Archive of SID

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

خرچنگ منزوی (*Clibanarius signatus*) به‌عنوان شاخص زیستی در مواجه با هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) در سواحل شمالی دریای مکران

محمود سینایی[1*]
مهران لقمانی[2]
مهدی بلوکی[3]

۱. گروه شیلات، واحد چابهار، دانشگاه آزاد اسلامی، چابهار، ایران
۲. گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی، چابهار، ایران
۳. معاونت دریایی سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران

***مسئول مکاتبات:**
oceanography.sina@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۷۰۲۰۶۲۰
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۲
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی

چکیده

وجود ترکیبات آروماتیک چند حلقه‌ای در بوم‌سازگان‌های دریایی با توجه به اثرات سرطان‌زایی و ایجاد جهش‌های ژنتیکی و کشندگی در موجودات، از اهمیت مطالعاتی بالایی برخوردارند. بدین‌جهت، میزان تجمع ترکیبات مختلف هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در بافت هپاتو پانکراس خرچنگ منزوی (*Clibanarius signatus*) در ۱۰ ایستگاه و در طول سواحل شمال دریای مکران و در سال ۱۳۹۶ موردمطالعه قرار گرفت. تعیین مقادیر ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای توسط دستگاه HPLC صورت پذیرفت. میزان غلظت کل ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در بافت هپاتوپانکراس بین ۱۹/۱۱-۶۲/۲۲ نانوگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد. بالاترین مقدار آلودگی به این ترکیبات در ایستگاه خلیج چابهار و کمترین آن در ایستگاه پسابندر مشاهده شد و آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه اختلاف معنی‌داری میان کل ایستگاه‌ها نشان داد ($P<0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد که مقادیر اندازه‌گیری شده از هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای از استاندارد بین‌المللی NOAA برای موجودات دریایی پایین‌تر است. حضور ترکیبات با تعداد حلقه‌های کم بیانگر غالب بودن آلاینده‌هایی با منشأ پتروژنیک است. نتایج این مطالعه بیانگر و تأییدکننده استفاده از خرچنگ منزوی (*C. signatus*) به‌عنوان شاخص زیستی عوامل آلاینده به‌ویژه ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در سواحل است.

واژگان کلیدی: هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای، دریای مکران، خرچنگ منزوی، *Clibanarius signatus*.

مقدمه

هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای یکی از سمی‌ترین ترکیبات آلی محسوب شده که دارای رفتار بسیار پیچیده‌ای در طبیعت هستند (Abdel-Rahman *et al.*, 2002). به دلیل خاصیت سرطان‌زایی و جهش‌زایی، این ترکیبات به‌عنوان یکی از آلاینده‌های مهم و خطرناک در لیست سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا (EPA) قرارگرفته‌اند (Chimezie *et al.*, 2005). سالانه در حدود ۴۳۰۰۰ تن از این ترکیبات وارد اتمسفر و در حدود ۲۳۰۰۰۰ تن به اشکال مختلف وارد محیط‌های آبی می‌گردند (CCME, 2010). آلاینده‌های آلی نظیر هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای به میزان قابل‌توجهی توسط آبزیان جذب می‌شوند (Tolosa *et al.*, 2005). به دلیل خاصیت چربی‌دوستی، این ترکیبات به میزان بیشتری در بدن موجودات آبزی نسبت به ستون آب یافت می‌شوند (Zuloaga *et al.*, 2009) اما بخش عمده‌ای از هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در اکوسیستم‌های آبی با جذب توسط ذرات معلق موجود در آب، رسوب‌کرده و بر جوامع کف زی اثر

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

می‌گذارند (Valavanidis *et al.*, 2008). بالا رفتن میزان این عناصر به دلایل گوناگون از حد استاندارد، باعث به مخاطره افتادن حیات آبزیان می‌شوند، زیرا سبب بر هم خوردن تعادل بوم‌سازگان و نابودی تدریجی اکوسیستم‌های آبی می‌گردند (Canli and Atli, 2003).

خرچنگ‌های منزوی متعلق به شاخه سخت‌پوستان و از خانواده Paguroidea می‌باشند که تاکنون حدود ۱۱۰۰ گونه از آن‌ها شناسایی‌شده است. این گروه از آبزیان برای حفاظت از بافت نرم سطح شکمی خود نیازمند استفاده از صدف‌های خالی شکم پایان هستند (Bilock and Dunbar, 2009; MacLaughlin *et al.*, 2010). خرچنگ‌های منزوی از اجزاء مهم ساختار جوامع (Macrozoobentic) در مناطق جزرومدی و زیر جزرومدی در سراسر جهان محسوب می‌شوند (Turra *et al.*, 2002; Biagi *et al.*, 2006) و در هرم غذایی در نزدیکی سطوح اولیه زنجیره غذایی قرار می‌گیرند (Squires *et al.*, 2001). با توجه به ساکن بودن و یا حرکات بسیار آرام، مقاومت بالا در برابر تغییرات محیط، توانایی تجمع زیستی عوامل آلاینده و پراکنش مناسب خرچنگ منزوی می‌تواند گزینه مناسبی به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی محیط‌های آبی در نظر گرفته شود (Curtis *et al.*, 2003). خرچنگ‌های منزوی با تغییر و یا اصلاح عملکرد متابولیک خود نسبت به ورود ترکیبات آلاینده واکنش نشان می‌دهند. به دلیل اینکه بافت هپاتوپانکراس تمایل به تجمع این ترکیبات آلاینده دارد (Marcovecchio and Moreno, 1993) به‌عنوان بافت هدف جهت بررسی میزان آلایندگی این‌گونه خرچنگ منزوی به PAHs انتخاب گردید، همچنین در کنار شریان خون، این بافت محل اصلی دریافت خون از سایر دستگاه‌ها محسوب می‌گردد. این وضعیت باعث می‌گردد این بافت به‌عنوان نخستین بافت جهت متابولیزه کردن مواد و همچنین دریافت مواد سمی محسوب گردد. این بافت توانایی تجزیه مواد سمی را نیز دارا هست. بااین‌حال افزایش سطوح سمی منجر به بروز آسیب در این بافت می‌گردد. بنابراین این بافت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ترجمان‌های سمیت زدایی بدن و ارگان هدف انواع مختلف آلاینده‌های خارجی محسوب می‌گردد (Curtis *et al.*, 2003).

