

بررسی و اندازه‌گیری کل هیدروکربنهای نفتی (TPH) در آب و رسوب خلیج فارس در محدوده بهرگان

الناز حاتمی^۱، سید محمد تقی ساداتی پور^۱، بهاره شهبابی^۲

۱ - دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

۲ - شرکت نفت فلات قاره

مسئول مکاتبه:

Email: hatami.elnaz@yahoo.com

چکیده

تحقیق حاضر برای بررسی پساب تأسیسات نفتی بهرگان در سال ۱۳۸۷ انجام شده است. بهرگان یکی از مناطق نفتی ایران، در سواحل استان بوشهر و در طول جغرافیایی شرقی $17^{\circ} 50'$ و عرض جغرافیایی شمالی $50^{\circ} 29'$ واقع شده است. از منطقه بهرگان روزانه ۲۳۵،۰۰۰ بشکه نفت صادر می‌شود. از این رو نفوذ هیدروکربن‌های نفتی به آب دریا چه از طریق حمل نقل و چه از طریق فاضلاب سایت بهرگان که مستقیماً به دریا ریخته می‌شود اجتناب ناپذیر است. برای بررسی اثرات پساب این تأسیسات، میزان کل هیدروکربن‌های نفتی (TPH) در آب و رسوب محیط اطراف بهرگان اندازه‌گیری شده است. بدین منظور ۱۳ ایستگاه در پهنه دریایی و ساحلی اطراف اسکله سنگی انتخاب شد. ۳ نمونه نیز مستقیماً از آب لوله فاضلاب و جریان کانال آب خروجی از سایت تهیه گردید. بر اساس روش MOOPAM1999 کل هیدروکربن‌های نفتی از نمونه‌های آب و رسوب استخراج گردید و در نهایت با استفاده از دستگاه FT-IR مقدار (TPH) در هر نمونه از آب و رسوب اندازه‌گیری شد. برای تحلیل اطلاعات و مقادیر بدست آمده نیز از نرم افزار SPSS استفاده شد. با بررسی داده‌ها مشخص شد میزان (TPH) وارد شده به محیط از طریق فاضلاب تأسیسات بیش از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد و همبستگی مثبت و بالا بین میزان TPH در آب و در رسوب ایستگاهها وجود دارد.

واژگان کلیدی: خلیج فارس، بهرگان، هیدروکربن‌های نفتی، محیط زیست، FT-IR

مقدمه

نفت به عنوان یکی از منابع انرژی در جهان همواره مورد توجه بشر قرار داشته و دارد. با کشف نفت در سال ۱۳۳۰ در خلیج فارس استخراج و صادرات آن به کشورهای دیگر از همان زمان آغاز شد. پیشرفت در صنعت نفت خلیج فارس همراه با آلودگی نفتی در پهنه حساس خلیج فارس بود. نشت از لوله های انتقال نفت، تصادم نفت کش ها، ورود پساب های حاوی نفت و تخلیه آب توازن کشتی ها مسئول قسمت اعظم آلودگی نفتی می باشند. (زاهدی و محمدی دشتکی، ۱۳۷۹) از تولیدات نفتی جهان در خلیج فارس صورت می گیرد. (Khan, 2002) البته نشت طبیعی نفت نیز در بسیاری از مناطق دنیا رخ می دهد. (زاهدی و محمدی دشتکی، ۱۳۷۹)

تحقیقات نشان می دهد نفت به شکل طبیعی به میزان $20-18 \text{ mg L}^{-1}$ در پس زمینه رسوبات اعماق دریاهای آزاد و دور از ساحل وجود دارد. (Nemirovskaya, 2006) همچنین مقدار کم TPH در رسوبات اعماق شمال اقیانوس آرام مربوط به دوره پلیستوسن توسط (Simoneit, 1977) و در رسوبات دور میوسن در شمال مجارستان توسط (Grimalt et al., 1989) اندازه گیری شده است. در هنگ کنگ نیز مقدار 15 mg g^{-1} در رسوبات اعماق و دور از آلودگی اندازه گیری شده است.

