بررسی کیفی هیدروکربنهای نفتی در آب، رسوب و صدف در شمال شرقی خلیج فارس

دکتر غلامرضا امینی رنجبر
مهندس شهلا جمیلی
مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران

چکیده

این بررسی از دی ماه سال ۱۳۷۳ به مدت یکسال در شمال شرقی خلیج فارس در مناطق نخیلو، لاوان و هندورابی به اجرا درآمد و هدف، بررسی کیفی هیدروکربنهای نفتی در مناطق مذکور بود. این مناطق از زیستگاههای اصلی صدف مرواریدساز محار ***Pinctada fucata*** است.

بررسیها و نمونه‌برداریهای اولیه نشان داد که ذخایر صدف مرواریدساز محار در مناطق لاوان و هندورابی رو به کاهش است. لذا به منظور مقایسه، منطقه نخیلو بعنوان ایستگاه شاهد و مناطق لاوان و هندورابی بعنوان ایستگاههای تجربی انتخاب شدند. بررسی کیفی هیدروکربنها در آب (سطح و عمق)، رسوب و صدفهای مرواریدساز محار طی چهار فصل تعیین گردید. نتایج بدست آمده از این تحقیق حاکی از این است که در منطقه شمالی جزیره لاوان بدلیل کم بودن جریانات آبی، هیدروکربنها تجمع بیشتری نسبت به شمال شرقی لاوان، منطقه هندورابی و منطقه نخیلو یافته‌اند و در منطقه نخیلو که میزان هیدروکربنها نسبت به ایستگاههای مورد بررسی کمتر است اندازه صدفهای مرواریدساز بزرگتر است.

مقدمه

گسترش روز افزون جوامع بشری و پیشرفت در زمینه‌های صنعتی هر چند که امتیازهای ویژه‌ای به همراه داشته است و لیکن مشکلات بسیاری را نیز برای اجتماعات به ارمغان آورده است. امروزه ثابت شده که آلودگی شدید دریا اثرات تخریبی در محیط زیست داشته و باعث به مخاطره افتادن حیات آبزیان می‌گردد.

یکی از منابع اقتصادی مهم در خلیج فارس صدفهای مرواریدساز می‌باشند که طبق بررسیهای سالهای دهه ۱۹۳۰ حدود ۸۰ درصد تولید جهانی مروارید طبیعی دنیا از طریق صید سنتی صدف مرواریدساز در خلیج فارس بدست می‌آمده است. هر چند توسعه صنعت مروارید پرورشی از دهه ۱۹۳۰ و از سویی کشف و استخراج ذخایر عظیم نفتی در دهه چهل، صنعت صید و استحصال مروارید طبیعی را رو به انحطاط برد. اما نیاز اقتصادی عده‌ای از صیادان مروارید و از طرفی انقراض این موجود با اهمیت، انگیزه‌ای قوی جهت بررسی کیفی هیدروکربنهای نفتی در زیستگاههای اصلی این صدف ایجاب کرد. زیرا بسیاری از انواع ترکیبات آلاینده پس از ورود به یک منبع آبی بتدریج در رسوبات و بخصوص نرمتنان تجمع می‌یابند (ROPME ۱۹۹۱). دوکفه‌ایها معمولاً بدلیل تحرک کم و عدم وجود آنزیمهایی برای تجزیه کردن هیدروکربنها و فیلتر نمودن آب، جهت تنفس و تغذیه جزء مهمترین شاخصهای تعیین کننده هیدروکربنهای نفتی هر منطقه می‌باشند (Gosling ۱۹۹۲). مطالعات گذشته در خصوص آلودگی نفتی در محیط زیست دریایی و اثر بارز و آشکار بر روی مرگ و میر آبزیان و جمعیت آنها توسط محققان مختلف در زمان جنگ عراق و کویت در نواحی جنوب، جنوب غربی، مغرب و شمال غربی انجام شده است (۱۹۹۲ Readman). ولی تاکنون هیچگونه تحقیقی در مورد تأثیر هیدروکربنهای نفتی محیط بر زیست صدفهای مرواریدساز در این منطقه انجام نگرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق بعنوان مبنایی جهت انجام مطالعاتی جامعتر و گسترده‌تر قابل استفاده خواهد بود.