دریای مکران (عمان) یکی از اکوسیستم‌های آبی مهم با ذخایر غنی گیاهی و جانوری، به‌عنوان یکی از منابع ارزشمند محیط‌زیست با بیشترین تنوع زیستی مطرح هست (شکیبا آزاد و همکاران، ۱۳۸۶). شرایط ویژه اقتصادی حاکم بر منطقه و برنامه‌های توسعه‌ای در سواحل شمالی آن سبب افزایش تراکم جمعیت انسانی در نزدیکی سواحل، توسعهٔ سریع صنایع مختلف خصوصاً صنایع آبزی‌پروری، ایجاد لنگرگاه‌ها و بندرها و به دنبال آن افزایش فعالیت‌های کشتیرانی گردیده است. درواقع، بار آلودگی ناشی از منابع فوق‌الذکر و تغییر محتمل ساختار تنوع زیستی منطقه ازجمله تبعات منفی این فعالیت‌ها بشمار می‌رود؛ بنابراین ضروری است تا با ارتقاء ارکان مدیریت زیست‌محیطی منطقه در جهت حفظ این اکوسیستم آبی گام‌های مدیریتی کلیدی شکل داد تا روند و آهنگ توسعه همگام با ظرفیت‌ها و قابلیت‌های محیطی و اکولوژیکی تحقق یابد. از سوی دیگر، در سواحل شمالی دریای عمان که سواحل استان هرمزگان و سیستان و بلوچستان را پوشش می‌دهد، عمدتاً فعالیت‌های تحقیقاتی صورت گرفته در مورد عوامل آلاینده منحصراً در محدوده استان هرمزگان بوده و مطالعات انجام‌شده در بخش شرقی دریای عمان در محدوده استان سیستان و بلوچستان صرفاً در منطقه خلیج چابهار تمرکزیافته است. از معدود مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته است می‌توان به بررسی غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در آب و رسوبات خلیج چابهار توسط Agah و همکاران در سال ۲۰۱۶ اشاره نمود. بااین‌حال تحقیقات جامعی در این زمینه و در سواحل شمالی دریای عمان صورت نگرفته است. ازاین‌رو این تحقیق باهدف بررسی میزان آلودگی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در خرچنگ منزوی (*C. signatus*) به‌عنوان شاخص زیستی در سواحل شمالی دریای مکران و مقایسه آن با استانداردهای جهانی صورت گرفته است.

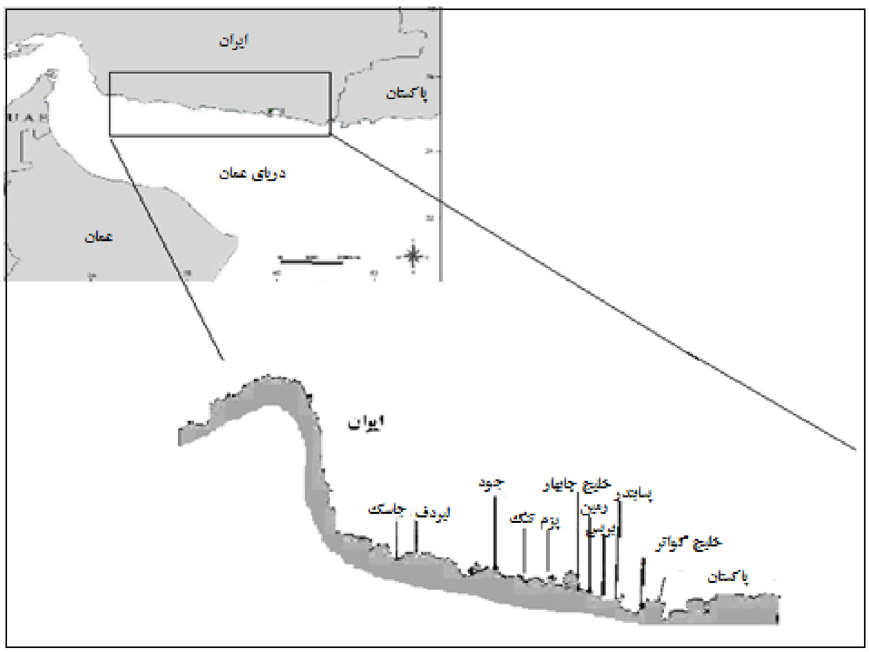
مواد و روش‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

