بررسی هیدروکربن های آروماتیک در رسوبات و ماهی بیاح رودخانه اروند

طاهره هادیزاده[۱] علیرضا صفاهیه[۲] احمدسواری[۳] کمال غانمی[۴] ایران برایی[۵]

۱.دانش آموخته دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

۲ .استادیار دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

۳.استاد تمام دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

۴ .دانشیار دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

۵ .دکتری محیط زیست، کارشناس مطالعات و برنامه ریزی سازمان بنادر و دریانوردی خرمشهر

۱.hadizadeh91@yahoo.com

چکیده

هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای که اختصاصا PAHs نامیده می شوند،گروهی از ترکیبات آلی هستند که دارای دو یا چند حلقه آروماتیک هم چگال می باشند، این ترکیبات آب گریز هستند که با افزایش وزن مولکولی خاصیت آب گریزی آنها افزایش می یابد. لذا هدف از این تحقیق بررسی میزان ترکیبات PAHs در بافت ماهی بیاح و رسوبات رودخانه اروند می باشد. نمونه برداری از رسوب و ماهی بیاح در دی ماه ۱۳۹۴ از ۵ ایستگاه از رودخانه اروند انجام گرفت. سپس برای هضم نمونه ماهی ۲گرم از بافت ماهی خشک شده درون بالن ته گرد حاوی ۱۰ میلی لیتر هیدروکسیدپتاسیم اتانوئیک ۱ مولار به مدت ۳ ساعت بر سیستم رفلاکس در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. سپس به منظور جداسازی فاز آلی نمونه هضم شده را با ۲۰ میلی لیتر سیکلوهگزان درون قیف جداکننده ریخته شد . همچنین برای هضم نمونه رسوب ۱۰ گرم از رسوب را توسط سوکسله هضم می شود، سپس با دستگاه HPLC تفکیک و اندازه گیری شدند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد غلظت کل ترکیبات آروماتیک حلقوی PAHs در نمونه رسوب بین ۹۴۱/۵ تا ۱۴۳۹/۴ نانوگرم بر گرم بوده است. همچنین غلظت کل ترکیبات آروماتیک

حلقوی PAHs در نمونه ماهی بین ۹۲۹/۸ تا۱۲۷۵/۶نانوگرم بر گرم بوده است. بیشترین غلظت PAHs در رسوب و ماهی مربوط به پالایشگاه و کمترین غلظت این ترکیبات دررسوب مربوط به محل تلاقی کارون– اروند و برای ماهی جزیره مینو بوده است.

کلمات کلیدی: ماهی بیاح- اروند رود- PAHs- رسوب

مقدمه و هدف

هیدروکربن‌های نفتی[۶](PAHs) یکی از مهم ترین آلاینده های اقیانوس ها و دریاها می باشند، که این ترکیبات گروهی از ترکیبات آلی هستند که دارای ۲ یا چندحلقه بنزنی و در بعضی مواقع حلقه آروماتیک می‌باشند. ترکیبات PAHs از حلالیت نسبتاً کمی در آب برخوردار می باشند و میل شدیدی به جذب در ذرات معلق و رسوبات داشته و توسط نور ماورابنفش خورشید تجزیه می‌گردند. و درمجموع بیش از یکصد ترکیبPAHs شناسایی شده است (۷). از صد ترکیب پلی آروماتیک حلقوی شناسایی شده آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) شانزده ترکیبPAHs را به عنوان آلاینده های پیشگام معرفی کرده است(۸). ازجمله منابع مهم تولید PAHs شامل سوختن زغال سنگ، نفت خام، گاز طبیعی به منظور اهداف صنعتی و خانگی، استفاده از بعضی مواد در پروسه های صنعتی (مانند ذوب سنگ معدن آهن)، عملیات سوخت داخلی اتومبیل ها و سوزاندن زباله ها و پسماند ها است(۹). به طور کلی منشا ترکیباتPAHs از طریق فعالیت های طبیعی و انسانی بوجود می آیند، فعالیت های طبیعی شامل تجزیه مواد آلی و تولیدات حاصل از آن تولید می‌شوند، به طوری که فعالیت های انسانی اهمیت بیشتری دارند و مهمتر از فرآیند های طبیعی بوده و بیشتر مورد توجه هستند. و سبب ایجاد دو منبع نفتی پتروژنیک و سوختی پایرولیتیک از ترکیبات پلی آروماتیک های حلقوی در محیط زیست می شوند، فعالیت هایی از قبیل حمل و نقل دریایی تانکر های نفتی ، پالایشگاه ها و صنایع نفتی و گازی ، تصادفات تانکرهای نفتکش و تخلیه آب توازن از منابع پتروژنیک هیدروکربن های حلقوی هستند و سوختن ناقص ترکیبات آلی ناشی از فعالیت های صنعتی از منابع پایرولیتیک این ترکیبات به شمار می روند(۱۰). افزایش غلظت هیدروکربن ها در محیط زیست بر زندگی آبزیان و سلامتی انسان اثرات منفی می گذارد که تعدادی از آنها دارای خواص جهش زایی و سرطان زایی هستند (۱۱). همچنین گزارش‌های متعددی از بروز سرطان کبد در جمعیت‌های ماهیان حاکی از آن است که در تمامی موارد میزان قابل توجهی از ترکیبات PAHs در محیط زیست این ماهیان وجود دارد. از دیگر اثرات PAHs بر آبزیان اختلال غدد درون ریز در ماهی مانند تغییر سطح کورتیزول پلاسما و اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی که توسط کورتیزول تنظیم می‌شود رشد، تولیدمثل و یا کارکرد سیستم ایمنی می‌باشد (۱۲) .

