Archive of SID

پراکنش TPHs, PAHs و PCBs در رسوبات منطقه مشرف به واحد آب شیرین کن مستقر در بندرلنگه

سیده لیلی محبی نوذر[۱]، محمد صدیق مرتضوی[۱]، کاظم خدادادی جوکار[۱]، جبروت قنبری باغستانی[۲]

۱. بخش اکولوژی، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرعباس، استان هرمزگان
lmohebbi@yahoo.com

۲. شرکت آب و فاضلاب روستایی، بندرعباس، استان هرمزگان

چکیده

آلاینده های آلی از مهمترین آلاینده های زیست محیطی هستند زیرا دارای زمان ماندگاری طولانی هستند و براحتی از محیط زیست حذف نمی گردند. همچنین این ترکیبات دارای خاصیت تجمع بیولوریکی هستند و می توانند وارد زنجیره غذایی دریایی و نهایتا بدن مصرف کنندگان محصولات دریایی گردند. غلظت آلاینده های نفتی کل (TPHs)، پلی آروماتیک هیدروکربنها (PAHs) و پلی کلره بی فنیلها (PCBs) و همچنین بافت رسوبات و درصد کربن آلی رسوبات منطقه مشرف به یکی از واحدهای آب شیرین کن مستقر در بندرلنگه در دو فصل کم و پر باران اندازه گیری شد. محدوده تغییرات PAH و PCB ها به ترتیب از ۴۶/۱۴ تا ۱۱۷/۲ و از ۳/۶۸ تا ۷/۲۹ نانو گرم بر گرم وزن خشک رسوب بوده است. در حالیکه حداقل و حداکثر مقادیر اندازه گیری شده برای TPH ها به ترتیب ۰/۰۷ و ۱/۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک رسوب می باشد. غلظت آلاینده ها کمتر از مقادیر استاندارد جهانی بوده است. نسبت های مولکولی تایید کننده حضور منابع پتروژنیک و پیروژنیک برای پلی آروماتیک هیدروکربنها می باشد. از میان کانجنرهای پلی کلره بی فنیلها، کانجنر شماره ۱۵۳ دارای بیشترین فراوانی است. با توجه به نیازمندی برای افزایش واحدهای آب شیرین کن در کشورمان، پایش مداوم آلاینده های آلی و معدنی در واحدهای شیرین سازی ضروری می باشد.

کلمات کلیدی: آلاینده های آلی، رسوبات، آب شیرین کن، بندرلنگه، خلیج فارس

مقدمه

آب شیرینکنها بر اساس نوع فرآیند عملکرد و محل استقرار می توانند دارای اثرات زیست محیطی متفاوتی باشند. در آب شیرینکنهای مستقر در سواحل، آلودگی آب از مهمترین چالشهای زیست محیطی محسوب می گردد. تلخاب حاصل از عملکرد آب شیرینکنها بر شوری، دما و کدورت آبهای ساحلی اثر گذار است. علاوه بر آن، مواد سمی متنوعی نیز در آبهای ساحلی آزاد می گردند که در فرآیند نمک زدایی آب شور در واحدهای آب شیرین کن استفاده می گردد. از مهمترین جوانب اثرگذاری واحدهای آب شیرینکن بر محیط های دریایی می توان به مکش و تلف شدن ارگانیسم های دریایی همانند فیتوپلانکتونها و لارو آبزیان در طی فرآیند برداشت آب اشاره نمود (Mackey و همکاران ۲۰۱۱).

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه خلیج فارس با میانگین بارندگی کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در سال از نواحی خشک محسوب می گردد (Al Hashemi و همکاران ۲۰۱۴). این منطقه دارای اندک منابع آب زیر زمینی است. فقر منابع آب شیرین منجر به رویکر شدید کشورهای همسایه خلیج فارس به بهره برداری از منابع آب دریا برای تهیه آب شیرین شده است. کویت اولین عضو شورای همکاری کشورهای عرب خلیج فارس (GCC) است که در نیمه های قرن بیستم از تکنولوژی شیرین سازی آب بهره برد. آز آن زمان تا کنون تعداد واحدهای آب شیرین کن در منطقه خلیج فارس در حال افزایش است. اطلاعات مربوط به تعداد و ظرفیت واحدهای مستقر در کشورهای عربی همسایه خلیج فارس در جدول ۱ دیده می شود (Al Hashemi و همکاران ۲۰۱۴).