مواد و روشها

برای انجام این بررسی چهار ایستگاه انتخاب گردید که از ایستگاه اول (نخیلو ۵۳ ´ ، ۳۶° عرض شمالی و ۳۹ ´ ، ۵۳° طول شرقی) بعنوان ایستگاه شاهد استفاده شد. از دی ماه ۱۳۷۳ تا دی ماه ۱۳۷۴، تعداد ۱۲۰ نمونه رسوب، ۲۰۰۰ نمونه صدف و ۲۴۰ نمونه از آبهای سطحی و عمقی جهت بررسی کیفی هیدروکربنهای نفتی برداشته شد. روش صحیح تهیه نمونه‌های آب، رسوب و صدف

کلیه آزمایشات براساس روشهای ۱۹۹۱ , ROPME و ۱۹۹۲ , UNEP و با استفاده از مواد شیمیایی (ساخت کارخانه Merk) شامل : تتراکلریدکربن، سولفات سدیم بدون آب و اسید نیتریک بودند.

استخراج ترکیبات نفتی در آب بدین ترتیب بود که : مقدار ۳۰ میلیگرم تتراکلریدکربن را به ۵۰۰ میلیگرم آب درون قیف جدا کننده طی ۳ مرحله اضافه و بعد از مخلوط شدن کامل دو ترکیب، تتراکلریدکربن محتوی ترکیبات نفتی را جدا نموده و مقدار آن با دستگاههای UV (طیف سنجی ماوراءبنفش) و GC (گاز کروماتوگرافی) مشخص گردید. استخراج ترکیبات نفتی از رسوب و صدف مشابه بود به این منظور ۹۰ تا ۱۰۰ گرم رسوب و صدف وزن شده و در سوکسله به مدت ۳/۵ ساعت با ۱۰۰ میلیگرم تتراکلریدکربن حرارت دید و چرخش آن هر ۷ دقیقه یکبار انجام گرفت. در نهایت تتراکلریدکربن حاوی مواد استخراج شده توسط دستگاههای GC و UV بطور کیفی بررسی شد.

کار با دستگاه گاز کروماتوگرافی براساس شرایط توصیه شده در دستور کار مربوطه (جدول شماره ۱) انجام شد و برای تایید نتایج مذکور، جذب کلیه نمونه‌ها مجدداً با دستگاه طیف سنجی ماوراءبنفش در طول موجهای ۱۹۰ تا ۴۵۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید.

جدول ۱ : شرایط استفاده از دستگاه GC

پارامترها	شرایط
ستون	طول : ۵۰ متر قطر : ۰/۳۲ میلیمتر فاز مایع : DB - ۱
آشکارساز	FID
گاز حاصل	هلیوم
سرعت عبور گاز کامل	۲۰ میلیمتر در دقیقه
دمای تزریق	۴۵۰ - ۲۵۰ به نسبت ۱۰
دمای آشکارساز	۳۰۰ درجه سانتیگراد
دمای اولیه ستون	۵۰ درجه سانتیگراد
دمای نهایی ستون	۳۰۰ درجه سانتیگراد

عملیات آماری :

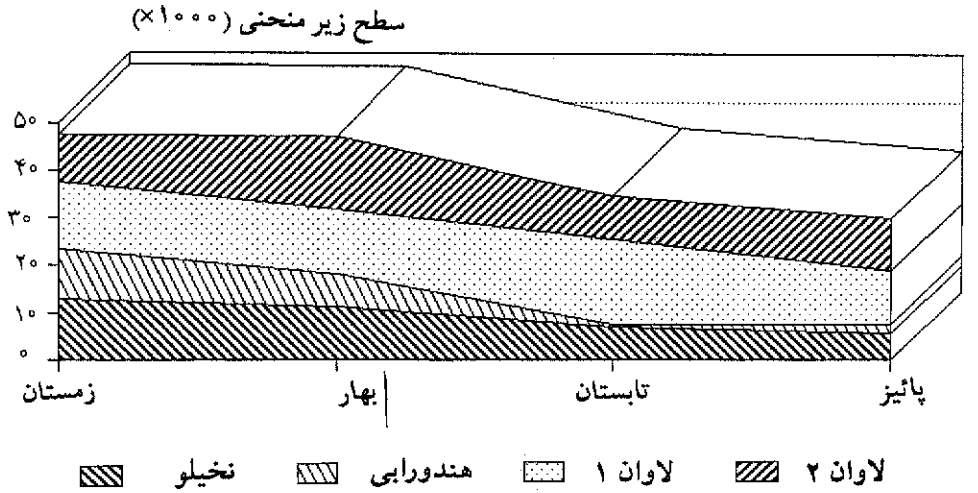
مقایسه بین میانگینهای مربوط به میزان هیدروکربنهای نفتی در فصول و مناطق مختلف با استفاده از آزمون t، رگرسیون خطی، آنالیز واریانس یکطرفه و رگرسیون چند متغیره صورت پذیرفت.

