفاده شد.

همان طور که در جدول (۱) مشاهده می‌گردد، ماکزیمم میانگین غلظت فلزات سنگین نیکل جذب شده در

طور معنی داری بیشتر از گروه شاهد بدون نفت خام بود. تانیتا در سال ۱۳۸۵ در بافت عضله ماهی صافی موجدار (*Siganus javus*) و عضله ماهی یلی نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده و تجمع سرب را بیشتر از نیکل، وانادیوم و کادمیوم ارزیابی نمودند.

تانیتا در سال ۱۳۸۵، تأثیر بخش محلول در آب نفت خام را بر تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی صافی موجدار (*Siganus javus*) مورد بررسی قرار داد و نشان داد که ماهیان در معرض ۱۲ ppm نفت خام قرار گرفته در مقایسه با گروه شاهد به صورت معنا داری دارای غلظت بیشتری از فلزهای سنگین بودند و فلز سرب بیشتر از نیکل تجمع یافته بود. نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج تانیتا در سال ۱۳۸۵ مطابقت دارد.

با توجه به نتایج ارائه شده، ماکزیمم میانگین فلز نیکل در میگو در مجاورت با نفت و پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها خیلی بیشتر از نمونه شاهد می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش آلودگی فلزات سنگین در محیط زیست دریایی در اثر آلودگی نفتی و کاربرد این پراکنده سازها می‌باشد. با توجه به مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری بین میزان وانادیوم جذب شده توسط میگو در مجاورت نفت، پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها با میزان نیکل جذب شده در نمونه شاهد بدست آمد ($P < 0.05$).

Perkins و همکاران در سال ۲۰۰۵، سمیت نفت و پراکنده ساز Corexit 9500 را در موجود سردآبی خرچنگ تانر *Chionocetus bairdi* و دو گونه گرم آبی شامل مایسید *Mysidopsis bahia* و ماهی *Menidia beryllia* مورد بررسی قرار دادند. در پژوهش اشاره شده با افزایش غلظت پراکنده ساز، غلظت TPH نیز افزایش یافته بود که حاکی از جذب نفت بوده و در اغلب مواقع با افزایش سطح جذب فلزات سنگین هم همراه بوده است. البته این افزایش هم در موجودات پرورشی سردآبی و هم گرم آبی، تقریباً برابر بوده است. این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت نشان می‌دهد.

جذب شده توسط میگوها در مجاورت نفت، پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها با میزان نیکل جذب شده در نمونه شاهد بدست آمد ($P < 0.05$). عریان و همکاران در سال ۱۳۸۹، تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی حلوا سفید ناشی از بخش محلول نفت خام در آب را با غلظت ۱۲ ppm مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش اشاره شده نشان داد که میانگین میزان تجمع فلزات سنگین در عضله ماهیان گروه شاهد به طور معنی داری کمتر از ماهیان در معرض نفت خام بوده است.

همان طور که در جدول شماره (۲) مشاهده می‌شود، بیشترین میانگین غلظت فلزات سنگین سرب در میگوی *L. vannamei* در معرض ترکیب نفت با پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD برابر ۲/۴۴۳ ppm، ترکیب نفت با پراکنده ساز ایرانی نفت روب برابر ۱/۸۲۸ ppm، نفت برابر ۱/۵۶۱ ppm، پراکنده ساز ایرانی نفت روب برابر ۱/۱۰۳ و پراکنده ساز خارجی Radiogreen OSD برابر ۰/۹۷۸۵ ppm و نمونه شاهد ۰/۹۴ ppm می‌باشد. با افزایش نفت و ترکیب پراکنده سازها با نفت میزان فلزات سنگین در میگوها افزایش داشت. با افزایش غلظت ترکیبی نفت با پراکنده سازها، نفت بیشتری در دسترس میگو قرار می‌گیرد (Gulec & Douglas, 2000). پراکنده سازها باعث می‌شوند لکه‌های نفتی به اجزای ریزتر تجزیه شده و در ستون آب پخش شوند و راحت‌تر توسط میکروارگانیسم‌ها و موجودات دیگر جذب گردند. با توجه به مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی‌داری بین میزان سرب جذب شده توسط میگوها در مجاورت نفت، پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها با میزان نیکل جذب شده در گروه شاهد مشاهده شده است ($P < 0.05$).

مطابق نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر، قریب خانی و عریان، در سال ۱۳۸۹ نشان دادند که در عضله ماهیان کفال صید شده از خلیج فارس که به مدت ۸ روز در مجاورت نفت خام با غلظت ۱۲ ppm قرار گرفته بودند، تجمع فلزهای سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب به

دهد.

به طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تجمع نیکل در میگوهای در مجاورت نفت و پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها بیشتر از فلز سنگین سرب صورت گرفته است. با افزایش غلظت نفت، پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها، غلظت فلزات سنگین در میگوها در نفت و

منابع

ترکیب نفت با پراکنده سازها افزایش ولی در پراکنده سازها به تنهایی کاهش داشته است. میزان تجمع فلزات سنگین در میگوهای گروه شاهد به طور معنی داری کمتر از میزان غلظت این فلزات در میگوهای در معرض قرار گرفته نفت، پراکنده سازها و ترکیب نفت با پراکنده سازها بوده است.