هدف از این تحقیق بررسی هیدروکربن های آروماتیک حلقوی در رسوبات و ماهی بیاح(Liza abu) در رودخانه اروند می باشد. در مطالعهٔ حاضر ماهی بیاح به سبب نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان ازسلامت آن ، مورد بررسی قرار گرفته است.

۶.Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

تئوری و پیشینه تحقیق

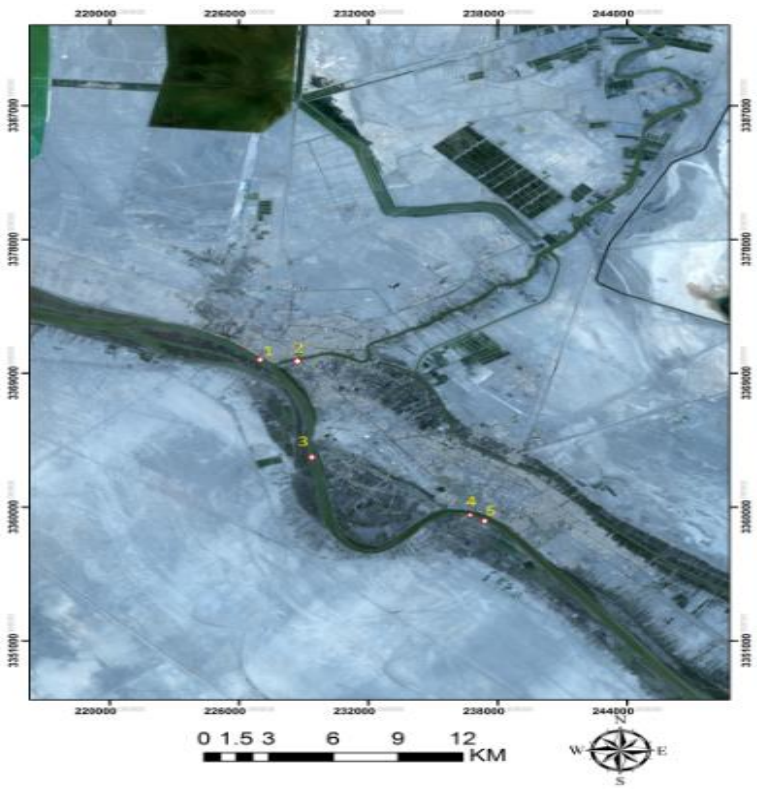
ترکیبات آلی در نفت با توجه به ماهیت سمی و تجمعی خود می‌تواند تاثیرات مخربی در حیات و سلامت گونه‌های گیاهی و جانوری دریا داشته باشند. ترکیبات نفتی با تجمع در بافت‌های چربی و عضلانی بدن آبزیان سبب آلودگی گونه‌های آبزی مورد استفاده انسان خواهند شد. ورود ترکیبات نفتی به شبکه غذایی انسان از طریق آبزیان انواع مسمومیت‌ها و بیماری‌ها را برای انسان به دنبال خواهد داشت(۲۱). نتایج تحقیقات Keshavarzi و همکاران(۲۰۱۵) نشان داد که غلظت کل PAHs در رسوب منطقه مورد مطالعه بین ۱۱۷۷۳۰/۵۴-۱۱میکروگرم بر کیلوگرم بوده است. همچنین میانگین غلظتPAHs دارای وزن ملکولی پایین (LMW) ۷۵۳۴/۵۵ میکروگرم بر کیلوگرم و همچنین میانگین غلظتPAHs با وزن ملکولی بالا(HMW) ۳۱۹۳۰میکروگرم بر کیلوگرم بوده است(۲۱). Abdolahpur و همکاران (۲۰۱۴) غلظت PAHs در رسوبات و ماهی های پلاژیک شمال خلیج فارس بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که بنزوαپایرن در بافت ماهی بیشترین غلظت را دارد و در رسوبات آسنفتن، پایرن، بنزو(g,h,i) پریلن بیشترین غلظت را داشت. بر اساس وزن ملکولی غلظت PAHs در گونه‌های مختلف متفاوت است. همچنین مقایسه ایستگاه ها نشان داد که بالاترین غلظتPAHs مربوط به ایستگاه تنگستان می‌باشد(۱۴).