نمونه‌برداری از ده ایستگاه واقع در سواحل شمالی دریای مکران در طی پاییز ۱۳۹۶ انجام گردید (شکل ۱، جدول ۱). نمونه‌برداری از خرچنگ منزوی (*C. signatus*) به چند روش (با استفاده از تور پرتابی، تور ساچوک، صید مستقیم به‌وسیله دست) و با حداقل آسیب و استرس به خرچنگ صورت گرفت. از هر ایستگاه تعداد ۳۰ عدد خرچنگ صید و تحت شرایط فریز شده به آزمایشگاه انتقال یافتند. بافت هپاتوپانکراس خرچنگ جهت سنجش میزان هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای جداسازی و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری گردید. بافت هپاتوپانکراس خرچنگ جهت هضم در محلول KOH اتانولیک ۱ مولار و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت در درون سیستم رفلاکس قرار داده شد. نمونه‌های هضم شده، وارد قیف جداکننده شده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر سیکلوهگزان اضافه گردید. پس از جدا کردن فاز هگزانیک از فاز قطبی، مجدداً فاز قطبی دو بار دیگر توسط سیکلو هگزان شستشو و از ستون حاوی پودر سولفات سدیم انیدروس عبور داده شدند. حجم نمونه‌ها توسط دستگاه تبخیرکن چرخان (مدل Buchi B-490) به ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. نمونه‌ها سپس از ستونی حاوی پودر عبور داده‌شده و سپس ستون در این مرحله توسط ۳ میلی‌لیتر سیکلو هگزان شستشو داده شد. حجم نمونه‌ها مجدداً توسط دستگاه تبخیرکن چرخان کاهش و به حدود ۱ میلی‌لیتر رسانده شد. نمونه‌ها در مجاورت هوا خشک و ۱ میلی‌لیتر استونی‌تر یل به آن‌ها اضافه گردید. نمونه‌ها در این مرحله آماده تزریق به دستگاه HPLC گردیدند (Perugini *et al.*, 2007).



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

جهت آنالیز میزان غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در بافت خرچنگ از دستگاه HPLC مدل Hewlett-Packard 1100 استفاده گردید. تزریق نمونه‌های بافتی خرچنگ از دتکتور فلورسانس استفاده گردید. فاز ساکن استفاده‌شده در دستگاه، ستون فازمعکوس C18 با طول ۲۵ سانتی‌متر ساخت شرکت SepServ بود. فاز متحرک از نوع گرادیانی با ۴۰ درصد آب و ۶۰ درصد استونیتریل شروع‌شده و در مدت ۴۰ دقیقه به ۱۰۰ درصد استونیتریل تغییر می‌یافت. شدت‌جریان فاز متحرک ۰/۷ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. میزان حد تشخیص دستگاه برای نمونه‌های بافتی ۰/۴-۰/۱۸ نانوگرم بر گرم وزن خشک بود. برای تنظیم دستگاه و تعیین غلظت ترکیبات موردنظر از محلول استاندارد (kit

www.SID.ir

Archive of SID

610-N-Supelco 4-7351) استفاده گردید. جهت آزمون کنترل کیفی در بین هر ده نمونه آزمایشی، یک نمونه محلول استاندارد (بلانک) توسط دستگاه آنالیز گردید.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل شمالی دریای عمان در پاییز ۱۳۹۶.

ایستگاه نمونه‌برداری	موقعیت	
	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
خلیج گواتر	61º 27′32 E	25º 08′23 N
پسابندر	E ۶۱°۲۳' ۴۸.۳	N25°42'93.4
بریس	E ۶۱°12' 57.1	N25°65'62.4
رمین	E۶۰°۴۳' ۳۸.۳	N25°15'51.47
خلیج چابهار	E ۶۰°۳۰'۱۴	N 25°26 '31
پزم	E ۶۰° ۴۴' ۱۵	N۲۵°۱۹' ۵۸″
تنگ	E 59°51'47.1	N 25°23'55.5
جود	E 59°29'10.4	N 25°27'56
لیردف	E 57°57'13.4	N 25°41'39
جاسک	E 57°46'57.4	N 25°38'36

تجزیه‌وتحلیل آماری داده با نرم‌افزار SPSS (ویرایش نوزدهم) انجام پذیرفت. از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) جهت تعیین وجود و یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها استفاده شد. جهت تعیین دقیق وجود یا عدم وجود تفاوت معنی‌دار میان ایستگاه‌ها از پس‌آزمون Tukey استفاده شد. اختلاف بین میانگین داده در سطح معنای ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین وجود ارتباط خطی و میزان آن بین مقادیر تجمع زیستی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای و میزان حلالیت آن‌ها در آب از آزمون رگرسیون خطی و همبستگی پیرسون استفاده شد و معادله رگرسیونی آن به دست آمد.

نتایج

بررسی نمونه‌های خرچنگ منزوی (*C. signatus*) جمع‌آوری‌شده در ایستگاه‌های مختلف الگوهای متفاوتی از تجمع زیستی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای را نشان می‌دهد. در جدول۲ مقادیر ثبت‌شده از میزان تجمع زیستی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در بافت هپاتوپانکراس خرچنگ در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داده‌شده است. از بین شانزده ترکیب هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای فقط شش ترکیب (Ch, B(a)A, Py, Fl, Ph, F) در بافت هپاتوپانکراس مشاهده گردید (جدول ۲) که بالاترین میزان غلظت مربوط به ترکیب Py با ۰/۸۳± ۵/۷۶ نانوگرم بر گرم وزن خشک بوده که در ایستگاه خلیج چابهار ثبت گردید. نتایج مربوط به مجموع ۱۶ تایی ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (Σ16PAH) به همراه آنالیز واریانس یک‌طرفه ANOVA در ایستگاه‌های مختلف در شکل ۲ نشان داده‌شده است.

بررسی الگوی پراکنش ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در نمونه‌های زیستی (هپاتوپانکراس) بر اساس تعداد حلقه‌های بنزنی نشان‌دهنده غالبیت ترکیبات چهار حلقه‌ای در بافت خرچنگ در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری است (شکل ۳).