جدول ۱: تعداد و ظرفیت واحدهای آب شیرین کن در کشورهای عربی حاشیه خلیج فارس

	تعداد واحدها	ظرفیت تولیدی (m^3/d)	جمعیت
UAE	۴۹۲	۹۳۵۸۴۹۲	۹۲۰۵۶۵۱
KSA	۲۶۶۴	۱۳۰۸۰۴۹۷	۲۸۲۹۰۰۰۰
Qatar	۱۳۹	۱۸۳۲۷۶۲	۲۰۳۵۱۰۶
Oman	۱۸۴	۱۰۹۴۷۴۰	۳۸۶۹۸۷۳
Kuwait	۸۸	۳۰۲۳۳۶۹	۳۲۵۰۵۰۰
Bahrain	۱۶۵	۱۱۱۳۰۰۱	۱۳۱۸۰۰۰
Total	۳۷۳۲	۲۹۵۰۲۸۶۱	۴۷۹۶۹۱۳۰

در حال حاضر، تعداد واحدهای تصفیه و شیرین سازی آب دریا در استان ساحلی هرمزگان نسبت به کشورهای همسایه اندک می باشد. اما توسعه ناپایدار این واحدها بدون انجام ارزیابیهای عمیق زیست محیطی در مورد محل استقرار و اثرات زیست محیطی آنها می تواند منجر به نتایجی نامطلوب و غیر قابل جبران گردد. در حال حاضر می توان مدعی شد که کمتر تحقیقی به وضعیت زیست محیطی و آلاینده های محیط زیست دریایی مناطق مشرف به واحدهای آب شیرین کن مستقر در استان هرمزگان پرداخته است. لذا در پژوهش حاضر غلظت آلاینده های نفتی کل (TPHs)، پلی آروماتیک هیدروکربنها (PAHs) و پلی کلره بی فنیلها (PCBs) در رسوبات سطحی منطقه مشرف به یکی از واحدهای آب شیرینکن مستقر در بندر لنگه پرداخته است.

روش کار

نمونه های رسوب در اسفند ۱۳۸۸ و شهریور ۱۳۸۹ در زمان مد از محل ریزش پساب آب شیرین کن و همچنین ایستگاههایی با فواصل ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متری محل ریزش جمع آوری شدند که به ترتیب با زیرنویس های صفر،

www.SID.ir

Archive of SID

۱، ۲ و ۳ در جدول ۱ نشان داده شده اند. رسوبات سطحی به کمک نمونه گیر مدل ون ون با ابعاد ۶۰ × ۳۰ × ۲۰ سانتی متر ، وزن ۵ کیلوگرم و سطح مقطع ۲۵۰ سانتی متر مربع با سه بار تکرار جمع اوری شدند. نمونه ها پس از جمع آوری در ظرفی تمیز مخلوط و همگن شده و زیر نمونه هایی برای آنالیز بافت، میزان مواد آلی و آلاینده های آلی تهیه شده و تا زمان انتقال به آزمایشگاه در پودر یخ نگهداری شدند. رسوبات جمع آوری شده برای آنالیز TPHs، PAHs و PCBs در دستگاه فریز درایر خشک شده و بخش ریزتر از ۲ میلی متر تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- سانتی گراد نگهداری شدند (USEPA ۲۰۰۱).

بافت رسوبات با هیدرومتر مدل ۱۵۲H ، ASTM- E۱۰۰ تعیین گردید (Gavlak و همکاران ۲۰۰۳). برای تعیین محتوای مواد آلی رسوبات از روش اکسیداسیون کربن آلی با کرومیک اسید استفاده گردید (MOOPAM ۲۰۰۵ و FAO ۱۹۷۵).