Aein Jamshid و همکاران (۲۰۱۱)، میزان هیدروکربن های نفتی را در آب، رسوب و بافت ماهی اندازه گیری نمودند نتایج نشان داد که بیشترین غلظت TPH و PAH در نمونه های سواحل خوزستان ثبت شده است و کاهش قابل توجه تنوع گونه ای ماهی در غرب خلیج فارس به سمت تنگه هرمز مشاهده شده است(۵).

Al-Hejuje و همکاران (۲۰۱۵)، مقدار ترکیباتPAHs در آب در ۵ ایستگاه از رودخانه اروند را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیبات PAHs در آب بین ۵/۸۱-۴۷/۹۶نانوگرم بر لیتر انجام گرفت. همچنین نسبت LMW/HMW، PHEN/ANT،FLU/ANT نشان داد که ترکیباتPAHs در آب منشا پتروژنیک و پایرولیتیک دارد(۶).

مواد و روش ها

نمونه برداری از رسوب و ماهی بیاح از ۵ ایستگاه واقع در اروند رود شامل اداره بندر خرمشهر- محل تلاقی کارون و اروند – جزیره مینو- پالایشگاه آبادان- اسکله صیادی آبادان صورت گفت. از هر ایستگاه ۳ نمونه رسوب توسط گرپ ون وین ازقسمت میانی رودخانه برداشت و ۱۰عدد ماهی بیاح توسط تور ترال در هر ایستگاه صید گردید.



شکل۱–نقشه ایستگاه های مورد مطالعه

نمونه ها بلافاصله در فویل آلومینیومی پیچیده شده و در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل و تا زمان استخراج و آنالیز در دمای ۲۰ – درجه سانتیگراد نگهداری شدند.ابتدا نمونه رسوب و ماهی را در فریز درایر خشک گردید سپس به منظور هضم نمونه های رسوب، ۱۰ تا ۲۰ گرم رسوب فریز درای شده در ۲۵۰ میلی لیتر هگزان دی کلرو متان ۵۰:۵۰ به عنوان حلال، به مدت ۸ ساعت درون سیستم سوکسله قرار داده شد سپس عصاره به وسیله دستگاه روتاری مدل (TPY4902 Heidolph) به حجم حدود ۱۵ میلی لیتر رسانده شد (دمای آب زیر ۳۰ درجه سانتی گراد). ۲–۳ گرم مس فعال به منظور حذف گوگرد و ترکیبات آن، به عصاره اضافه کرده و بعد از ۲۴ ساعت نمونه را پس از فیلتر کردن با کاغذ صافی، به وسیله دستگاه روتاری تغلیظ و ستون زده شد .ستون حاوی ۱۰ میلی لیتر پودر سیلیکا آب زده، ۱۰ میلی لیتر پودر آلومینا آب زده، ۱ تا ۲ گرم سولفات سدیم بوده و با هگزان نرمال شستشو داده شد. بعد از عبور نمونه از ستون ۳۰ میلی لیتر هگزان دی کلرومتان ۱:۹ به ستون اضافه گردید. پس از تغلیظ با دستگاه روتاری، نمونه درون ویال های ۵ میلی لیتری قرار داده شد. عصاره درون ویال، هنگام تزریق به دستگاه، تحت جریان گاز نیتروژن خشک گردید و در ۱ میلی لیتر استونیتریل حل و برای تزریق به دستگاه آماده گشت(۱۳).برای هضم نمونه های ماهی حدود ۲ گرم از بافت خشک شده عضلانی سطح پشتی ماهی برداشته شد و درون بالن ته گرد حاوی ۱۰ میلی لیتر هیدروکسیدپتاسیم اتانوئیک ۱ مولار به مدت ۳ ساعت بر سیستم رفلاکس در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. سپس به منظور جداسازی فاز آلی نمونه هضم شده را با ۲۰ میلی لیتر سیکلوهگزان درون قیف جداکننده ریخته و قیف را به مدت ۲۰ دقیقه روی دستگاه Shaker قرار داده شد، قیف را به مدت ۱۰ دقیقه روی پایه، ساکن

نگاه داشته، تا فاز آلی و غیر آلی به تدریج از هم جدا شوند. پس از جدا کردن فاز آلی، فاز باقی مانده را دوباره با ۲۰ میلی لیتر سیکلوهگزان شستشو داده و ۲۰ دقیقه دیگر روی دستگاه Shaker قرار داده شد. بدین ترتیب بار دیگر فاز آلی از فاز غیر آلی جدا گردید. عصاره آلی به دست آمده با کاغذ صافی که دهانه آن با انیدرید سولفات سدیم پوشیده شده بود، فیلتر شد. سپس عصاره رابه وسیله دستگاه روتاری به حجم ۱ میلی لیتر رسانده و جهت حذف موادقطبی موجود در عصاره، از پودر فلورسیل عبور داده و تحت جریان هوای آزاد خشک گردید. مواد ته نشین شده در یک میلی لیتر استونیتریل حل شده و به دستگاه تزریق گردید (۱۴)، سپس نمونه ها را به دستگاه HPLC تزریق گردید.