نتایج

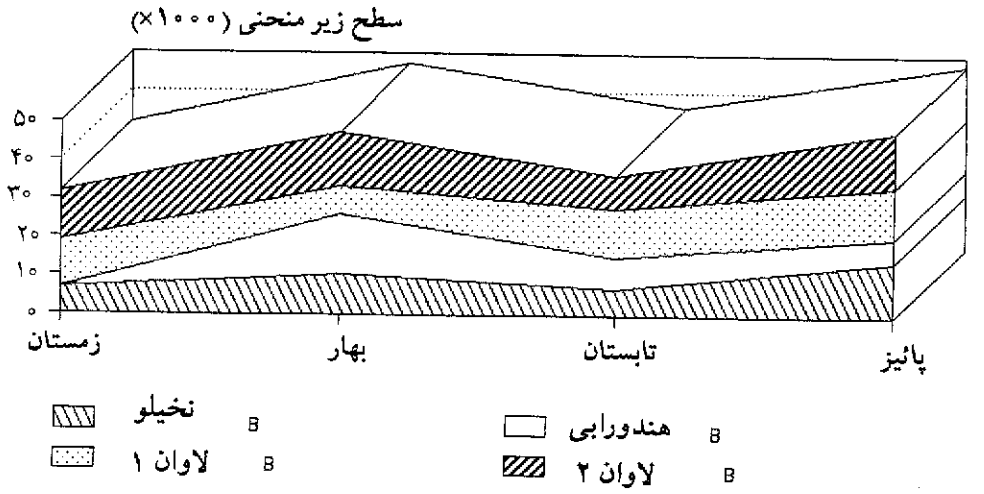
نتایج حاصل از میزان کیفی هیدروکربنهای نفتی آب، رسوب و صدفها در فصول مختلف در نمودارهای شماره ۱ تا ۴ آورده شده است. جدول شماره ۲ میانگین اندازه صدفهای مرواریدساز در ۴ ایستگاه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۲ : اندازه صدفهای نر و ماده در مقایسه با ایستگاه شاهد