جدول شماره ۱: مشخصات ایستگاههای نمونه برداری

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	علامت اختصاری
۲۶° ۳۴' ۰۹/۴"	۵۴° ۵۴' ۲۰/۲"	WD۰
۲۶° ۳۳' ۵۶/۴۲"	۵۴° ۵۴' ۳۳/۵۵"	WD۱
۲۶° ۳۳' ۴۳/۳۹"	۵۴° ۵۴' ۴۲/۱۴"	WD۲
۲۶° ۳۳' ۳۰/۴۳"	۵۴° ۵۴' ۵۴/۱۷"	WD۳

استخراج هیدروکربن ها پس از افزایش استانداردهای داخلی به مقدار ۱۰ گرم رسوب، با ۴۰ میلی لیتر حلال مخلوطی از هگزان نرمال و دی کلرومتان (۵۰ : ۵۰) در دستگاه ماکروویو انجام پذیرفت. برای حذف آلودگی های احتمالی گوگرد از مس فعال استفاده گردید. نمونه استخراج شده برای سنجش آلاینده های پلی آروماتیک هیدروکربنها و پلی کلره بی فنیلها به دو قسمت تقسیم گردید. جداسازی زیرگروههای مختلف PAH و PCB ها به ترتیب به کمک ستون سیلیکا- آلومینا و سیلیکا صورت پذیرفت. در آنالیز PAH و PCB ها، گاز حامل هلیم با فلوریت ۱/۵ میلی لیتر بر دقیقه و ستون ۰/۲۵ µm × ۳۰m × ۰/۲۵ µm، HP -۵ ms به کار گرفته شد.

در آنالیز دستگاهی GC ، دمای محل تزریق به ترتیب برای PAHs و PCBs در ۲۷۰ و ۲۹۰ درجه سانتی گراد تنظیم گردید. برنامه دمایی ستون در آنالیز PAHs از ۶۰ درجه سانتی گراد برای مدت یک دقیقه آغاز گردید. سپس به ترتیب با ۳ و ۴ درجه سانتی گراد بر دقیقه به ۱۰۰ و ۲۸۵ درجه سانتی گراد افزایش یافت و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۸۵ درجه سانتی گراد نگه داشته شد.

دمای اولیه ستون در آنالیز PCBs، ۸۰ درجه سانتی گراد با زمان توقف ۱/۵ دقیقه بود. سپس با نرخ ۴۰، ۱۰ و ۴ درجه سانتی گراد بر دقیقه به ترتیب به ۱۶۰، ۱۷۰ و ۲۵۰ سانتی گراد افزایش یافت. افزایش دما به ۳۰۰ درجه سانتی گراد با ۸ درجه سانتی گراد بر دقیقه صورت پذیرفت و به مدت ۱۰ دقیقه در این دما نگه داشته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

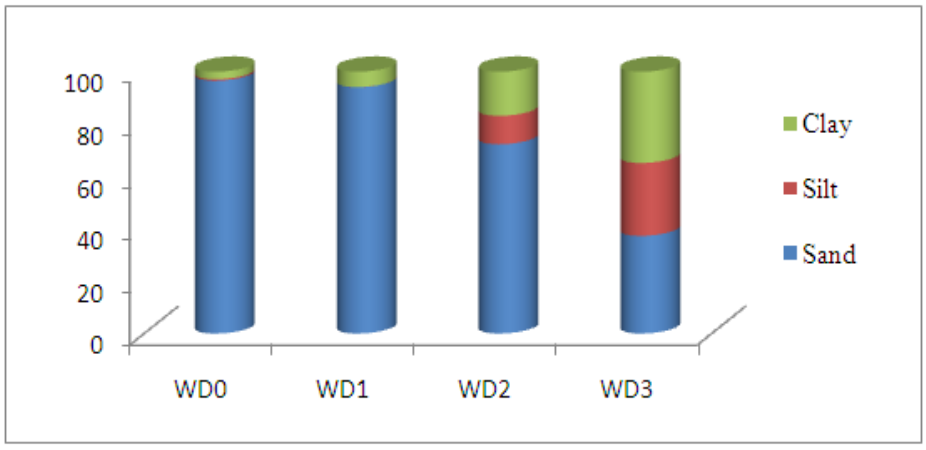
در بخش MS آنالیز بر اساس شیوه SIM (Single Ion Monitoring) صورت پذیرفت. در سنجش PCB و PAHها به ترتیب از M/Z های ۲۵۶، ۲۹۲، ۳۲۶، ۳۶۰، ۳۹۴ و ۱۲۸، ۱۵۲، ۱۵۴، ۱۶۶، ۱۷۸، ۲۰۲، ۲۲۸، ۲۵۲، ۲۷۶، ۲۷۸ استفاده گردید.