(Massoud et al., 1996) در واقع این افزایش غلظت TPH در آب و رسوب دریا است که نگران کننده می باشد و همواره در قسمت های نزدیک ساحل مقدار TPH بیشتر از قسمت های آب آزاد می باشد. (Barbier et al., 1973). زیاد شدن هیدروکربن ها در محیط زیست اثرات منفی، نه تنها بر زندگی آبزیان بلکه روی سلامتی انسان با دخالت در زنجیره غذایی که از دریا تأمین می شود دارد. (Aldarwish et al., 2005). گزارشاتی از وجود تومور و خوردگی باله ماهیانی که در مناطق با آلودگی کم نفتی زندگی می کنند وجود دارد. همچنین تومور و شرایط ایجاد پیش سرطان در دو کفه ای های جمع آوری شده از این مناطق مشاهده می شود. (اسماعیلی، ۱۳۸۱)

این موارد در اثر ایجاد جهش در DNA و تغییر وضعیت بازهای نوکلئوتیدها ایجاد می شود. (تاجبخش، ۱۳۶۷) از این رو پایش و کنترل میزان ورود هیدروکربن های نفتی به دریا لازم و ضروری به نظر می رسد. تحقیقات بسیاری در جهان برای اندازه گیری TPH صورت گرفته است. از آن جمله می توان اندازه گیری TPH در رسوبات اطراف مالزی (Norhayati Mohd et al., 1993)، در رسوبات هنگ کنگ (Massoud et al., 1996)، در رسوبات پاتاگونیا (Nishingima et al., 2001) و در رسوبات و آب سواحل فرانسه (Mrille et al., 2007) را نام برد. در آب و رسوبات خلیج فارس نیز تحقیقات مشابه انجام شده است. اندازه گیری در سواحل بحرین توسط (Tolosa, 2005)، در سواحل دبی توسط (Aldarwish, 2005)، در سواحل شمال غرب خلیج فارس توسط (حسینی آرانی، ۱۳۷۶) و در اطراف بندر گناوه، بهرگان و دیلم توسط (آگاه، ۱۳۷۶) نمونه هایی از این تحقیقات هستند.

قسمتی از هیدروکربن های نفتی بعد از ورود به دریا در همان ساعات اولیه تبخیر می شوند قسمتی نیز توسط میکروارگانیزمها مصرف می شوند. (FAO, 1971) اما قسمتی دیگر به ذرات دیگر می چسبند و با افزایش وزن به تدریج از ستون آب پایین رفته و در رسوبات تا مدت های طولانی به دلایل شرایط کم اکسیژنی باقی می ماند. (Nemirovskaya, 2006)

در سواحل ایرانی خلیج فارس صنایع نفتی بسیاری در حال فعالیت هستند که یکی از آنها شرکت نفت فلات قاره است و بهرگان یکی از مناطق تحت مدیریت این شرکت است. در این تحقیق برای اولین بار با هدف بررسی تأثیرات پساب این سایت بر آب و رسوب خلیج فارس، مقدار TPH در اطراف آن اندازه گیری شده است تا میزان اثر گذاری پساب این تأسیسات بر محیط مشخص شود و در انتها راهکارهای کاهش اثرات مخرب آن پیشنهاد شود.

مواد و روش‌ها

بهرگان در استان بوشهر در عرض جغرافیایی شمالی $50^{\circ} 29'$ و طول جغرافیایی شرقی $50^{\circ} 17'$ در کنار روستای امام حسن قرار دارد. شکل شماره (۱) موقعیت قرارگیری بهرگان را نشان می‌دهد. نمونه برداری از منطقه در مردادسال ۱۳۸۷ انجام گردید.

در مرحله اول ابتدا محدوده مورد نظر به سه بخش تقسیم شد و با ابزارهای مناسب نمونه برداری انجام شد. این سه بخش عبارتند از: ۱- پهنه ساحلی که در سمت شرق و غرب اسکله ۶ ایستگاه انتخاب گردید. از هر ایستگاه با بیلچه فلزی از عمق ۳۰ سانتیمتری نمونه‌های رسوب گرفته و در ظرف آلومینیومی نگهداری گردید. ۲- پهنه دریایی: در شرق و غرب اسکله ۷ ایستگاه انتخاب شد. از هر ایستگاه نمونه آب از عمق ۲۰ سانتیمتر برداشت و در بطری‌های شیشه‌ای تیره رنگ نگهداری گردید و به وسیله غرب از عمق ۱۰ متری نمونه‌های رسوب گرفته شد و مجدداً در ظرف آلومینیومی نگهداری گردید. ۳- فاضلاب تأسیسات بهرگان: که از طریق لوله و کانال مستقیماً وارد دریا می‌شود. از لوله پساب خروجی، ابتدای کانال خروجی پساب و محل اختلاط آب آن با آب دریا جداگانه نمونه برداری انجام شد. در انتها همه نمونه‌ها که در شرایط دمایی ۴- درجه سانتیگراد نگهداری شده بودند به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

مکان ایستگاههای نمونه برداری در جدول شماره (۱) و نقشه شماتیک ایستگاهها در شکل شماره (۲) نشان داده شده است.