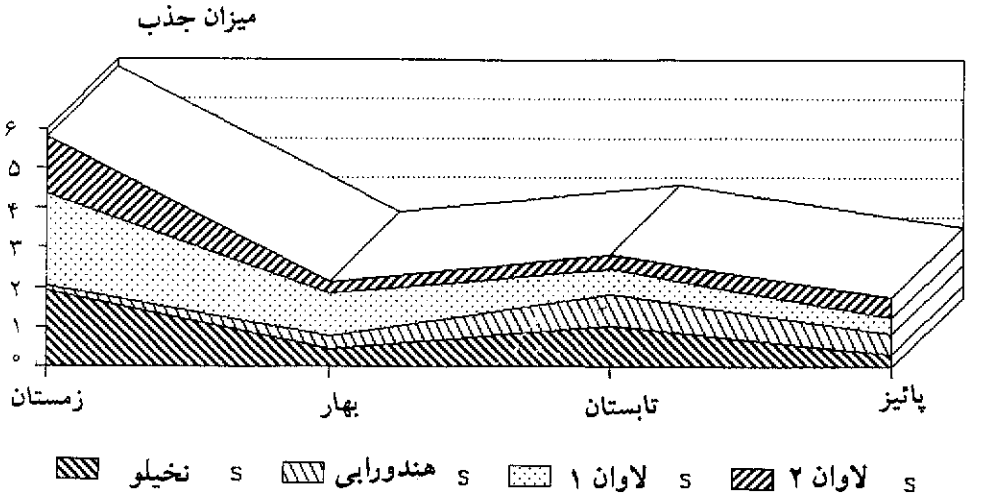
	نخیلو ـ هندورابی		نخیلو ـ لاوان ۱		نخیلو ـ لاوان ۲		احتمال
اندازه DVM جنس ماده	۷۵/۶۶±۴/۷	۶۳/۹۲±۳/۹	۷۵/۶۶±۴/۷	۶۸/۲۹±۴	۷۵/۶۶±۴/۷	۶۶/۷۶±۵	P<۰/۰۵
t محاسبه شده	۵/۸۷		۳/۵		۴/۱۸		
اندازه DVM جنس نر	۷۴/۳۵±۵/۳	۶۳/۵۵±۵/۳	۶۸/۹۶±۵/۸	۷۴/۳۵±۵/۳	۷۴/۳۵±۵/۳	۶۶/۵۵±۵	P<۰/۰۵
t محاسبه شده	۹/۸۲		۲/۱۶		۳/۵۵		



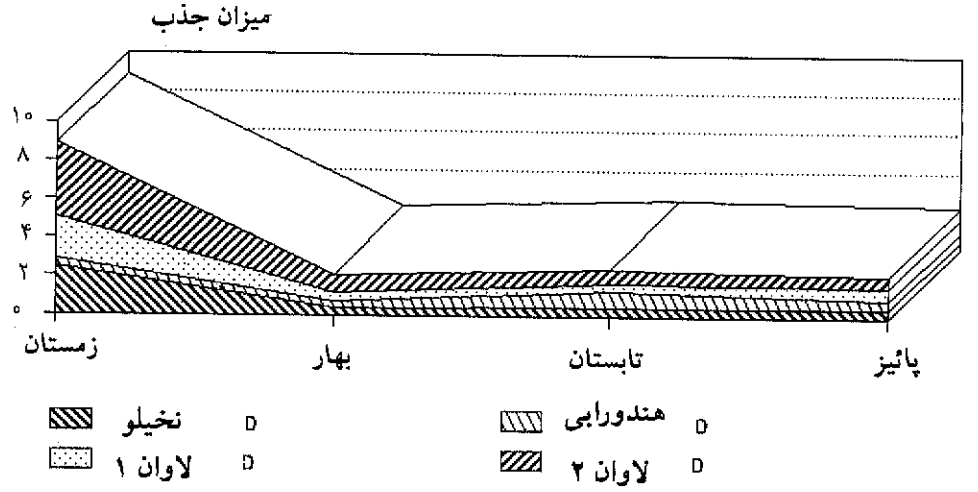
نمودار ۱ : نوسانات فصلی هیدروکربنها (توسط دستگاه GC) در نمونه‌های رسوب



نمودار ۲ : نوسانات فصلی هیدروکربنها (توسط دستگاه GC) در نمونه‌های صدف



نمودار ۳ : نوسانات فصلی هیدروکربنها (توسط دستگاه UV) در نمونه‌های آبهای سطحی



نمودار ۴ : نوسانات فصلی هیدروکربنها (توسط دستگاه UV) در نمونه‌های آبهای عمیق

معمولاً هیدروکربنهای سبک در سطح آب تجمع یافته و بدین ترتیب اختلافی در میزان آنها در آبهای سطحی و عمیق مشاهده می‌شود. ولی در فصل تابستان بدلیل درجه حرارت بالا و تبخیر زیاد مقادیر آنها کاهش می‌یابد. فاصله طولانی جزیره هندورابی تا جزیره لاوان (واجد پایانه نفتی) باعث کاهش هیدروکربنهای نفتی آبهای سطحی و عمیق شده است. ایستگاه نخیلو بدلیل نزدیکی به ساحل، آلودگی نفتی را به ساحل منتقل نموده که این آلودگی در سواحل بندر مقام مشهود است.