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

Archive of SID

جدول ۲: مقادیر سنجش شده (میانگین ± انحراف معیار) ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در بافت هپاتوپانکراس (نانوگرم بر گرم وزن خشک) خرچنگ منزوی (*Clibanarius signatus*) در پاییز ۱۳۹۶.

PAHs	گواتر	بریس	پسابندر	رمین	خلیج چابهار	خلیج پزم	تنگ	جود	لیردف	جاسک
N	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
AC	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
ACE	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
F	۱/۴۳± ۰/۳۱ ^{a}	nd	nd	۱/۱۴± ۰/۳۳ ^{a}	۲/۳۷± ۰/۵۵ ^{b}	۲/۰۱± ۰/۵۱ ^{ab}	۱/۰۵± ۰/۳۱ ^{c}	۱/۰۱± ۰/۲۸ ^{c}	۱/۰۳± ۰/۳۰ ^{c}	۱/۸۱± ۰/۴۱ ^{abc}
Ph	۲/۵۸ ±۰/۶۰ ^{ad}	۱/۰۴ ±۰/۳۰ ^{b}	۱/۰۳±۰/۳۰ ^{b}	۲/۴۷ ±۰/۶۱ ^{ad}	۳/۴۵ ±۰/۶۷ ^{c}	۳/۰۰ ±۰/۶۰ ^{ac}	۲/۱۶ ±۰/۵۷ ^{d}	۲/۰۰ ±۰/۵۱ ^{d}	۲/۰۱ ±۰/۵۰ ^{d}	۲/۷۶ ±۰/۶۰ ^{ad}
A	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fl	۱/۰ ±۰/۲۰ ^{a}	۰/۹۹ ±۰/۱۷ ^{a}	۰/۹۰ ±۰/۱۷ ^{a}	۱/۱ ±۰/۲۰ ^{a}	۱/۱۲ ±۰/۴۳ ^{a}	۱/۰۲ ±۰/۴۰ ^{a}	۰/۹۵ ±۰/۱۹ ^{a}	۰/۹۰ ±۰/۱۸ ^{a}	۰/۹۴ ±۰/۲۰ ^{a}	۱/۰۰ ±۰/۳۰ ^{a}
Py	۴/۵۶ ±۰/۷۰ ^{ade}	۲/۹۰±۰/۷۶ ^{b}	۲/۸۹±۰/۷۰ ^{b}	۴/۳۷ ±۰/۶۸ ^{ade}	۵/۷۶ ±۰/۸۳ ^{c}	۵/۰۶ ±۰/۶۳ ^{ac}	۴/۰۳ ±۰/۶۱ ^{de}	۳/۶۸ ±۰/۶۱ ^{e}	۴/۰۰ ±۰/۶۰ ^{de}	۴/۸۷ ±۰/۶۰ ^{ade}
B(a)A	۳/۵۸ ±۰/۴۱ ^{abd}	۳/۰۰ ±۰/۳۸ ^{ac}	۳/۱۰ ±۰/۳۴ ^{a}	۳/۲۴ ±۰/۴۱ ^{ad}	۴/۳۴ ±۰/۶۲ ^{bd}	۴/۰۰ ±۰/۵۸ ^{bd}	۳/۰۵ ±۰/۴۵ ^{a}	۲/۶۶ ±۰/۳۸ ^{c}	۳/۰۰ ±۰/۳۹ ^{ac}	۳/۸۴ ±۰/۵۱ ^{d}
Ch	۴/۶۴±۱/۰۰ ^{acd}	۳/۹۰±۰/۹۰ ^{abd}	۳/۲۷±۰/۹۰ ^{b}	۴/۳۲±۱/۰۰ ^{ad}	۵/۵۶±۱/۱۱ ^{c}	۵/۰۶±۱/۱۰ ^{c}	۴/۰۳±۱/۰۰ ^{d}	۳/۵۳±۰/۹۶ ^{b}	۳/۹۸±۰/۹۵ ^{abd}	۴/۸۹±۱/۰۰ ^{ac}
B(b)Fl	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
B(k)Fl	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
B(a)Py	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
IPy	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
DB(ah)A	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
B(ghi)Pe	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Σ PAH	۱۷ /۸۰±۱/۰۰ ^{ade}	۱۱ /۸۳±۰/۹۰ ^{b}	۱۱ /۱۹±۰/۸۱ ^{b}	۱۶ /۶۵±۱/۰۰ ^{a}	۲۲/۶۲±۱/۰۰۸ ^{c}	۲۰ /۲۷±۱/۰۰ ^{ce}	۱۵ /۲۹±۱/۰۰ ^{a}	۱۴ /۰۸±۰/۹۰ ^{d}	۱۴ /۹۶±۰/۹۴ ^{d}	۱۹ /۱۸±۱/۰۰ ^{e}