نتایج

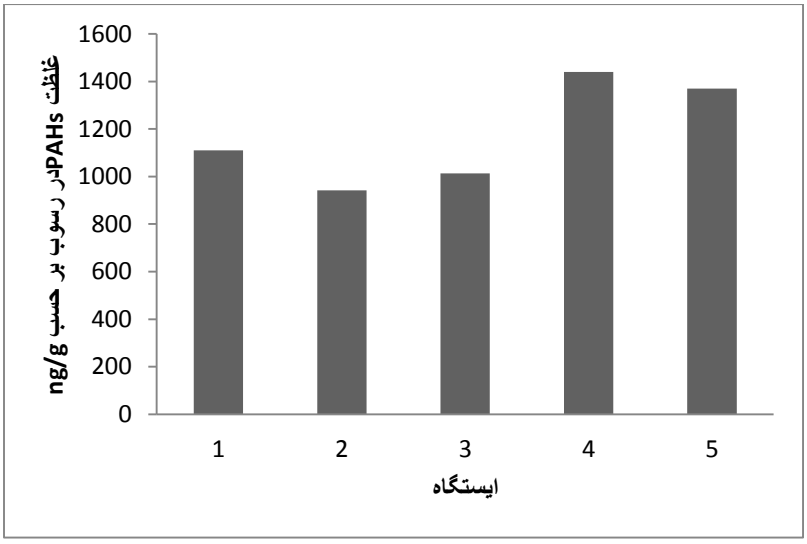
نتایج حاصل از سنجش۱۶ ترکیب PAHs در رسوب رودخانه اروند و کارون جدول ۱ درج شده است. سه ترکیب ،بنزو(b) فلورانتن، بنزو(k) فلورانتن و بنزو(i,h,g)پریلن در هیچ کدام از ایستگاه ها سنجیده نشد. و همچنین سه ترکیب نفتالن، دی بنزو(a,h)آنتراسن و ایندوپایرن در بعضی از ایستگاه ها سنجش شد، بقیه ترکیبات غلظت قابل توجهی داشتند که از بین آنها فلورانتن و پایرن بیشترین غلظت را دارا بودند که این افزایش غلظت در مقابل پالایشگاه به حداکثر خود می رسد.

جدول۱ غلظت ۱۶ ترکیب PAHs در رسوب ایستگاه های مورد مطالعه

ترکیبات	ایستگاه ۱	ایستگاه۲	ایستگاه۳	ایستگاه۴	ایستگاه۵
نفتالن	Nd	Nd	nd	۷	۱۰
آسنفتن	۶۴	۴۱	۴۲	۷۰	۷۲
آسنفتیلن	۶۳	۹۱	۵۹	۹۹	۱۰۳
فلورن	۸۰	۹۰	۶۵	۱۰۳	۸۸
فنانترن	۹۱	۸۴	۸۰	۱۲۱	۱۲۶
آنتراسن	۱۱۲	۱۱۱	۹۸	۱۲۷	۱۳۹
فلورانتن	۱۸۶	۱۳۴	۱۲۱	۱۷۱	۱۶۸
پایرن	۲۹۰	۲۲۳	۳۵۸	۴۶۵	۳۸۴
بنزو (a) آنتراسن	۷۵	۶۳	۷۰	۸۴	۶۴
کرایسن	۷۸	۵۷	۸۶	۷۴	۸۶
بنزو (b) فلورانتن	Nd	Nd	nd	Nd	Nd
بنزو (k) فلورانتن	Nd	Nd	nd	Nd	Nd
بنزو (a) پایرن	۴۴	۴۷	۳۵	۸۴	۹۰
دی بنزو (a,h) آنتراسن	۲۸	Nd	nd	Nd	۲۱

بنز (g,h,i) پریلن	Nd	Nd	nd	Nd	Nd
ایندنوپایرن	Nd	Nd	nd	۳۵	۱۹
کل	۱۱۱۰,۷	۹۴۱,۵۰	۱۰۱۳,۸	۱۴۳۹,۴	۱۳۷۰,۳

به طور کلی غلظت کل ترکیبات آروماتیک حلقوی PAHs در نمونه رسوب بین ۹۴۱/۵ تا ۱۴۳۹/۴ نانوگرم بر گرم بوده است. بطور کلی غلظت این ترکیبات در ایستگاه های اداره بندر خرمشهر، محل تلاقی و جزیره مینو نسبتا پایین بود. در حالی که ایستگاه پالایشگاه بالاترین میزان PAHs را داشته است با دور شدن از پالایشگاه در اسکله صیادی آبادان مجددا میزان این ترکیبات کمی کاهش یافته است(شکل ۱).