نتایج تغییرات فصلی هیدروکربنها نشان می‌دهد که در ایستگاههای شماره ۱ و ۲ لاوان (به ترتیب ۴۷َ , ۲۶° عرض شمالی و ۲۳َ , ۵۳° طول شرقی و ۴۹َ , ۲۶° عرض شمالی و ۱۸َ , ۵۳° طول شرقی) که با منبع آلودگی فاصله کمتری دارند هیدروکربنها یکنواخت ولی در ایستگاههای نخیلو و هندورابی (۴۰َ , ۳۶° عرض شمالی و ۴۰َ , ۵۳° طول شرقی) که تحت تأثیر جریانها و شرایط جوی محیط قرار می‌گیرند، در فصول پائیز و زمستان که درجه حرارت پایین است، مقدار هیدروکربنها بیشتر می‌باشد. نکته مهم و قابل توجه در این نمودارها افزایش هیدروکربنها در بافتهای نرم صدف در فصول بهار و پاییز (مصادف با تخمریزی صدفها) است. با انجام تخمریزی مولکولهای

هیدروکربن بدلیل بزرگی و سنگینی در بافتهای آنها تجمع یافته و از طریق گامتها کمتر دفع می‌گردند.

نتایج آزمون t در بررسی هیدروکربنهای نفتی رسوبات و صدفهای (از دستگاههای GC وUV) ایستگاههای مورد مطالعه نشان داد که با احتمال P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری بین ۴ ایستگاه وجود ندارد. در ضمن رابطه مستقیمی بین هیدروکربنهای موجود در آب و صدف بدلیل خصوصیت فیلتر کنندگی صدفها وجود داشت (r = ۰/۰۶).

نتایج این تحقیق نشان داد که درصد نسبی اندازه‌های بزرگتر مربوط به جنس ماده و اندازه‌های کوچکترمربوط به جنس نر می‌باشند. نتایج آماری آزمون مشخص نمود که با احتمال P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری بین اندازه صدفهای نر و ماده هر جمعیت در بزرگترین اندازه وجود ندارد و این در نتیجه خصوصیت هرمافرودیتی این موجود می‌باشد (جدول شماره ۲). نتایج آزمون t در بررسی اندازه صدفهای نر و ماده در ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری را به احتمال P<۰/۰۵ بین ایستگاهها نشان داد. بزرگترین صدفها متعلق به ایستگاه نخیلو و به ترتیب در لاوان ۱، لاوان ۲ و هندورابی اندازه صدفها کوچکتر می‌شد.

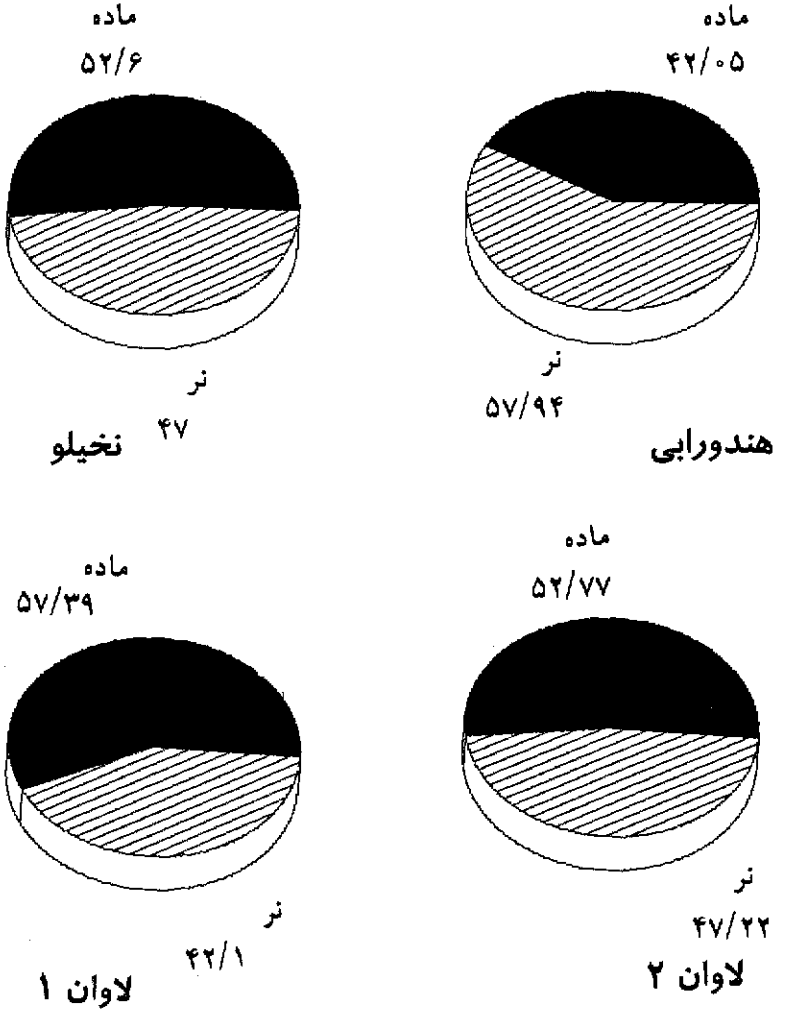
DVM (نخیلو) > DVM (لاوان ۱) > DVM (لاوان ۲) > DVM (هندورابی)[1]