تجزیه دستگاهی کل هیدروکربن های نفتی بوسیله دستگاه UVF و در طول موج های جذب ونشر به ترتیب ۳۱۰ و۳۶۰ نانومتر و با به کارگیری chrysene به عنوان ماده استاندارد انجام پذیرفت (MOOPAM ۲۰۰۵).

در تجزیه آماری داده ها از نرم افزار SPSS ۲۰ استفاده گردید.

نتیجه گیری

داده های حاصل از آنالیز بافت رسوبات منطقه نشان می دهد که اختلاف معنی داری مابین دو نوبت نمونه برداری دیده نمی شود ($p<۰/۰۵$) و بافت شنی (از ۲۰۰۰ تا ۵۰ میکرو متر) بر بافت ماسه ای (از ۵۰ تا ۲ میکرو متر) و رسی (زیر ۲ میکرو متر) در رسوبات محل ریزش پساب و در هر ۳ ایستگاه نمونه برداری با فواصل ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متری از ساحل غالب می باشد (شکل ۱). رسوبات منطقه مورد مطالعه دارای درصد فراوانی ۱۴/۳۶ ± ۱۵/۱، ۱۳/۰۸ ± ۹/۸۲ و ۷۵/۰۸ ± ۲۷/۲۸ به ترتیب برای بافت رسی، ماسه ای و شنی بوده اند.



شکل ۱: بافت رسوبات منطقه مشرف به واحد آب شیرین کن

محتوای کربن آلی رسوبات به تفکیک ایستگاههای نمونه برداری در جدول ۳ دیده می شود. اختلاف معنی داری مابین دو نوبت نمونه برداری توسط بررسیهای آماری تایید نشد ($p>۰/۰۵$).

جدول ۳: پراکنش کربن آلی در ایستگاههای مطالعه شده

ایستگاه	WD۰	WD۱	WD۲	WD۳

www.SID.ir

Archive of SID

درصد کربن آلی	۰/۱۸ ± ۰/۰۱	۰/۱۸ ± ۰/۲۰	۰/۶۶ ± ۰/۰۸	۰/۶۲ ± ۰/۶۴

جدول ۴ در بر گیرنده داده های حاصل از سنجش آلاینده های آلی TPHs، PAHs و PCBs به تفکیک ایستگاهها و نوبت های نمونه برداری در ناحیه مشرف به آب شیرین کن است.

جدول ۴: غلظت آلاینده ها بر حسب وزن خشک رسوبات

	TPHs (µg/g)		PAHs (ng/g)		PCBs(ng/g)	
	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان
WD۰	۰/۱۴ ± ۰/۰۶	۱/۱۵ ± ۰/۰۴	± ۱۴/۱۷ ۵۲/۳۴	± ۱۳/۶۷ ۸۹/۶۹	۳/۶۸ ± ۴/۴۲	۳/۷۴ ۳۱
WD۱	۰/۰۷ ± ۰/۰۲	۰/۴۸ ± ۰/۰۲	۴۶/۱۴ ± ۴/۷۲	۷۷/۴۴ ± ۴/۲۲	۵/۰۴ ± ۰/۰۲	۵/۵۷ ± ۰/۶۷
WD۲	۰/۱۷ ± ۰/۵۰	۱/۵ ± ۰/۱	۶۹/۶۷ ± ۸/۹۳	۶۴/۸۳ ± ۷/۴۹	۶/۰۳ ± ۰/۵۶	± ۲/۱۸ ۷/۲۹
WD۳	۰/۲ ± ۰/۰۱	۱/۳۲ ± ۰/۰۷	۹۱/۷۹ ± ۹/۵۷	۱۱۷/۲ ± ۸/۶۹	۷/۲۱ ± ۰/۰۲	۶/۷۱ ± ۰/۷

جدول ۵ نشاندهنده مقادیر استاندارد جهانی برای کیفیت رسوبات است. همچنین مقادیر گزارش شده (Mohebbi-Nozar و همکاران ۲۰۱۴) در نواحی شاهد و به دور از منبع آلاینده شهری و صنعتی نیز در این جدول آورده شده است.