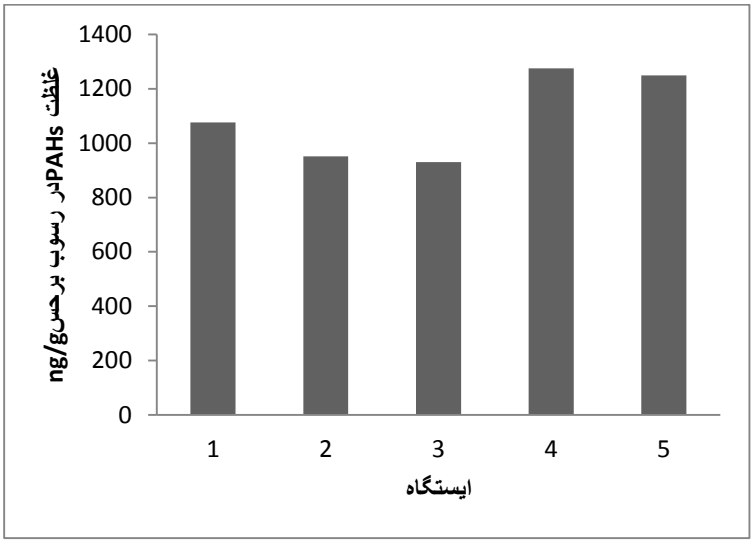
شکل۲- مقایسه غلظت tPAHs در رسوب ایستگاه های مختلف در فصل سرد

نتایج حاصل از سنجش۱۶ ترکیب PAHs در ماهی بیاح رودخانه اروند و کارون جدول ۲ درج شده است. سه ترکیب ،بنزو(b) فلورانتن، بنزو(k) فلورانتن و بنزو(i,h,g)پریلن در هیچ کدام از ایستگاه ها سنجیده نشد. و همچنین سه ترکیب نفتالن، دی بنزو(a,h)آنتراسن و ایندوپایرن در بعضی از ایستگاه ها به مقدار ناچیزی سنجش شد، بقیه ترکیبات غلظت قابل توجهی داشتند که از بین آنها فلورانتن و پایرن بیشترین غلظت را دارا بودند که این افزایش غلظت در مقابل پالایشگاه به حداکثر خود می رسد.

جدول۲ غلظت ۱۶ ترکیب PAHs در ماهی ایستگاه های مورد مطالعه رحسب نانوگرم بر گرم

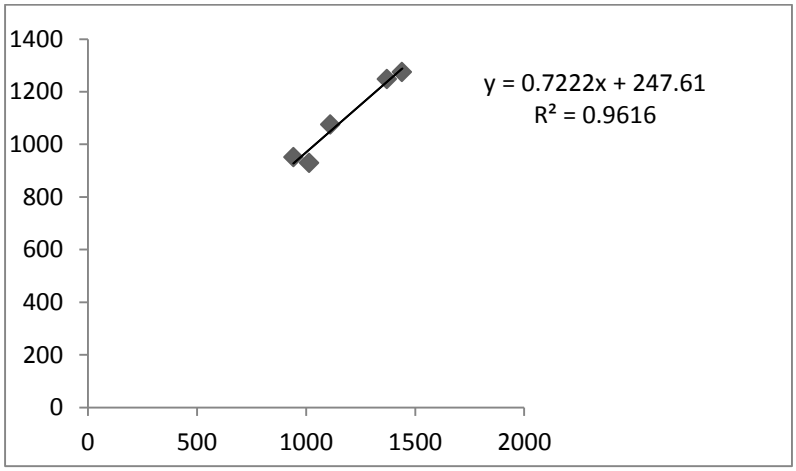
ترکیبات	ایستگاه۱	ایستگاه۲	ایستگاه۳	ایستگاه۴	ایستگاه۵
نفتالن	۱۴	۱۲	۱۲	۲۴	۲۶
آسنفتن	۵۹	۳۷	۶۰	۶۵	۵۷
آسنفتیلن	۷۶	۷۹	۵۰	۹۸	۸۶
فلورن	۹۳	۱۰۰	۹۰	۸۸	۱۱۸
فنانترن	۷۵	۷۰	۶۴	۱۰۵	۱۰۵
آنتراسن	۱۰۰	۱۰۷	۸۸	۱۱۲	۱۰۷
فلورانتن	۱۴۶	۱۲۵	۱۲۱	۱۵۴	۱۵۴
پایرن	۳۱۲	۲۶۷	۲۸۸	۳۷۶	۴۱۲
بنزو (a) آنتراسن	۶۶	۶۳	۶۲	۷۱	۵۸
کرایسن	۸۱	۵۰	۷۰	۶۴	۵۹
بنزو (b) فلورانتن	nd	nd	nd	nd	Nd
بنزو (k) فلورانتن	nd	nd	nd	nd	Nd
بنزو (a) پایرن	۳۰	۴۱	۲۵	۷۶	۶۷
دی بنزو (a,h) آنتراسن	۲۴	nd	nd	۲۱	Nd
بنز (g,h,i) پریلن	nd	nd	nd	nd	Nd
ایندنوپایرن	nd	nd	nd	۲۲	Nd
کل	۱۰۷۵,۸	۹۵۱,۴۹	۹۲۹,۸۱	۱۲۷۵,۶	۱۲۴۸,۹