بررسی نتایج آزمون t در تعداد جنسهای نر و ماده در ایستگاههای مورد مطالعه نشان داد که با احتمال P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری بین تعداد جنسهای نر و ماده در ایستگاههای لاوان ۱ و ۲ در مقایسه با نخیلو وجود دارد ولی تشابهی در تعداد افراد نر و ماده در نخیلو و هندورابی مشاهده می‌شود (جدول شماره ۳ و نمودار شماره ۵).

جدول ۳ : مقایسه تعداد صدفهای نر و ماده در ایستگاههای مورد مطالعه

	نخیلو ـ هندورابی		نخیلو ـ لاوان ۱		نخیلو ـ لاوان ۲		احتمال
جنس ماده	۶/۷۵±۲/۲	۵/۲۵±۲/۹	۶/۷۵±۲/۲	۳/۴ ±۱/۳	۶/۷۵±۲/۲	۴/۱۱±۲/۳	P<۰/۰۵
t محاسبه شده	۱/۳۲		۴/۱۹		۲/۷		
جنس نر	۷/۲۵±۲/۵	۷/۵±۳/۵	۷/۲۵±۲/۵	۳/۱۲±۰/۴	۷/۲۵±۲/۵	۳/۵±۲/۱	P<۰/۰۵
t محاسبه شده	۰/۱۹		۴/۶۴		۵/۶۸		

1 - DVM = Dorsoventeral measurement



نمودار ۵ : مقایسه درصد صدفهای نر و ماده در جمعیت‌های مورد مطالعه

بحث

آلودگیها انواع متنوعی دارند که در این تحقیق هیدروکربنهای نفتی (با توجه به وجود پایانه‌های نفتی و تردد کشتیها در منطقه) مورد مطالعه قرار گرفتند.

در منطقه مورد مطالعه، آلودگی ایستگاههای لاوان که مجاور با پایانه‌های نفتی بوده بیشتر از

دو ایستگاه دیگر است. بدلیل تردد نفتکش‌ها مقداری هیدروکربن نفتی در آبهای ایستگاه هندورابی مشاهده می‌شود ولی بدلیل فاصله زیاد از پایانه نفتی میزان آن کم است. نزدیکی ایستگاه نخیلو به پایانه و ساحل باعث افزایش هیدروکربنها در آبها و سواحل و کاهش آنها در رسوب نسبت به سه ایستگاه دیگر است بخصوص این کاهش در صدف مرواریدساز هم مشاهده شد. طبق گزارش Winddows در سال ۱۹۸۷ هیچ منطقه‌ای در دنیا وجود ندارد که عاری از آلودگی نفتی باشد. نیکل و وانادیوم از عناصر شاخص آلودگی نفتی می‌باشند (Donkin ۱۹۸۶). طی تحقیقی در منطقه لاوان میانگین فلزات Cd, Ni, Cu, Zn در صدف مرواریدساز محار بیشتر از ایستگاههای هندورابی و نخیلو بود که ناشی از ایجاد آلودگی توسط تأسیسات نفتی در این منطقه است (بهبهانی ۱۳۷۴).