جدول ۵: مقادیر استاندارد کیفیت رسوبات بر حسب نانوگرم بر گرم وزن خشک

	ERL	ERM	TEL	PEL	مقدار در نواحی شاهد
∑PCBs	۲۲/۷	۱۸۰	۲۱/۶	۱۸۹	۵/۱ ± ۳/۸
∑PAHs	۳۵۰۰	۲۳۵۸۰	۸۷۰	۸۰۴۰	۷۷ ± ۱۷
TPHs (µg/g)					۰/۰۶ – ۰/۴۸

مقایسه اطلاعات جداول ۴ و ۵ نشان دهنده آن است که حداکثر مقدار گزارش شده برای پلی آروماتیک هیدرو کربنها در فاصله ۱۵۰۰ متری با مقدار ۱۱۷/۲ نانوگرم بر گرم وزن خشک است. این مقدار کمتر از حداقل مقادیر استاندارد جدول ۵ است. اما پاره ای از مقادیر اندازه گیری شده جدول ۴ با غلظت پلی آروماتیک هیدرو کربنها در نواحی شاهد استان هرمزگان (جدول ۵) برابری می کند و یا بیشتر می باشند. وضعیت مشابهی برای آلاینده های کلره PCB دیده می شود. در کل می توان بیان نمود که غلظت های مشاهده شده کمتر از آنچه است که برای واحد صنعتی مانند واحد آب شیرین کن انتظار می رود. از دلایل این امر می توان به بافت رسوبات منطقه اشاره نمود. همانگونه که شکل ۱ نشان می دهد رسوبات این منطقه به طور میانگین دارای ۷۵ درصد شن هستند، غلظت شن در محل ریزش به ۹۰

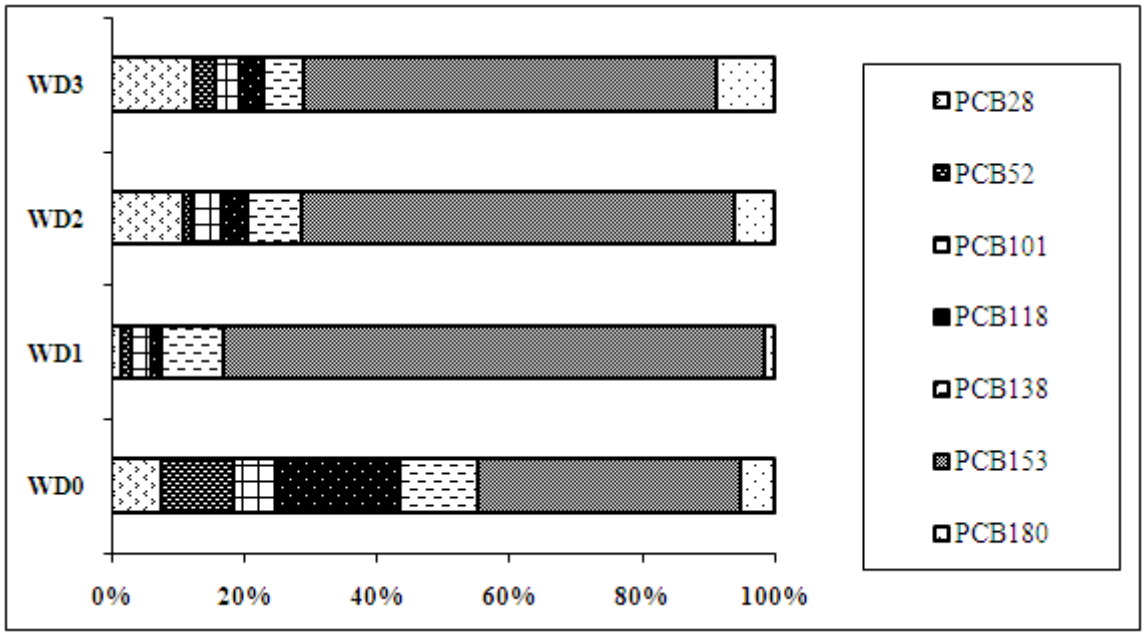
www.SID.ir

Archive of SID

درصد می رسد. سطح کل رسوبات با ذرات درشت نسبت به رسوبات با اندازه ذرات کوچک کمتر و همچنین دارای توانایی کمتر در نگهداری مواد آلی هستند. در ایستگاههای با فاصله ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متری که دارای درصد شن کمتر هستند، غلظت TPHs، PAHs و PCBs افزایش یافته است.