و در مرحله دوم: بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، آماده سازی آنها با دستورالعمل (MOOPAM,1999) انجام گرفت. در این روش برای آماده سازی نمونه‌های آب، ۲۰۰ ml از آن را با مخلوط (۵۰:۵۰) از حلال دی کلرومتان و نرمال هگزان در کیف جداکننده ریخته و کل هیدروکربن‌های آن را طی سه مرحله جداسازی کردیم. برای آماده سازی نمونه‌های رسوب، ۱۰۰ g از رسوب را با ۳۰۰ g انیدریدسولفات سدیم (به منظور آبگیری) به مدت ۳ دقیقه با دورتند در مخلوط کن مخلوط کرده و سپس در دستگاه سوکسله با حلال (۵۰:۵۰) دی کلرومتان و نرمال هگزان به مدت ۱۲ ساعت استخراج کل هیدروکربن‌های رسوبات انجام شد. در مرحله بعد به وسیله تبخیر کننده چرخان به شکلی که دما از ۳۰ درجه سانتیگراد تجاوز نکند (به منظور حفظ هیدروکربن‌های سبک از تبخیر شدن) حلال را جدا و به حجم ۱۵ ml رساندیم. در نهایت با عبور گاز نیتروژن حجم آن به ۴ ml کاهش پیدا کرد.

در مرحله آخر: برای اندازه گیری کل هیدروکربن‌های نفتی (TPH) از دستگاه FT-IR و جستجوی کتابخانه ای استفاده گردید.

روش طیف سنجی FT-IR به علت بالا بودن حساسیت و دقت، برای اندازه گیری نمونه‌های هیدروکربن‌های استخراج شده از آلاینده‌های موجود در آب و رسوب روشی بسیار مناسب می‌باشد. (Pavia,1985) طیف مناسب برای هیدروکربن‌های نفتی $2500-3500 \text{ cm}^{-1}$ می‌باشد. (Pavia,2008)

برای آنالیز ابتدا یک نمونه نونان نرمال ۱۰۰ ppm به دستگاه داده سطح زیر پیک را بدست آوردیم. ($s=1387 \text{ cm}^2$) و این نمونه به عنوان مرجع استفاده شد.

از آنجا که دی کلرومتان و نرمال هگزان در طیف IR جذب دارند و ایجاد مزاحمت می‌کنند. (Pavia et al.,1985)

در مرحله طیف گیری از نمونه‌ها، ابتدا یک سی سی از نمونه استخراج شده را در جریانی از گاز نیتروژن تبخیر کرده سپس نیم سی سی حلال تتراکلرید کربن جایگزین کرده و نمونه‌ها برای طیف گیری به دستگاه داده شد. شکل شماره ۳ طیف‌های حاصل از دستگاه FT-IR را نشان می‌دهد.

بعد از مرحله طیف گیری با تناسب بدست آمده از ترکیب نونان نرمال ۱۰۰ ppm غلظت (TPH) در هر نمونه

محاسبه شد. مقدار موجود در هر نمونه در جدول (۲) آورده شده است. بعد از محاسبه غلظت (TPH) در نمونه های آب و رسوب مقدارهای بدست آمده برای تحلیل و بررسی همبستگی احتمالی بین مقادارها در نرم افزار آماری Spss مورد آنالیز قرار گرفت. شکل شماره (۳) و جدول (۳)