نتایج نشان می‌دهند که هیدروکربنهای نفتی در بافتهای نرم صدف بیشتر از رسوبات تجمع می‌یابند. زیرا این ترکیبات در بافتهای نرم به مولکولهای درشت چربی و گلیکوژن متصل می‌شوند و دفع آنها بدلیل بزرگی مولکولها با مشکل مواجه می‌شود (۱۹۹۲، ۱۹۹۰، ۱۹۸۴ Moore , ۱۹۸۴ Livingsyone) و هیدروکربنهای موجود در صدف محار اغلب از نوع آروماتیک و گروه هیدروکربنهای سبک است. سواحل شمالی خلیج فارس از نظر آلودگی در حد نرمال می‌باشند و طبق گزارشات موجود، معمولاً هیدروکربنها در صدفهای دوکفه‌ای بیشتر از ماهیان تجمع می‌یابند. این موجودات بدلیل عدم تحرک (مستقر در بستر دریا)، عدم توانایی در تجزیه کردن هیدروکربنهای نفتی و متمرکز نمودن آلودگی در بافتهای نرم بعنوان بهترین شاخص زیستی آلودگی بخصوص هیدروکربنهای نفتی شناخته شده‌اند (۱۹۹۳ Ellis , ۱۹۸۶ Donkin , ۱۹۸۶ Bender , ۱۹۸۷ Reish , ۱۹۹۰ Moore , ۱۹۹۳ Lott , ۱۹۹۵ Hernandes , ۱۹۹۵ Gold-Bouchot ۱۹۹۲ Wilson).

بررسی کیفی آلودگی ایستگاههای لاوان اختلافی در اندازه صدفها با گروه شاهد نشان داد. بطوریکه یک رابطه منفی بین اندازه صدفها و میزان هیدروکربنهای منطقه لاوان وجود داشت ($r = -0/9$) یعنی با افزایش میزان آلودگی، اندازه صدفها کوچکتر می‌شد.

شواهد نشان می‌دهند که میزان آلودگی در سواحل شمالی خلیج فارس کمتر از سواحل جنوبی است حتی در بعضی مناطق کمتر از آلودگی سایر خلیج‌ها و مسیر تردد نفتکش‌ها در دنیا می‌باشد. محققین اعلام کرده‌اند بعد از جنگ عراق و کویت، بدلایل شرایط ویژه خلیج فارس، خیلی سریع از میزان آلودگی منطقه کاسته شده است و چون تاکنون هیچ مدرک معتبری دلیل بر

نشت نفت از بستر این حوزه آبی بدست نیامده است لذا آلودگی خلیج فارس فقط بدلیل پایانه‌ها، چاهها و تردد کشتی‌ها است و در بین دوکفه‌ای‌ها، اویسترها حدود ۳ تا ۳/۵ برابر کلمها (Clams) این آلودگی را نشان می‌دهند.

Cofin (۱۹۹۲) و Ellis (۱۹۹۳) طی تحقیقاتی تأثیر هیدروکربنها را روی دوکفه‌ای *Crassostrea crassostrea* و بی‌مهرگان دریایی اعلام کردند. در جنس ماده از هر ۵ گناد، ۳ گناد کاملاً تحت تاثیر هیدروکربنها قرار می‌گیرند و PAH در گامتها بیشتر از بافتهای سوماتیک است و بعد از تخمریزی هم گامتها دارای PAH می‌باشند. تقریباً گامتها ۵ برابر بافتهای سوماتیک محتوی PAH بوده و تخمکها بیشتر از اسپرمها PAH را متمرکز می‌کنند. این عوامل می‌توانند در تعیین جنسیت خیلی مهم باشند.

گرچه نتایج حاصل از این تحقیق ارتباط میان تولید مثل و میزان هیدروکربنهای نفتی در زیستگاههای اصلی صدف مرواریدساز محار را منفی اعلام می‌کند. لیکن لازم است مطالعات کاملتری در خصوص علل از بین رفتن این زیستگاهها صورت پذیرد.