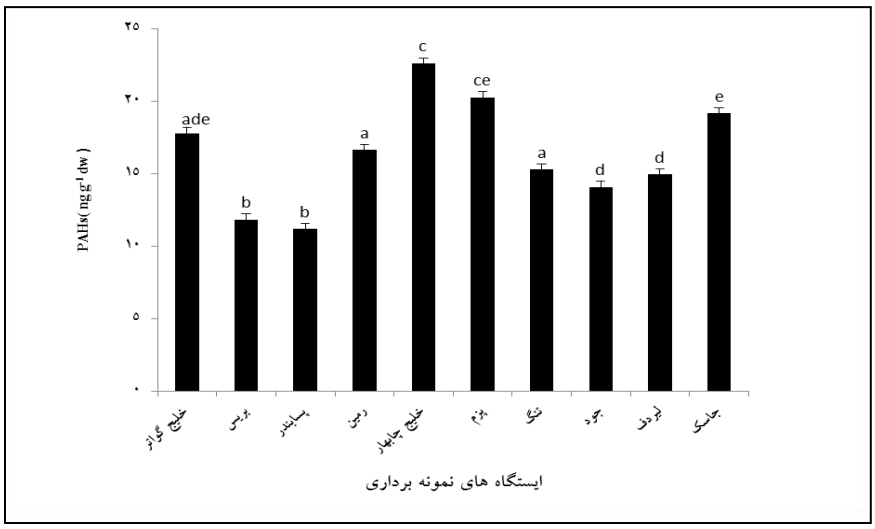
حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در هر ردیف است (P >۰/۰۵) non detected:nd; (نانوگرم بر گرم وزن خشک ۰/۴–۰/۱۸<nd۰)

www.SID.ir

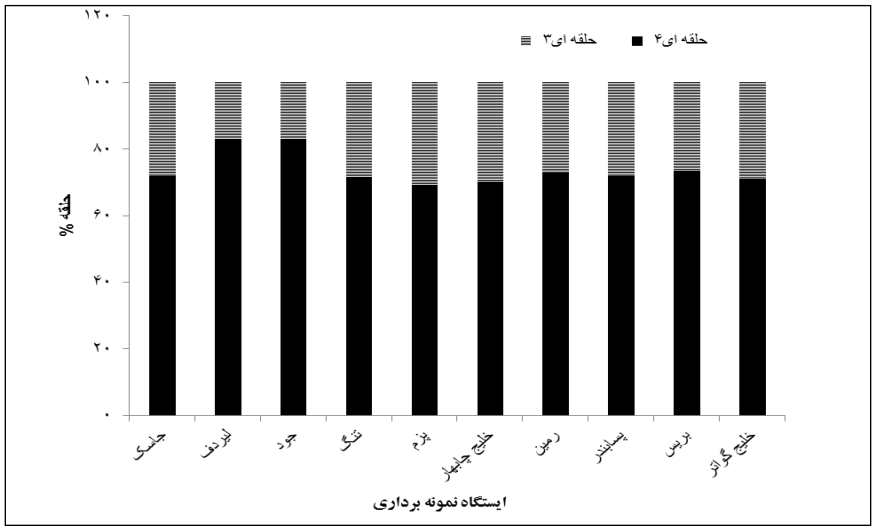
Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

Archive of SID

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020



شکل ۲: مجموع ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌های در بافت خرچنگ منزوی (*Clibanarius signatus*) در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری (پاییز ۱۳۹۶).



شکل ۳: الگوی پراکنش ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در در بافت خرچنگ منزوی (*Clibanarius signatus*) در ایستگاه‌های مختلف(پاییز ۱۳۹۶).

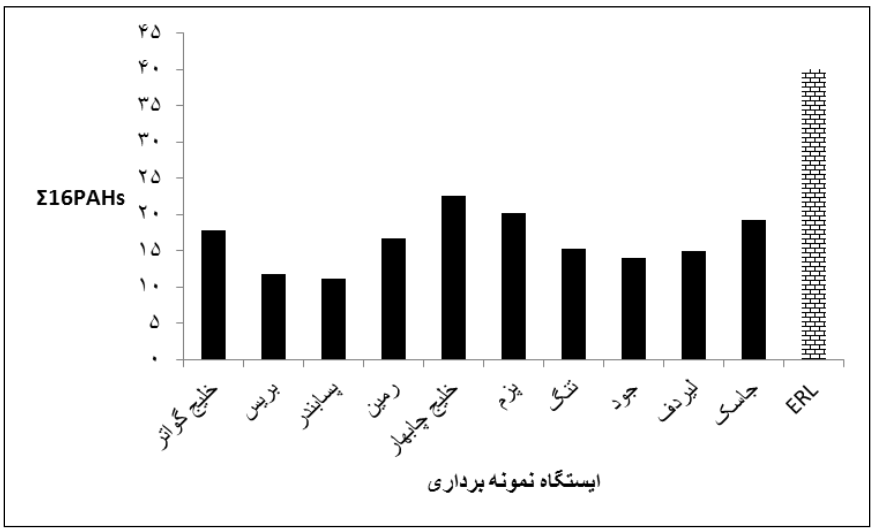
از نسبت‌های فلورانتن/پایرن، کرایسن/بنزو ای آنتراسن جهت تعیین منبع آلاینده هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در منطقه نمونه‌برداری استفاده گردید. نتایج مربوط به نسبت فلورانتن/پایرن در نمونه‌های هپاتو پانکراس کمتر از یک و برای نسبت کرایسن/بنزو ای آنتراسن بیشتر از یک را نشان می‌دهد. اعداد کمتر از یک در نسبت‌های فوق‌الذکر (فلورانتن/پایرن، کرایسن/بنزو ای آنتراسن) بیانگر منشأ پتروژنیک و اعداد بیشتر از یک بیانگر منشأ پیرولیتیک است.