جدول ۱- ایستگاه های مورد نمونه برداری در منطقه بهرگان، ۱۳۸۷

موقعیت جغرافیایی ایستگاه ها		شماره ایستگاه ها
E: ۵۰ ۱۵ ۲۸۸	N: ۲۹ ۴۹ ۵۵۳	۱ لوله پساب
E: ۵۰ ۱۵ ۲۳۸	N: ۲۹ ۴۹ ۹۰۶	۲ جریان خروجی پساب*
E: ۵۰ ۱۵ ۳۶۹	N: ۲۹ ۴۹ ۷۹۱	۳ جریان خروجی پساب**
E: ۵۰ ۱۵ ۴۲۸	N: ۲۹ ۴۹ ۵۶۶	۴
E: ۵۰ ۱۵ ۶۸۹	N: ۲۹ ۴۹ ۵۸۳	۵
E: ۵۰ ۱۵ ۷۳۹	N: ۲۹ ۴۹ ۵۳۶	۶
E: ۵۰ ۱۵ ۸۷۷	N: ۲۹ ۴۹ ۴۱۸	۷
E: ۵۰ ۱۵ ۹۹۱	N: ۲۹ ۴۹ ۱۰۲	۸
E: ۵۰ ۱۵ ۹۲۲	N: ۲۹ ۴۹ ۳۷۳	۹
E: ۵۰ ۱۵ ۹۸۶	N: ۲۹ ۴۹ ۴۳۷	۱۰
E: ۵۰ ۱۵ ۸۵۰	N: ۲۹ ۴۹ ۵۷۰	۱۱
E: ۵۰ ۱۵ ۶۶۸	N: ۲۹ ۴۹ ۶۵۰	۱۲
E: ۵۰ ۱۵ ۷۲۲	N: ۲۹ ۴۹ ۶۷۹	۱۳
E: ۵۰ ۱۵ ۶۵۹	N: ۲۹ ۴۹ ۷۱۶	۱۴
E: ۵۰ ۱۵ ۶۴۰	N: ۲۹ ۴۹ ۷۳۵	۱۵
E: ۵۰ ۱۵ ۸۶۱	N: ۲۹ ۴۹ ۷۹۱	۱۶

*نمونه از ابتدای جریان پساب برداشته شده است.

**نمونه از محل اختلاط جریان پساب و آب دریا برداشته شده است.

نتایج

با آزمایش‌های صورت گرفته روی نمونه‌ها مقدار هیدروکربن‌های نفتی (TPH) موجود در آب و رسوب بر حسب ppm اندازه‌گیری شده است. همچنین برای بررسی دقیق‌تر تأثیرات، در زمان نمونه برداری پارامترهای دما، اکسیژن محلول و pH در سایت به وسیله دستگاه Jenway portable با دقت ± 0.1 اندازه‌گیری گردید که به انضمام مقادیر هر نمونه در جدول شماره (۲) آورده شده است.