تشکر و قدردانی

لازم است که از زحمات و راهنماییهای افراد ذیل که به هر نحوی در انجام این پروژه همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی نماییم.

سرکار خانم دکتر عریان، آقایان دکتر سواری و دکتر ربانی و کلیه کارکنان ایستگاه تحقیقات شیلاتی نرمتنان خلیج فارس.

منابع

بهبهانی ا. ۱۳۷۴. مقادیر و روند تغییرات هفت فلز سنگین در دوگونه دوکفه‌ای غالب خوراکی و مرواریدساز خلیج فارس بروش طیف سنجی جذب اتمی با توجه به شرایط زیست محیطی. دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران شمال

Bender M.E. etal. 1986. Polynuclear aromatic hydrocarbon monitoring in estuaries utilizing oyster, brakish water clams and sediments. VIMS contribution No. 1317.

Cofino W.P. etal. 1992. Biological effects of contaminants in the North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. , 91: 47-56 .

Donkin P, etal. 1986. Scope for growth as a measurement of environmental pollution and its interpretation using structureactivity relationships. Meeting of the water and Environment Group of the SCI. London, m 732-737.

Ellis M.S. etal. 1993. Sources of local variation in polynuclear aromatic hydrocarbon and pesticide body burden in oysters (*Crassostrea virginica*) from Galveston Bay, Texas.Comp. Biochem. Physiol.Vol. 106c,No.3,689-698.

Gold-Bouchot; G.,Norena-Barroso; E.,etal. 1995. Hydrocarbon concenterations in the American oyster *Crassostrea virginica*, in Laguna de Terminos ,Campeche, Mexico. Bull. Environ. Contam. Toxicol.54:222-227.

Gosling E. 1992. The mussel Mytilus: ecology, physiology genetics and culture. Elsevier Science Publishers, Chapter 9.

Hernandes J.E.; Machado,L.T. etal. 1995. n-Alkanes and polynuclear aromatic hydrocarbons in fresh-frozen and precooked-frozen mussels. Bull.Environ.Cotam.Toxicol.55:461-468.

Livingston D.R. 1984. Biochemical differences in field populations of the common mussel *Mytlius edulis* L.exposed to hydrocarbos :some considerations of biochemical monitoring. Toxins,Drugs,and pollutants in Marine Animals, 162-175.

Lott H.M.; Barker,S,A. 1993. Matrix solid-phase dispersion extraction and gas chromatographic screening of 14 chlorinated pesticides in oysters (*Crassostrea virginica*).J.AOAC Internat.Vol.76 No.1 .

Moore M.N.; Widdows J.; Cleary J.J. et al. 1984. Responses of the Mussel *Mytlius edulis* to copper and phnanthrene : Interactive effects. Mar. Environ. Res. 14:167-183.

Moore M.N. 1990. Lysosomal cytochemistry in marine environmental monitoring Histochem.J. 22, 187-191.

Moore M.N. 1992. Molecular cell pathology of pollutant-induced liver injury in flat

fish: use of fluorescent probes.Mar.Ecol. Prog.Ser.Vol.91:127-133.

Readman J.W. ; Flower S.W. ; Villeneuve J.P. etal. 1992. Oil and combustion product contamination of the Gulf marine environmen following the war.Nature Vol.358:662-664.

Reish D.L. 1987. Manual of methods in aquatic environment research, Part 10 short-term static bioassay , FAO Fisheries Technical Paper,247.

ROPME 1991. Manual of oceanographic and pollutant analysis methods.Kuwait.

Widdows J. ; Donkin P. ; Salkeld P.N. Evans, S.V. 1987. Measurement of scope for growth tissue hydrocarbon concectrations of mussels (*Mytilus edulis*)at sites in the vicinity of the Sullom, voe Oil Terminal:a case study.Book:Fate and effects of oil in marine ecosystems.Martinus Nijhoff Publishers,269-277.

Wilson E.A. ; Powell E.N. ; Wada T.L. et al.1992. Spatial and temporal distributions of contaminant body burden and disease in Gulf of Mexico oyster population: the role of local and large-scale climatic controls. Helgol. Meeres. 46:201-235.