www.SID.ir

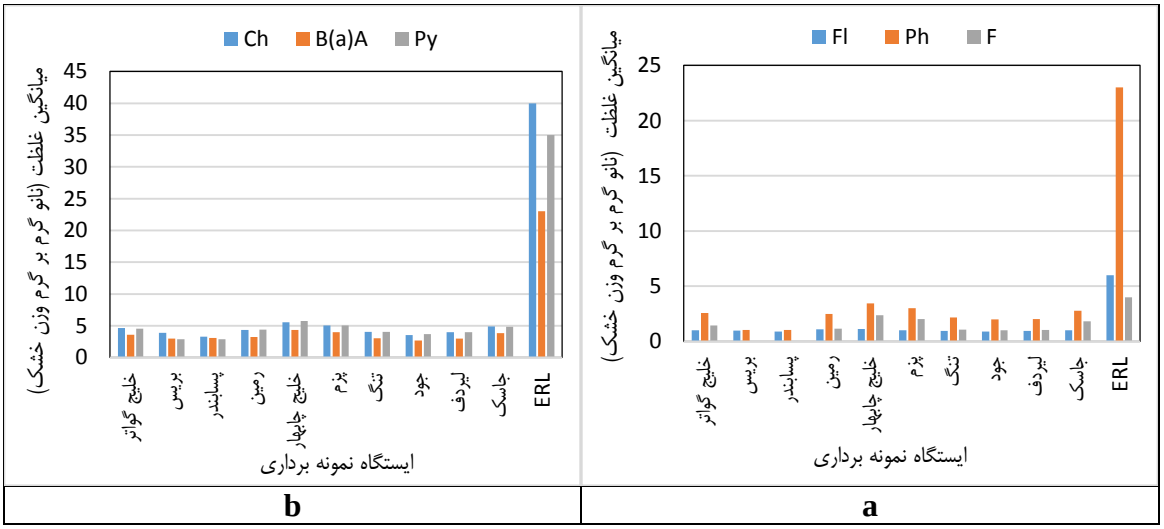
Archive of SID

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

استاندارد مشخصی جهت سخت‌پوستان و به‌ویژه گونه‌های مختلف خرچنگ تاکنون ارائه نگردیده است. بااین‌حال میزان ERL که درواقع حداقل غلظتی که می‌تواند سبب بروز آسیب به بدن موجودات گردد در موجودات دریایی توسط NOAA تعیین گردیده است (Long *et al.*, 1995). میزان غلظت ترکیبات مختلف یافت شده با استاندارد فوق‌الذکر در شکل های ۴ و ۵ مقایسه گردیده است.



شکل ٤: مقایسه میزان مجموع ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای با میزان ERL در بافت خرچنگ منزوی(*Clibanarius signatus*) (پاییز ۱۳۹٦).



b **a**

شکل ٥: (a) مقایسه غلظت ترکیبات فلورن (F) فنانترن (Ph) و فلورانتن (Fl) با میزان ERL و (b) مقایسه غلظت ترکیبات پایرن (Py)، بنزو ای آنتراسن (B(a)A) و کرایسن (Ch) با میزان ERL در بافت خرچنگ منزوی (*Clibanarius signatus*) (پاییز ۱۳۹٦).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

در جدول ۳ رابطه بین حلالیت ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در آب با میزان تجمع زیستی آن‌ها در بافت هپاتوپانکراس خرچنگ منزوی نشان داده‌شده است. نتایج نشان‌دهنده وجود رابطه مثبت قوی بین میزان حلالیت در آب و تجمع زیستی ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در بافت هپاتوپانکراس است، بااین‌حال ارتباط معنی‌دار به‌جز در ایستگاه پسابندر یافت نگردید.

جدول ۳: ضریب تعیین پیرسون و رابطه میان میزان حلالیت و میزان تجمع هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در بافت خرچنگ منزوی (*Clibanarius signatus*) (پاییز ۱۳۹۶).

ایستگاه	میزان همبستگی
خلیج گواتر	R = ۰/۴۸۴ (P >۰/۰۱)
بریس	R = ۰/۵۷۴ (P >۰/۰۱)
پسابندر	R = ۰/۶۲۴ (P <۰/۰۱)
رمین	R = ۰/۴۷۸ (P >۰/۰۱)
خلیج چابهار	R = ۰/۳۹۳ (P >۰/۰۱)
پزم	R = ۰/۴۳۷ (p >۰/۰۱)
تنگ	R = ۰/۴۹۲ (p >۰/۰۱)
جود	R = ۰/۴۵۳ (p >۰/۰۱)
لیردف	R = ۰/۴۹۷ (p >۰/۰۱)
جاسک	R = ۰/۴۵۷ (p >۰/۰۱)

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق تغییرات مقادیر غلظت ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در نمونه‌های زیستی (بافت هپاتوپانکراس) بررسی گردید. در نمونه‌های بافت هپاتوپانکراس بررسی الگوی پراکنش ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای بیانگر حضور میزان بالای ترکیبات با وزن مولکولی کم (ترکیباتی با ساختار سه و چهار حلقه‌ای) است. حضور ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای با وزن مولکولی کم در نمونه‌های بافت هپاتوپانکراس خرچنگ، می‌تواند درنتیجه انتقال متابولیک ترکیبات با وزن مولکولی بالا در این بافت باشد (Meador *et al.*, 1995). به‌طورکلی آبزیان می‌توانند در حدود ۹۹ درصد از ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای را در خلال روزهای اول جذب به متابولیک تبدیل کنند، علاوه بر این نیمه‌عمر زیستی ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای کم است (Meador *et al.*, 1995). این عوامل می‌تواند در تغییر الگوی پراکنش و همچنین میزان این ترکیبات در بافت‌های مختلف آبزیان تأثیرگذار باشد (Curtis *et al.*, 2003; Perugini *et al.*, 2007). نتایج مربوط به روند الگوی پراکنش این ترکیبات در بافت هپاتوپانکراس خرچنگ منزوی (*C.signatus*) همچنین نشان می‌دهد که منشأ عمده و اصلی آلودگی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در این منطقه آلودگی نفتی است. روند مشابهی در رابطه با الگوی پراکنش این ترکیبات، در نتایج حاصل از بررسی توسط Agah و همکاران در سال ۲۰۱۶ در خلیج چابهار گزارش گردید.