به طور کلی غلظت کل ترکیبات آروماتیک حلقوی tPAHs در نمونه ماهی بین ۹۲۹/۸ تا۱۲۷۵/۶نانوگرم بر گرم بوده است. بطور کلی غلظت این ترکیبات در ایستگاه های اداره بندر خرمشهر، محل تلاقی و جزیره مینو نسبتا پایین بود. در حالی که ایستگاه پالایشگاه بالاترین میزان tPAHs را داشته است با دور شدن از پالایشگاه در اسکله صیادی آبادان مجددا میزان این ترکیبات کمی کاهش یافته است(شکل ۲).



شکل۳- مقایسه غلظتtPAHsدر ماهی ایستگاه های مختلف در دی ماه

در تحقیق انجام شده همبستگی معنی دار و مثبتی بین غلظت tPAHs در رسوبات و ماهی مشاهده گردید.(شکل۳) ضریب همبستگی ۰/۹۸ می باشد. با افزایش غلظت ترکیبات PAHs در رسوبات، غلظت این ترکیبات در ماهی افزایش می یابد. از آنجا که ماهی بیاح در تماس مستقیم با رسوبات می باشد، آلاینده های موجود در رسوبات به این ماهی منتقل می شود.



شکل ۴-همبستگی بین غلظتPAHs بین رسوب و ماهی

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان ترکیباتی مانند،بنزو(b) فلورانتن، بنزو(k) فلورانتن و بنزو(i,h,g)پریلن پایین تر از حد تشخیص دستگاه می باشد از طرفی بیشترین غلظت PAHs مربوط به ترکیبات چهارحلقه ای نظیر فلورانتن و پایرن بوده است. میزان tPAHs در رسوب رودخانه اروند نسبتا بالا در محدوده ۹۴۱تا ۱۴۳۹/۵ قرار دارد، که در مقایسه با غلظت این ترکیبات در رسوبات امارات متحده عربی۶۴/۱۷ نانوگرم بر گر(۲) ، قطر۴۳/۵۷نانوگرم بر گرم(۲) ، عمان ۶۱/۹۹ نانوگرم بر گرم(۲)، قسمت شمالی خلیج فارس ۵/-۱۱۰۶ ۳۱۰/۷ نانوگرم بر گرم (۲)، سواحل شهرستان بوشهر۸۴۵-۴۷۹۰ نانوگرم بر گرم(۳) ، سواحل استان بوشهر۷/۵-۴۱/۲۲۷ نانوگرم بر گرم(۱۵)، شمال خلیج فارس۱۳۷۴-۲۴ نانوگرم بر گرم (۴)، تنگه هرمز ۵/۱۱-۲۲۷/۷۲نانوگرم بر گرم(۱۶)، خلیج لایودونگ چین ۵/۷-۱۴۴/۲۹۱نانوگرم بر گرم(۱۲) بیشتر و از مقادیر کل رسوبات مناطق بحرین،۱۷۹۴ نانوگرم بر گرم(۲)کمتر بوده است.علت بالابودن ترکیبات PAHs در رودخانه اروند نسبت به سایر مناطق همجوار را می توان به علت فعالیت پالایشگاه آبادان، رفت و آمد نسبتا زیاد شناورها از سوی دیگر وسعت نسبتا محدود این منطقه نسبت به خلیج فارس می باشد.

جدول۳-مقایسه غلظت ترکیبات PAHs در رسوب ایستگاه های مورد مطالعه با رسوب مناطق همجوار و نقاط مختلف جهان

منبع	غلظت tPAHs (ngg^{-1} w.d.)	منطقه مورد مطالعه
Tolosa et al.,2005	۶۴/۱۷	امارات متحده عربی
Tolosa et al.,2005	۴۳/۵۷	قطر
Tolosa et al.,2005	۱۷۹۴	بحرین
Tolosa et al.,2005	۶۱/۹۹	عمان
Ningjing etal,2010	۱۴۴/۲۹۱-۵/۷	Liaodong,Bay,china
Mirza etal,2012	۴۱/۲۲۷-۷/۵	Costal of Busher,Persian gulf
Mahmoodi etal.,2011	۴۷۹۰-۸۴۵	Costal of Busher,Persian gulf
Eghtesadi et al., 2002	۱۳۷۴-۲۴	Northern Persian Gulf
Rahmanpur etal.,2013	۷۲/۲۷۷-۱۷/۷۷	Strait of Hurmoz
Badawy et al., 1993	۷۹۰-۴۰۰	Persian Gulf
Arazm etal.,2016	۱۷/۱۷۲-۴/۹	Creeks Bushehr
Abdolahpur Monikh etal.2014	۳۱۰/۱۱۰۶-۷/۵	North Persian Gulf
تحقیق حاضر	۱۴۳۹-۹۴۱/۴۶	اروند رود