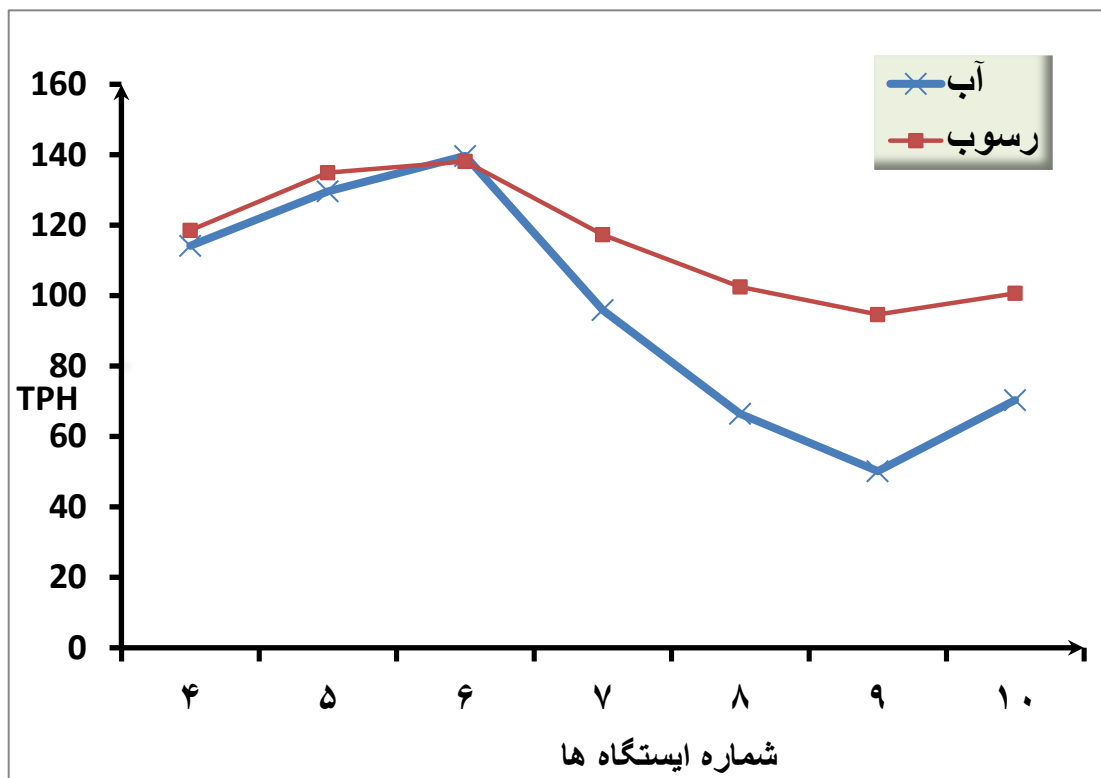
از مقدار TPH اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های ۳ و ۲ که از کانال جمع‌آوری آب‌های سطحی محوطه بهرگان برداشت شده بودند چنین برمی‌آید که کلیه محوطه سایت بهرگان متأثر از TPH است، که آلودگی بیش از ۷۰ ppm را نشان می‌دهد. نیز مشخص است که بیشترین میزان TPH در نمونه‌های آب و رسوب ایستگاه شماره ۶ می‌باشد. مقدار آن در آب ۱۳۹/۶۷ ppm و در رسوب ۱۳۸/۱۵ ppm اندازه‌گیری شده است. (میزان pH در این ایستگاه ۷/۴۵ و اکسیژن محلول ۹۵٪ بوده است). این ایستگاه در سمت غربی اسکله قرار دارد. در سمت غرب اسکله شرایط دریایی ویژگی آرامتر نسبت به شرق آن دارد که دلیل عمده آن قرارگیری در حدفاصل اسکله سنگی بهرگان و خور صیادان روستای امام حسن است که در سمت غرب اسکله قرار دارد. این محیط آرام باعث می‌شود ذرات از ستون آب پائین رفته و به رسوبات کف رسیده، در آنجا تجمع کنند. در حین نمونه برداری نیز لایه‌ای از نفت که روی رسوبات را گرفته بود مشاهده گردید. رسوبات اطراف اسکله بهرگان از جنس رسوبات خوریات می‌باشد و دانه بندی آنها ریز است. این نوع رسوبات به طور طبیعی پتانسیل جذب بالاتری نسبت به سایر دانه بندی‌ها دارند و باعث جذب بیشتر مواد نفتی و نگهداری طولانی مدت آنها می‌شود. (تاجبخش، ۱۳۶۷) بعد از ایستگاه شماره ۶، ایستگاه شماره ۵ بیشترین میزان TPH را نسبت به سایر ایستگاه‌ها دارد دلیل آن نیز همجواری با ایستگاه شماره ۶ و داشتن شرایطی مشابه است. مقدر TPH در رسوب در رسوب ۱۳۴/۹۴ ppm و در آب ۱۲۹/۶۵ ppm اندازه‌گیری شده است. ایستگاه شماره ۴ نیز در سمت غربی اسکله قرار دارد و شرایطی مشابه دو استگاه قبلی دارد. در آب این ایستگاه غلظت TPH ۱۴/۱۶ ppm و در رسوب ۱۱۸/۵۵ ppm اندازه‌گیری شده است. این سه ایستگاه در کل آلوده‌ترین ایستگاه‌ها می‌باشند. ایستگاه‌های سمت شرق اسکله یعنی ۷ و ۸ و ۱۰ نسبت به ایستگاه‌های غرب اسکله مقدار TPH کمتری دارند. در موقعیت ایستگاه‌های ساحلی بیشترین میزان TPH در دو ایستگاه ۱۱ و ۱۶ دیده می‌شود. در ایستگاه‌های ۱۲ و ۱۴ مجدداً با کاهش TPH و در ایستگاه‌های ۱۳ و ۱۵ حداقل میزان مشاهده می‌شود. در بخش شرقی روند افزایش جذب TPH از ایستگاه ۱۳ (شرقی‌ترین ایستگاه) تا ایستگاه ۱۱ (نزدیک اسکله) دیده می‌شود. در تجزیه آماری Spss همبستگی مثبت و بالا (۰/۹۸۳+) که در جدول (۳) آمده است بین میزان TPH در آب و در رسوب مشاهده می‌شود. از اینجا می‌توان نتیجه گرفت TPH موجود در محدوده کاملاً منشأ صنعتی دارد و به طور کلی ناشی از تأسیسات بهرگان می‌باشد. طبق شکل (۳) نیز این همخوانی مشهود است.