غلظت مجموع ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (Σ16PAH) در بافت هپاتوپانکراس خرچنگ (*C.signatus*) بین ۱۱/۸۱ نانوگرم بر گرم وزن خشک (ایستگاه پسابندر) تا ۶۲/ ۲۲ نانوگرم بر گرم وزن خشک (ایستگاه خلیج چابهار) به دست آمد. آبزیانی که در نزدیکی مناطق صنعتی زندگی می‌کنند می‌توانند دارای آلودگی بیشتری باشند. Yan و همکاران (۲۰۰۹) پیشنهاد نمودند که ترکیبات هیدروکربن‌های

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

آروماتیک چند حلقه‌ای با وزن مولکولی مشابه دینامیک انتقال متفاوتی را در شرایط محیطی مختلف از خود نشان می‌دهند. این بدین معنی است که فاکتورهای زیادی در دسترس بودن زیستی این ترکیبات برای خرچنگ در ایستگاه‌های مختلف تأثیرگذار هستند که می‌توان به تغییر در کیفیت غذا در کنار افزایش مصرف اکسیژن اشاره نمود (Abdel-Rahman *et al.*, 2002 ;Lemke and Kennedy, 1997).

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که میزان غلظت ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای از میزان ERL برای موجودات دریایی بسیار کمتر است که این مسئله بیانگر آلودگی پایین این ترکیبات در خرچنگ منزوی به‌عنوان شاخص زیستی آلودگی در سواحل مکران است. نتایج بیانگر وجود ارتباط مثبت ولی غیر معنی‌دار (به‌جز ایستگاه پسابندر) بین میزان حلالیت ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در آب و میزان تجمع زیستی آن‌ها در بافت هپاتوپانکراس خرچنگ منزوی است. نتایج نشان می‌دهد که میزان حلالیت این ترکیبات در آب به‌عنوان یک فاکتور مهم در ورود و جذب به بدن خرچنگ منزوی (*C .signatus*) ایفا نمی‌نماید و سایر عوامل نظیر میزان پراکنش، متابولیسم این ترکیبات در بدن خرچنگ منزوی و نیز نرخ دفع آن‌ها دارای تأثیرگذاری بیشتری می‌باشند (Curtis *et al.*, 2003). به نظر می‌رسد کف زی بودن این موجودات و ارتباط بالای آن‌ها با رسوبات نقش مهمی در وجود عدم رابطه معنی‌دار ایفا نموده است (Curtis *et al.*, 2003; Tolosa *et al.*, 2005). همچنین غالبیت ترکیبات چهار حلقه‌ای (با حلالیت کمتر در آب) نسبت به ترکیبات سه حلقه‌ای (با حلالیت بیشتر در آب) از دیگر عوامل به دست آمدن این نتایج در بررسی روابط میان آن‌ها می‌تواند باشد.

با پیشرفت دانش ژئوشیمی جهت شناسایی منشأ ورودی ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای با توجه به پروسه‌هایی که توسط آن‌ها ایجاد می‌شوند، شاخص‌های مولکولی بر اساس ویژگی پایداری ترمودینامیکی این ترکیبات توسعه پیدا کرده‌اند (Zulgari *et al.*, 2009; Agah *et al.*, 2016; Valavanidis *et al., 2008*). بااین‌حال به دلیل پیچیدگی پارامترهایی که در پراکنش ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در محیط‌زیست نقش دارند، استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های مولکولی ضروری است. علاوه بر این، بررسی الگوی پراکنش ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای بیانگر حضور ترکیبات با وزن مولکولی کم در نمونه‌های مختلف بافت خرچنگ است، حضور ترکیبات با وزن مولکولی کم دلالت بر آلودگی با منشأ نفتی دارد. نکته قابل‌ذکر حاصل از نتایج استفاده از نسبت‌های مختلف در این بررسی این است پارامترهای زیاد و پیچیده‌ای در پراکنش هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری تأثیرگذار بوده‌اند که این مسئله اهمیت استفاده از مجموعه‌ای از نسبت‌های فوق‌الذکر را در زمان بررسی و تعیین منشأ آلودگی را بیش‌ازپیش نشان می‌دهد.

سواحل شمالی دریای عمان (سواحل مکران) به‌عنوان یکی از اکوسیستم‌های مهم هست که در سالیان اخیر نگاه ویژه‌ای جهت توسعه این سواحل صورت گرفته است. این سواحل علاوه بر نقش استراتژیکی که دارند، واجد تنوع گونه‌ای و زیست بومی فراوانی هستند. گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در این سواحل یافت می‌شود. همچنین این سواحل واجد زیست‌بوم‌های متنوعی نظیر جنگل‌های حرا، ریف های مرجانی، سواحل صخره‌ای می‌باشد. بااین‌حال در سالیان اخیر توسعه صنایع و گسترش شهرنشینی در این سواحل سبب ورود آلاینده‌های مختلف به این سواحل شده است؛ اما این مطالعه نشان داد که در حال حاضر غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در بافت هپاتوپانکراس خرچنگ منزوی به‌عنوان شاخص زیستی این سواحل از استانداردهای موجود نظیر استانداردNOAA بالاتر نیست (Long *et al.*, 1995). حضور ترکیبات با وزن مولکولی کم و ساختار حلقه‌ای با تراکم پایین نشان‌دهنده غالبیت آلودگی با منشأ پتروژنیک و در برخی موارد پیرولیتیک است. نتایج این بررسی نشان‌دهنده ریسک اکولوژیک پایین ناشی از این ترکیبات در مناطق نمونه‌برداری است.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

نهایت تشکر و قدردانی خود را از مسئولین محترم اداره حفاظت محیط‌زیست شهرستان چابهار و جاسک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چابهار و آقایان مهندس متین، اربابی، سلطان‌پور، برموده، به دلیل همکاری صمیمانه در خلال پروژه ابراز می‌داریم.