در مقایسه غلظت ترکیبات PAHs در رسوبات ایستگاه های مورد مطالعه با استاندارد جهانی کانادا مشاهده شده که ترکیباتی مانند آسنفتن، آسنفتیلن، فلورن، فنانترن، آنتراسن، فلورانتن و پایرن از استاندارد رسوب کانادا بیشتر و از مقدار رهنمود[۷]PEL کمتر می باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان ترکیباتی مانند،بنزو(b) فلورانتن، بنزو(k) فلورانتن و بنزو(i,h,g)پریلن پایین تر از حد تشخیص دستگاه می باشد از طرفی بیشترین غلظت PAHs مربوط به ترکیبات چهارحلقه ای نظیر فلورانتن و پایرن بوده است. میزان tPAHs در نمونه ماهی رودخانه اروند نسبتا بالا در محدوده ۹۲۹/۸ تا۱۲۷۵/۶نانوگرم بر گرم بوده است. که در مقایسه غلظت این ترکیبات درماهی در قطر با ۶۵/۶۶–۴۳نانوگرم برگرم، بحرین۲۳/۹نانوگرم برگرم (۲)، دریای مدیترانه۲۴/۴۳ نانوگرم برگرم (۱۸) ، خور موسی۸۵/۳۲نانوگرم برگرم (۱۹) ، قسمت‌های شمال خلیج فارس۶۴/۱۰–۱۲۷/۲۱۲ نانوگرم برگرم (۱۲)، Lagos Lagoon نیجریه۶۲/۲۴نانوگرم بر گرم (۲۰) بیشتر بوده است.

جدول۴مقایسه غلظت ترکیبات PAHs در ماهی بیاح در ایستگاه مورد مطالعه با سایر ماهی ها در نقاط مختلف جهان

ماهی مورد مطالعه	غلظتPAHs	منطقه مورد مطالعه	منبع
Epinephelus coioides	۶۵/۶۶	خلیج فارس،قطر	Tolosa et al., 2005
Epinephelus coioide	۲۳/۹	خلیج فارس،بحرین	Tolosa et al., 2005
Lethrinus nebulosus	۴۳	خلیج فارس،قطر	Tolosa et al., 2005
Mullus barbatus	۲۴/۴۳	دریای مدیترانه	Baumard et al., 1998a
Tilapia guineensi Nigrodigitatus	۶۲/۲۴	Lagos Lagoon, Nigeri	Rose et al , 2012
Liza-abu	۸۵/۳۲	خور موسی	Hasanati etal,2012
Liza-abu	۱۲۷/۲۱۲-۶۴/۱۰	north Persian Gulf	Abdolahpur Monikh etal.2014
Liza-abu	۹۲۹/۸-۱۲۷۵/۶	اروند رود	مطالعه حاضر

مقایسه مقادیر به دست آمده از میزان متوسط کل ترکیباتPAH در ماهی بیاح بر اساس استاندارد های جهانی از قبیل استاندارد محیط زیست امریکا (EPA) PAH۱۶ (۵۰ µg/kg.dw)، استاندارد سازمان بهداشت جهانی µg/kg.dw (WHO) ۲۰ و استاندارد اروپاEU بنزو aپایرنµg/kg.dw ۸در می یابیم که این نمونه ها مقادیرPAH۱۶ آن ها بیش از حد استاندارد بوده است

[۷]probable effect levels (PELs) for PAHs
[۸]United States Environmental Protection Agency
[۹]World Health Organization

پیشنهادات

۱. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، در نظر گرفتن تمهیداتی برای حفاظت از این منطقه و حفظ سلامت موجودات آبزی موجود و در پی آن سلامت افراد استفاده کننده از موجودات خوراکی این منطقه، ضروری به نظر می رسد.

۲. انجام مطالعات و تحقیقات در مورد کشت و پرورش باکتری های تجزیه کننده ترکیبات PAHs از قبیل *Pseudomonas sp.* ،*Mycrobacterium sp.* و *Sphingomonas* sp. در شرایط آزمایشگاهی و انتقال آنها به قسمت های خروجی فاضلاب های تأسیسات صنعتی به منظور تجزیه سریع این ترکیبات.

۳. با توجه به استقرار صنایع مختلف پتروشیمی، کشتی رانی، بندر و اسکله نفتی در منطقه ، توجه ویژه به سیستم تصفیه فاضلاب و خروجی فاضلابهای ناشی از این تأسیسات ضروری به نظر می رسد.

منابع

۱. اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، تهران، ۷۶۷ صفحه.