نسبت های مولکولی Ant/(Ant+Phe) و Flr/(Flr+Pyr) بیانگر مشارکت همزمان منابع پتروژنیک و پیروژنیک در اکوسیستم دریایی استان هرمزگان است که نتیجه ای قابل قبول با توجه به فعالیت واحدهای صنعتی و همچنین فعال بودن پدیده قاچاق سوخت در استان است (Liu و همکاران ۲۰۰۹، Zakaria و همکاران ۲۰۰۲، Eghtesadi-Araghi و Farzadnia ۲۰۱۱).

توزیع کانجنرهای پلی کلره بی فنیلهای آنالیز شده در شکل ۲ دیده می شود. بیشترین فراوانی مربوط به کانجنر ۱۵۳ می باشد و سپس با کانجنرهای ۱۱۸، ۱۸۰ و ۱۳۸ دنبال می شود.



شکل ۲: پراکنش کانجنرهای پلی کلره بی فنیلها

این نتیجه ای قابل انتظار با توجه به استفاده دراز مدت از محصول تجاری Clophen A۶۰ در صنایع ایران است که توسط Zahed و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است.

در یک جمعبندی می توان گفت که بر اساس دیدگاههای توسعه دریا محور به استان هرمزگان و همچنین کمبود منابع آب شیرین در استان، در حال حاضر نیاز جدی به توسعه واحدهای آب شیرین کن احساس می گردد. به منظور فرآهم نمودن بستری مناسب برای توسعه پایدار با حداقل اثرات نامطلوب، انجام ارزیابیهای زیست محیطی کارآمد برای واحدهای در حال احداث و پایش شرایط برای واحدهای فعال موجود ضرورتی اجتناب ناپذیر می باشد.

منابع

www.SID.ir

Archive of SID

Al Hashemi R, Zarreen S, Al Raisi A, Al Marzooqi FA, Hasan SW. (2014). A Review of Desalination Trends in the Gulf Cooperation Council Countries. International Interdisciplinary Journal of Scientific Research 1(2). 72-96.

Eghtesadi-Araghi P. Farzadnia S.(2011). Petroleum inputs to the Persian Gulf. Res. J. Environ. Sci. 5(2), 134- 41.

FAO, 1975. Manual of methods in aquatic environment research 1-Methods for detection, measurement and monitoring of water pollution, Roms, Food and Agriculturs Organization of the United Nations.

Gavlak R, Horneck D, Miller R O, Kotuby-Amacher J. (2003). Soil, plant and water reference methods for the western region. [e-book] WCC-103 Publishers. Available at: Google books < http://isnap.oregonstate.edu/WERA_103/Methods/WCC-103-Manual-2003-Table%20of%20Contents-pdf.PDF> [Accessed 9 June 2010].

Liu Y, Chen L, Huang Q, Li W, Tang Y. Zhao J. (2009). Source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments of the Huangpu River, Shanghai, China. Sci Total Environ. 407(8), 2931-8.

Mackey ED, Pozos N, Wendle J, Seacord T, Hunt H, Mayer DL. (2011). Assessing Seawater Intake Systems for Desalination Plants. Denver, Colorado: Water Research Foundation.

Mohebbi-Nozar SLM, Ismail WR, Zakaria MP. (2014). Distribution, Sources Identification, and Ecological Risk of PAHs and PCBs in Coastal Surface Sediments from the Northern Persian Gulf. Hum. Ecol. Risk Assess. 20(06): 1507 - 20.

MOOPAM (Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analyses Methods), 2005. Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analyses Methods, Kuwait, Regional Organization for the Protection of the Marine Environment.

USEPA, 2001. Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: Technical manual (EPA-823-B-01-002), Washington, office of science and technology, office of water, DC: US Environmental Protection Agency.

Zahed M, Nabi Bidhendi G, Pardakhti A, Esmaili-Sari A. Mohajeri S. (2009). Determination of polychlorinated biphenyl congeners in water and sediment in North West Persian Gulf, Iran. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 83(6), 899-902.

Zakaria M P, Takada H, Tsutsumi S, Ohno K, Yamada J, Kouno E. Kumata H. (2002). Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in rivers and estuaries in Malaysia: a widespread input of petrogenic PAHs. Environ Sci. Technol. 36(9), 1907-18.

www.SID.ir