جدول ۲- اطلاعات نمونه‌ها و مقادیر TPH بدست آمده در آنها، منطقه بهرگان، ۱۳۸۷

شماره ایستگاه	مشخصات نمونه	دمای محیطی درجه سانتیگراد	DO درصد	pH	غلظت هیدروکربنها ppm
۱	آب لوله پساب	۵۵	٪۶۰	۶/۸۰	۲۴/۹۷
۲	آب جریان خروجی پساب*	۳۴/۴	٪۶۷	۶/۵۸	۷۴/۳۰
۳	آب جریان خروجی پساب**	۳۳/۲	٪۶۹	۶/۶۰	۸۰/۰۰
۴	آب	۳۱/۲	٪۷۹	۷/۴۳	۱۱۴/۱۶
	رسوب	-	-	-	۱۱۸/۵۵
۵	آب	۳۲	٪۱۰۰	۷/۴۳	۱۲۹/۶۵
	رسوب	-	-	-	۱۳۴/۹۴
۶	آب	۳۱	٪۹۵	۷/۴۵	۱۳۹/۶۷
	رسوب	-	-	-	۱۳۸/۱۵
۷	آب	۳۰	٪۷۴	۷/۳۲	۹۵/۹۳
	رسوب	-	-	-	۱۱۷/۳۴
۸	آب	۳۰	٪۸۱	۷/۴۶	۶۶/۴۷
	رسوب	-	-	-	۱۰۲/۵۰
۹	آب	۳۰	٪۸۴	۷/۴۵	۵۰/۱۵
	رسوب	-	-	-	۹۴/۶۴
۱۰	آب	۳۲/۵	٪۱۰۲	۷/۵۶	۷۰/۳۴
	رسوب	-	-	-	۱۰۰/۷۰
۱۱	رسوب	-	-	-	۱۱۶/۲۰
۱۲	رسوب	-	-	-	۸۵/۳۰
۱۳	رسوب	-	-	-	۵۱/۳۳
۱۴	رسوب	-	-	-	۸۰/۲۲
۱۵	رسوب	-	-	-	۵۴/۲۱
۱۶	رسوب	-	-	-	۱۱۲/۰۰

*نمونه از ابتدای جریان پساب برداشت شده است.

**نمونه از محل اختلاط جریان پساب و آب دریا برداشت شده است.



شکل ۴- همخوانی TPH در آب و رسوب ایستگاه‌های پهنه دریایی در منطقه بهرگان در سال ۱۳۸۷

بحث و نتیجه گیری

غلظت TPH در پساب خروجی از سایت بهرگان ۲۴/۹۷ ppm و در کانال خروجی پساب ۷۴/۳۰ ppm در آستانه ورود به دریا اندازه گیری شده است. با توجه به پروتکل کویت از آنجا که خلیج فارس اکوسیستم حساسی با عمق کم و نیمه بسته است مقدار مجاز TPH در پساب برای تخلیه به خلیج فارس ۱۰ ppm می باشد. (ROPME) بدین ترتیب این اصل در سایت بهرگان نادیده گرفته شده و بار زیادی از آلودگی نفتی را به خلیج فارس تحمیل می کند. مطالعات نشان داده است محیط زیست نمی تواند مخزنی برای همه پساب ها باشد.

(Brak et al., 2007) سایت بهرگان یک حوضچه جداسازی نفت از آب دارد که پساب خروجی قبل از تخلیه به دریا از آن عبور داده می شود. از زیاد بودن میزان TPH مشخص است که این حوضچه کارایی لازم را ندارد و پساب همچنان حاوی مقدار بیش از حد مجاز TPH می باشد. از طرف دیگر مقدار pH در پساب خروجی نسبت به دریا به سمت اسیدی مایل است که مشخص می کند پساب های مختلف در زمان خروج از سایت با یکدیگر مخلوط می شوند و pH اسیدی احتمالاً در نتیجه اسیدشویی در آزمایشگاه می باشد. همراه شدن pH اسیدی با هیدروکربن های نفتی اثرات مخرب تری بر محیط زیست خواهد داشت. برای تعدیل اثرات بهتر است انواع پساب ها بعد از تصفیه توسط مجاری جداگانه به محیط تخلیه شوند.