منابع

شکیبا آزاد، ع.، جهانی، د. و لک، ر.، ۱۳۸٦. رسوب‌شناسی و ژئوشیمی رسوبی فلات قاره دریای عمان در منطقه گتان (غرب جاسک). بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.

Abdel-Rahman, M. S., Skowronski, G. A. and Turkall, R. M., 2002. Assessment of the dermal bioavailability of soil-aged benzo[a]pyrene. Human and Ecological Risk Assessment, 8(2): 429-441.

Agah, H., Mehdinia, A., Darvish Bastami, K. and Rahmanpour, S., 2016. Polycyclic aromatic hydrocarbon pollution in the surface water and sediments of Chabahar Bay, Oman Sea. Marine Pollution Bulletin, 117:515-524.

Biagi, R., Meireles, A. L. and Mantelatto, F. L., 2006. Bio-ecological aspects of the hermit crab *Paguristes calliopsis* (Crustacea, Diogenidae) from Anchieta Island, Brazil. Biological seines, 78: 3-11.

Bilock, W. L. and Dunbar, S. G., 2009. Influence of motivation on behavior in the hermit crab, *Pagurus samuelis*. Journal of Marine Biological Association United Kingdom, 89: 775–779.

Canli, M., Atli, G., 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental pollution, 121: 129-136.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2010. Canadian Soil Quality Guidelines for Carcinogenic and other Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Environmental and Human Health Effects). Scientific Criteria Document (revised), 216 pp.

Chimezie, A., Ogbechea, A., Palmerb, P. and Cokera, H., 2005. Determination of polynuclear aromatic hydrocarbons in marine samples of Siokolo Fishing Settlement. Journal of Chromatography A, 1073, 323–330.

Curtis, V. E, Shao-Xiong, H. E., Frank, A. P. C. G. and Francis, C. P. L., 2003. Determination of polycyclyc aromatic hydrocarbons in Dungeness Crab (*Cancer Magister*) Near an Aluminum Smelter in Kitimat Arm British Columbia, Canada. Environmental Toxicology and Chemistry, 22(1): 50–58.

Lemke, M. A. and Kennedy, C. J., 1997. The uptake, distribution and metabolism of benzo(a)pyrene in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during the parr-smolt transformation. Environmental Toxicology and Chemistry, 16:1384–1388.

Long, E. R., MacDonald, D. D., Smith, S. L. and Calder, F. D., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management, 19:18–97.

Marcovecchio, T. D. and Moreno, V. J., 1993. Cadmium, Zinc and total mercury levels in the tissues of several fish species La Plata River Estuary, Argentina. Environmental Monitoring and Assessment, 25: 119-130.

McLaughlin, P. A., Komai, T., Lemaitre, R. and Rahayu, D. L., 2010. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea). Part 1, Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea, The Raffles Bulletin of Zoology Supplement, 23: 5-107.

Meador, J. P., Stein, J. E., Reichert, W. L. and Varanasi, U., 1995. Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons by marine organisms. Review of Environmental Contamination.143:79–165.

Perugini, M., Visciano, P., Giammarino, A., Manera, M. and Nardo, W. D., 2007. Polycyclic aromatic hydrocarbons in marine organisms from the Adriatic Sea, Italy. Chemosphere. 66: 1904-1910.

Squires, H. J., Ennis, G. P, and Dawe, G., 2001. On biology of two Sympatric Species of Hermit Crab (Crustacea, Decapoda, Paguridae) at St. Chads, Newfoundland. NAFO Science Count Studies, 34: 7- 17.

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

Archive of SID

Tolosa, I., Stephen, J., De M., Scott, W., Fowler, Jean-Pierre, V., Jean, B. and Chantal C., 2005. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in marine biota and coastal sediments from the Gulf and the Gulf of Oman.Marine Pollution Bulletin, 50:1619–1633.

Turra, A., Branco, J. O. and Souto, F. X., 2002. Population biology of the hermit crab *Petrochirus Diogenes* (Linnaeus) (Crustacea, Oecapoda) in Southern Brazilian Revta bras. Zoology, 19 (4): 1043 -1051.

Valavanidis, A., Vlachogianni, T. h., Triantafillaki, S., Dassenakis, M., Androutsos, F. and Scoullos, M., 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater and in indigenous mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from coastal areas of the Saronikos Gulf (Greece). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 79:733–739.

Yan, W., Chi, J. S., Wang, Z. Y., Huang, W. X. and Zhang, G., 2009. Spatial and temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Daya Bay, South China. Environmental Pollution, 30:1–8.

Zuloaga, O., Prieto, A., Usobiaga, A., Sarkar, S. K., Chatterjee, M., Bhattacharya, B. D., Bhattacharya, A., AlamMd, A. and Satpathy, K. K., 2009. Polycyclic aromatic hydrocarbons in intertidal marine bivalves of sunderban mangrove wetland, india: an approach to bioindicator species. Water air soil pollution, 201:305–318.

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 11:54 +0430 on Sunday September 13th 2020

www.SID.ir