فارس، شرکت نفت فلات قاره ایران. تهران.

قریب خانی، م. و عریان، ش. ۱۳۸۹. بررسی اثرات آلودگی آب با بخش محلول در آب نفت خام بر تجمع فلزات سنگین در بافت عضله بچه کفال ماهیان خلیج فارس. سیزدهمین همایش ملی بهداشت محیط، کرمان.

مکبری، ز. ۱۳۹۱. ارزیابی مقایسه‌ای TPH در میگو *Litopenaeus vannamei* در مجاورت نفت و پراکنده سازهای نفتی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

نیکبخت، س. ۱۳۸۴. اثرات سمیت پراکنده ساز بر موجودات میکرو و ماکرو ارگانیسم. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

هوشمند، ا. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر پراکنده ساز بر روی واکنش متقابل بر روی دو محور HPI و HPG در ماهی کپور. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

Bordbar, L., Oryan, S., Emtjazjoo, M. & Farkhni, D. 2007. The effect and the toxicity oil dispersant (Pars 1) on Rainbow trout. *Journal of Environmental Problems in Coastal Region VI*, 88 : 79 -88.

Bordbar, L., Emtjazjoo, M. & Farkhani, D. 2008. Comparison and influence of two newly produced Iranian oil dispersants (Pars1 & Pars2) with the Gamlen OD4000 on rainbow trout. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 43: 1598-1601.

Delshad, N., Emtjazjoo, M. & Khezri, M.

بردبار، ل. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر پراکنده ساز بر روی واکنش متقابل بر روی دو محور HPI و HPG در ماهی قزل آلا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

پایدار، م.، شریف فاضلی، م. و ریاحی بختیاری، ع. ۱۳۸۲. سنجش میزان عناصر سنگین در شاه میگوی آب شیرین تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، ۱۲(۲): ۱-۱۵.

تاتینا، م. ۱۳۸۵. بررسی اثرات آلودگی نفت خام در ارتباط با تجمع فلزات سنگین نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم در بافت عضله ماهی صافی موجدار (*Siganus javus*) در خلیج فارس. دومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران.

خاتمی، س. ۱۳۸۲. آزمون‌های آماری در علوم زیست محیطی. سازمان حفاظت محیط زیست. ایران.

شهریاری، ع. ۱۳۸۴. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۷(۲): ۶۷-۶۵.

عریان، ش.، تاتینا، م. و قریب خانی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوزه شمالی خلیج فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم) در بافت عضله ماهی حلوا سفید. *Pampus rgenteus* فصلنامه اقیانوس‌شناسی، ۴(۱): ۶۸-۶۱.

فرخانی، د. ۱۳۸۳. ارزیابی بیولوژیکی پراکنده ساز با نقش پراکنده ساز لکه‌های نفتی سواحل خلیج

- shrimp *Macrobrachium vollehovonii* Herklots, 1851 in Ovia River, Nigeria. *Bioscience Research Communications*, 22: 247-254
- Perkins, R.A., Rhoton, S. & Behr-Andres, C. 2005. Comparative marine toxicity testing: A cold-water species and standard warm-water test species exposed to crude oil and dispersant. *Cold Regions Science and Technology*, 42: 226-236.
- Sahebi, Z., Mohamad Shafiee, M. R. & Emtyazjoo, M. 2011. Permissible consumption limits of mercury, cadmium and lead existed in *Otolithes ruber*. *Advances in Environmental Biology*, 5(5): 920-928.
- Yahyavi, M., Afkhami, M. & khoshnood, R. 2012. Determination of heavy metals (Cd, Pb, Hg and Fe) in two commercial shrimps in northern of Hormoz Strait. *Annals of Biological Research*, 3 (3):1593-1599.
- Zolfaghari- Baghbaderani, A., Emtyazjoo, M., Poursafa, P., Mehrabian, S., Bijani, S., Farkhani, D. & Mirmoghtadaee, P. 2012. Effects of three types of oil dispersants on biodegradation of dispersed crude oil in water surrounding two Persian Gulf provinces. *Journal of Environmental and Public Health Volume*, Article ID 981365, 8
2014. Toxicity effect of oil spill dispersants on *Litopenaeus Vannamei*. *International Journal of Environmental Research*, 8(4):1027-1030.
- Gulec, A. & Douglas, A. 2000. Toxicity of crude oil and dispersant crude oil to ghost shrimp *palaemon serenus* and larvae of Australian bass *Macquaria novemocleata*. *Environmental Toxicology*, 15(2): 91-98.
- Faslebahar, F., Emtyazjoo, M. & Monavari, M. 2013. The spatial activity of catalase enzyme in *Balanus* as a heavy metals biomarker. *Advances in environmental biology*, 7 (1): 201-206.
- Kennish, M. J. 1997. Practical hand book of estuarine and marine pollution. CRC Press Inc. USA.
- Leigh, S. 2009. Oil spill dispersants guidelines for use in Newzealand; manual on the applicability of oil spill dispersants. Version 2. European Maritime Safety Agency (EMSA). New Zealand.
- MOOPAM. 2005. Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analysis Method. Regional organization for the protection of the protection of the marine environment, Kuwait.
- Omoigberale, O. M. & Ikponmvosa-Eweka, O. I. 2010. Evaluation of heavy metals of the palaemonid