زیاد شدن هیدروکربن های نفتی و نشست بر رسوبات زندگی موجودات بنتیک را مختل می کند و موجودات بزرگتر مانند ماهیها نیز محل زندگی خود را تغییر می دهند. طبق گفته های صیادان روستای امام حسن با زیاد شدن هیدروکربن های نفتی در دریا آنها نیز مجبور به طی مسافت بیشتری برای صید هستند. بهتر کردن وضعیت تصفیه خانه و تجهیز آن در کنترل و کم کردن میزان TPH ورودی به دریا مؤثر خواهد بود.

طبق تحقیقات حسینی آرائی در سال ۱۳۷۶ میزان TPH در رسوبات شمال غرب خلیج فارس (نزدیکی محل نمونه برداری در این تحقیق) به طور میانگین ۶۵ ppm بوده است که با مقایسه نتایج وی با این تحقیق (میانگین ۱۱۵/۲ ppm) مشخص می شود که در طول ۱۱ سال، میزان کل هیدروکربن های نفتی در رسوبات منطقه تقریباً دو برابر شده است. از اینجا معلوم می شود پایش جدی و مراقبت بر میزان ورود هیدروکربن های تخلیه شده به محیط انجام نمی شود.

مقدار TPH در آب و رسوب در این تحقیق بسیار بیشتر از اندازه های بدست آمده در آبهای آزاد و دور از آلودگی است. در اطراف جزیره قشم که مراکز صنعتی ندارد و دور از آلودگی است مقدار TPH در سال ۱۳۸۴ توسط باغدادسریان بسیار ناچیز و در حدود صفر اندازه گیری شده است. در مناطق غیر آلوده اطراف مالزی نیز مقدار TPH در رسوبات کم، و به میزان $1/4-21/8 \text{ mg L}^{-1}$ اندازه گیری شده بود اما در سواحل غربی آن که به طور متوسط ماهانه دوهزار نفت کش از این محدوده عبور می کند برابر 386 mg L^{-1} - ۵ اندازه گیری شده بود. (Daud, 1984) از طرفی با توجه به شکل شماره (۴) مقادیر TPH موجود در آب و رسوب به هم وابسته هستند و با افزایش یکی، دیگری نیز افزایش می یابد. از این رو منشأ صنعتی آن کاملاً مشهود است.

طبق تقسیم بندی رسوبات خلیج فارس توسط سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۱۳۷۵، مناطق با مقادیر TPH بالاتر از ۷۰ ppm جزء مناطق با آلودگی زیاد طبقه بندی می شوند. بدین ترتیب اطراف اسکله بهرگان جزء این مناطق هستند.

نتایج تحقیقات آگاه در سال ۱۳۷۶ نشان داده است که میانگین TPH در رسوبات بندر گناوه (۴۰ کیلومتر قبل از بندر بهرگان) ۱۴۷/۵ ppm و رسوبات بندر دیلم (۲۸ کیلومتر بعد از بهرگان) ۱۸/۳۸ ppm بوده است. از نتایج حاصل از این تحقیق (میانگین TPH اطراف اسکله بهرگان برابر ۱۱۵/۲ ppm) مشخص می شود که هرچه به سمت شمال غرب خلیج فارس پیش می رویم از مقدار آلودگی کاسته می شود.

تأثیر زیاد پساب سایت بهرگان آنجا بیشتر مشهود است که میزان TPH اندازه گیری شده در جنوب جزیره خارک طبق تحقیقات خادم ثامنی در سال ۱۳۷۲ ppm ۴۹-۳۵ و در نزدیکی اسکله T و آذرپاد که از اسکله های مهم صادرات نفت هستند ppm ۶۰ اندازه گیری شده بود. در کل به دلیل کمی اکسیژن در رسوبات و ماندگاری طولانی هیدروکربن های نفتی در آنها می توان دلیل تأثیرپذیری بیشتر رسوبات و زندگی موجودات آنرا توجیه کرد.