۲. محمودی، م؛ صفاهیه، ع؛ نیکپور، ی. و غانمی، ک. ۱۳۹۰. مطالعه امکان استفاده از دو کفه‌ای *Barbatia helblingii* به عنوان پایشگر زیستی ترکیبات PAHs .در سواحل بوشهر. مجله محیط شناسی، ص ۱۴۹-۱۴۱.

۳. میرزا، ر؛ دادالهی سهراب، ع؛ صفاهیه، ع؛ محمدی، م؛ سواری، ا. و عابدی، ا. ۱۳۹۰. هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) در رسوبات و صدف صخره ای *Saccostrea cucullata* در منطقه بین جزر و مدی سواحل استان بوشهر. مجله اقیانوس شناسی، ص ۱۱-۱۹.

۴. رحمان‌پور، ش؛ غفوریان، ح؛ هشترودی، م؛ ربانی، م؛ مهدی نیا ،ع؛ درویش بسطامی،ک. و عظیمی، ع.۱۳۹۱. بررسی میزان هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی در رسوبات تنگه‌ی هرمز خلیج فارس. اقیانوس شناسی، سال سوم، شماره۱۰، ص۳۷-۴۴.

۵. Aein Jamshid, K., Owfi, F., Nikouyan, A.R., Seddiq Mortazavi, M., Sanjani, S., and Rabbaniha, M. 2011. Effects of War on the Ecological Condition of the Persian Gulf (Iranian Parts) Persian Gulf, 2: 41-50.

٦. Al-Hejuje, M., Hussai, N. A., and Al-saad, T.H .2015. Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) , n-alkanes and PolynuclearAromatic Hydrocarbons (PAHs) in water of Shatt Al Arab River – part 1.Globel Journal of biology,agriculture& health sciencs.

۷. Tolosa I, Mora S J, Fowler, S W., Villeneuve J, Bartoci j. and Cattini, C. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in marine biota and coastal sediments from the Gulf and the Gulf of Oman. Marine Pollution Bulletin.2005; 50: 1619–1633.

۸. Gua W, He M, Yang Z, Li C, Quan X. Aliphatic and polycyclic aromatichydrocarbons in the Xile River, an urbanriver in Chinas Sheyang City: distribuutionand risk assesment. J Hazard Mater.2011; 186(2-3): 1193-1199.

۹. Piccardo, M. T., Coradeghini, R. and Valerio, F. Polycyclic aromatic hydrocarbon pollution in native and caged mussels. Marine pollution bulletin. 2001; ٤٢: ٩٥١-٩٥٦

۱۰. Aldarwish HA, Abd El-Gawad, EA.Assessment of organic pollution in offshoresediments of Dubai. United Arab EmiratsEnviron Geol.2005; 48(4-5): 531-542.

۱۱. Fossi, C., Marsili, L., Effects of endocrine disruptors in aquatic mammals. Pure. Appl. Chem. 2003;75: 2235–2247

۱۲. Carpenter, K.E., Living marine resources of Kuwait, eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates. Food & Agriculture Organization of the UN (FAO), p. 1997.

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

۱٤. Abdolahpur Monikh, F.1, Hosseini, M.2, Kazemzadeh Khoei, J. 3 and Ghasemi, A. F.1 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Levels in Sediment, Benthic, Benthopelagicand Pelagic Fish Species from the Persian Gulf, Int. J. Environ. Res., Summer 2014;8(3):839-848. ISSN: 1735-6865.(in Persian)

۱٥. Eghtesadi, P.; Riazi, G.; Taghikhani, M.; Ranaei Siadat, S.O., Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in the northern Persian Gulf as indicated by kinetic and thermodynamic criteria. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2002;69(5):704-11.(in Persian)

۱٦. Ningjing H, Xuefa Sh, Peng Huang J, Jihua L,Ying L, Deyi M. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments of Liaodong Bay, Bohai Sea, China. Environmental Science and Pollution Research . 2010;11356-010-0359-2.

۱۷. Baumard, P.; Budzinski, H. and Garrigues, P..Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western mediterranean sea. Environmental Toxicology Chemicals. 1998a; 17: 765–776.

۱۸. Hasanati M,Savari A,Nikpur Y,Ghanemi K, Determination polycyclic aromatic hydrocarbon in the estuary of musa area using the ratio of molecular; Journal of Ecology.2012.(in Persian)

۱۹. Rose, A., Ken, D., Kehinde, O. and Babajide, A. Bioaccumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fish and Invertebrates of Lagos Lagoon, Nigeria. J. Emerging Trends Engineering Applied Sci., 2012;3, 287-296.

۲۰. Keshavarzi, B., Mokhtarzadeh, Z., and Moore.F.2015. Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of Karoon River, Khuzestan Province, Iran.Environ Sci Pollut Res. DOI 10.1007/s11356-015-5080-8.

۲۱. Albers, P.H., 2003. Handbook of Ecotoxicology. Lewis publishers, Boca Raton, FL, 330p.