منابع

- اسماعیلی،عباس. ۱۳۸۱. آلاینده ها بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر.
- آگاه ، همیرا. ۱۳۷۶ . بررسی هیدروکربن های نفتی در آبهای سطحی و رسوبات بستر در اعماق ۱۰ و ۳۰ و ۵۰ متر ناحیه شمال خلیج فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد تهران شمال.
- باغداسریان، یاگیتا. ۱۳۸۴ . اندازه گیری فلزات سنگین و هیدروکربن های نفتی در آب و رسوب سواحل قشم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد تهران شمال.
- تاجبخش، حسن. ۱۳۶۷. ژنتیک باکتریها. انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ایران.
- حسینی آرانی، رضوان. ۱۳۷۶ . تعیین ضریب همبستگی (V ، CD ، ZN) و هیدروکربن های نفتی (TPH) در رسوبات بستر ناحیه شمال غربی خلیج فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد تهران شمال.
- خادم ثامنی، جواد. ۱۳۷۲. مطالعه و اندازه گیری آلاینده های نفتی در رسوبات خلیج فارس با استفاده از (UVF). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد تهران شمال.
- زاهدی، محمدعلی و محمدی دشتکی، زینب. ۱۳۷۹. آلودگی دریا، انتشارات نسق و نقش مهر.
- Al darwish, H.A. & Abd El-Gawad, E.A. 2005. Assessment of organic pollution in off shore sediments of Dubai. United Arab Emirates, Environment Geol., 48:531-542.
- Barbier, M.; Joly, D.; Sailot, A. & Tourres, D. 1973. Hydrocarbons from seawater. Deep sea Research, 20:305-312.
- Brak, W.; Blaha, L.; Giesy, J.P.; Grote, M.; Moder, M.; Schrader, S. & Hecker, M. 2007. Polychlorinated naphthalenes and other dioxin-like actin compounds in Elbe River sediments, 54:101-124.
- Daud, H. 1984. Marine oil pollution in Malaysia. Journal of the Environment Research and Management Association of Malaysia, 1:3-4.
- Grimalt, J.; baiges, A. & Alexander, J. 1989. Predominance of even carbon numbered n-alkanes in coal seams of Nograd Basin. Naturwissen Schaflen, 73:729-731.
- Khan, N.Y. 2002. Physical & human geography. In: The Gulf Ecosystem health and sustainability. Khan, N.Y, Muna War, M., Price. A.R.G (Eds). Balchuys Publisher. Leiden.
- Massoud, M.S.; Al-Abdali, F.; Al-Ghahban, A.N. & Al-Sarawi, M. 1996. Bottom sediments of the Arabian Gulf-II. TPH and TOC contents as indicators of oil pollution

- and implications for the effect and fate of the Kuwait oil sluck. *Environ. Pollut.*, 93:271-284.
- Mrille, G.; Asia, L.; Guiliano, M.; Malleret, L. & Doumenq, P. 2007. Hydrocarbons in coastal sediments from the Mediterranean sea (Gulf of Fos area, France), 54:566-575.
- MOOPAM. The Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME) third edition. Kuwait. State of Kuwait. 1999. ROPME.
- Nemirovskaya, I.A. 2006. Hydrocarbons in the water and bottom sediments of a region with continuous petroleum contamination, 10:101-115.
- Nishigima, F.N.; Weber, R.R. & Bicego, M.C. 2001. Aliphatic and aromatic hydrocarbon in sediment of Santos and Canaieia, Sp, Brasil, 42:1046-1072.
- Norhayati, M.; Tahir, A.R. & Shanmugam, S. 1993. Determination of total hydrocarbon concentration in coastal waters and sediments off the east coast of Malaysia Peninsula. University of Malaysia, 19:67-71.
- Pavia, D.L.; Lampman, G.M.; Kriz, G.S. 1985. Introduction to spectroscopy: A guide for students of organic chemistry (3rd edition). Brooks/Cole Pub Co.
- Pavia, D.L.; Kriz, G.S.; Vyvyan, J.R. & Lampman, G.M. 2008. Introduction to spectroscopy. Cole Pub Co.
- Simoneit, B.R.T. 1977. Diterpenoid compounds and other lipids in deep sea sediments and their geochemical significance. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 41:463-467.
- Food and Agriculture Organization. 1971. The review of the health of oceans. FAO. Rome.
- Tolosa, I. 2005. Aliphatic & aromatic hydrocarbons in marine biota & coastal sediments from the (Persian) Gulf & Gulf of Oman. *Marine Pollution Bulletin*, 5:1619-1633.