بررسی میزان ترکیبات آروماتیک حلقوی (PAHs) در ماهی کفشک چپ رخ در حوزه شمالی خلیج فارس (pseudorhombus elevatus)

مصطفی تاتینا ، شهر بانو عریان ، مهتاب قریب خانی
عضو هیئت علمی و باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی- واحد آستارا
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت معلم تهران
Email: Mostafa_tatina@yahoo.com

چکیده

هیدروکربن های آروماتیک حلقوی (PAHs) از جمله آلاینده های آلی پایدار محسوب می شوند که خواص سرطانزایی آنها به اثبات رسیده است. این ترکیبات می توانند از طریق زنجیره غذایی وارد بدن موجودات زنده شده و اثرات سوء خود را بر سلامت مصرف کنندگان بر جای بگذارند. این تحقیق جهت بررسی تأثیر بخش محلول در آب نفت خام بر تجمع هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) در عضله ماهیان کفشک چپ رخ درآزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس در بهار سال ۱۳۸۴ انجام شد. دو محلول یکی عاری از نفت خام به عنوان شاهد و دیگری با دوز ۱۲ppm از نفت خام به‌روش اندرسن و با استفاده از آب دریا که مشابه آب محل صید ماهیها بود تهیه گردید. سپس ۲۴ عدد از این گونه ماهی که از ۶ ایستگاه مختلف خلیج فارس صید شده بودند در آزمایشات زیست سنجش بلندمدت (۸ روزه) به تعداد۱۲ عدد ماهی در هر یک از تیمار های تهیه شده از نفت‌خام قرار گرفتند. پس از پایان ۸ روز در معرض گذاری ماهیان مورد آزمایش بطور جداگانه فریز و بسته‌بندی شده وجهت تعیین میزان تجمع PAHs در عضله به آزمایشگاه ارسال شدند. اندازه‌گیری PAHs بوسیله دستگاه‌کروماتوگراف گازی با شناساگر شعله یونشی (GC - FID) مدل واریان ۳۴۰۰ انجام شد. در کل ۱۶ نوع ترکیب مختلف PAHs در هر یک از تیمارهای ماهی کفشک چپ رخ شناسایی شد. سپس مجموع کل PAHs در هر یک از دوزها بطور جداگانه محاسبه گردید. نتایج حاصله از آنالیز داده‌ها نشان می‌دهد که میانگین تجمع PAHs در عضله ماهیان کفشک چپ رخ شاهد (دوز ppm ۰) وقرارگرفته درمعرض‌دوز ppm ۱۲ از نفت‌خام به ترتیب برابر با ppb ۲/۵۱±۹۲۹/۶۶ و ppb ۱۳/۵۲± ۳۸۴۳ می‌باشد. مقایسه میانگین مقادیر بدست آمده با استفاده از آزمون t-test نشان می دهد که بین دو دوز 0ppm و ۱۲ ppm ازنفت خام از نظر میانگین PAHs موجود در بافت عضله در ماهی کفشک چپ رخ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌شود($P<0/05$). به عبارت دیگر قرارگیری در معرض دوز ذکر شده از نفت خام میزان تجمع PAHs را در ماهیان درمعرض قرارگرفته‌نسبت به‌ماهیان شاهد افزایش می‌دهد. از سوی دیگر زیاد بودن تجمع ترکیباتPAHs در ماهیان شاهد را می توان به آلوده بودن آب محل زیست این ماهیان(خلیج فارس) نسبت داد.

کلمات کلیدی: کفشک چپ رخ ، *pseudorhombus elevatus*، نفت خام، *PAHs*، خلیج فارس

www.SID.ir

مقدمه

خلیج فارس بخشی از محیط دریایی جهانی است که حدود ۳۰ درصد حمل و نقل نفتی کل جهان در آن صورت می گیرد. بیش از نیم قرن است که ذخایر نفت خلیج فارس اقتصاد این منطقه را دگرگون کرده است. محیط زیست خلیج فارس و منابع زنده آن تحت تاثیر فرایند های طبیعی و فشارهای ناشی از فعالیتهای بشری هستند. (Price,1993)) . **فعالیت های اکتشاف وبهره از نفت در این منطقه ،شدید ترین از نوع خود در جهان محسوب می شود، علاوه بر این خلیج فارس قربانی شدید ترین آلودگی نفتی تاریخ نیز شده است**(Burger,1997).

هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) **که اصطلاحا** PAHs **نامیده می شوند گروهی از ترکیبات آلی هستند که دارای ۲ یا چند حلقه بنزن و در بعضی مواقع حلقه های آروماتیک می باشند (اسماعیلی، ۱۳۸۱) . این ترکیبات به محض آزاد شدن در هوا یا آب، جذب ذرات معلق موجود در این محیط ها می گردند که این امر به دلیل خاصیت آبگریزی زیاد، حلالیت کم در آب، فشار بخار نسبتا پایین و آروماتیک بودن آنها می باشد. این در حالی است که** PAHs **اصولا به خاطر پایداری ساختمان شیمیایی و مقاومت ذاتی در برابر تجزیه زیستی و غیر زیستی جزو آلاینده های آلی پایدار محسوب می شوند**(Golob & Bruce, 1984). **نفت و دیگر سوخت های فسیلی یکی از منابع اصلی ورود هیدرو کربن های چند حلقه ای آروماتیک** (PAHs) **به طبیعت است و ۰/۲ تا ۷ درصد وزن نفت خام را این آلاینده ها تشکیل می دهند** (EPA,1986).

PAHs **در تمامی اقیانوس‌های جهان یافت می‌شوند. با این حال، بیشترین غلظت این ترکیبات در رسوبات کف، آبها و جمعیت زیستی موجود در ساحل و نزدیک به مناطق شهری وصنعتی یافت می‌شود** (Albers, 1994). **این ترکیبات حتی در غلظت های کم به عنوان آلاینده های محیطی شناخته شده اند**(Nieva-Cano et al., 2001). **این هیدرو کربن ها می توانند به صورت محلول یا معلق در محیط های آ بی باقی مانده و یا توسط خورده شدن بوسیله موجودات دریایی جذب شوند** (Durani & Siddiqui, 1990). **این تر کیبات می توانند آلودگیهای قابل توجهی را در محیط های دریایی ایجاد کرده و اثرات نامطلوبی را در موجودات آبزی بر جای گذارند**(Kennish, 1997). PAHs **اثرات بدی بر روی سلامتی دارند، سرطان زا بوده و یا می توانند فعالیت جهش زایی داشته با شند** (Singh et al,1993). **ترکیبات مختلفی**

Archive of SID

www.SID.ir

از PAHs شناسایی شده است که در بین آنها ۱۶ ترکیب از اهمیت بیشتری بر خوردار است (Kennish, 1997). جدول ۱ نام آیوپاک و علامت اختصاری این ۱۶ ترکیب را نشان می دهد.

مطالعات مختلفی در زمینه تجمع ترکیبات مختلف PAHs در جهان و ایران توسط محققین مختلف انجام شده است. بطوریکه تجمع زیستی PAHs در تعدادی از موجودات شامل نرمتنان دریایی، پلی کت‌ها، یک کرم کم تار خاکی وسخت پوستان مورد بررسی قرار گرفته است (Neff, 1979). مطالعاتی نیز توسط EPA(1986) به منظور تعیین ترکیبات PAHs در شمال غربی خلیج فارس بر روی چند گونه از ماهیان تجاری انجام شده است. Tolosa و همکاران (2005) مقدار کل ترکیبات PAHs را در ماهی *Epinephelus coicoids* سواحل جنوبی خلیج فارس مورد مطالعه قرار دادند. Denton و همکاران (2006) میزان تجمع ترکیبات مختلف PAHs را در ماهیان جزایر میکرونزی مورد مطالعه قرار دادند. Kelly و همکاران (2008) غلظت مجموع ترکیبات آروماتیک حلقوی را در اویستر سواحل مختلف لبنان مورد بررسی قرار دادند. Barbour و همکاران (2008) مقدار تجمع ترکیبات آروماتیک حلقوی را در گونه های مختلف کفال ماهیان سواحل مدیترانه پس از ریزش نفتی در اثر جنگ مورد مطالعه قرار دادند.

امینی رنجبر و جمیلی در سال ۱۳۷۵ میزان هیدروکربن های نفتی را در آب ، رسوب و صدف مرواریدساز محار در مناطق مختلف شمال شرقی خلیج فارس اندازه گیری کردند و نشان دادند که در منطقه شمالی جزیره لاوان به دلیل کم بودن جریانات آبی هیدروکربن ها تجمع بیشتری نسبت به شمال شرقی لاوان، نخیلو و هندورابی داشته اند. کفیل زاده و همکاران نیز در سال ۱۳۸۲ تاثیر هیدروکربن های نفتی را برتراکم صدف مروارید ساز محار (*Pinctada fucata*) در منطقه خلیج فارس مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که میزان هیدروکربن های نفتی در رسوبات و بافت های نرم صدف های ایستگاههای لاوان، نخیلو و هندورابی با هم اختلاف معنی دار داشته و زیستگاههای لاوان احتمالا به دلیل مجاور بودن با پایانه های نفتی آلوده ترند. تحقیق حاضر به منظور تعیین مقدار تجمع ترکیبات PAHs در ماهی کفشک چپ رخ و تأثیر وجود آلاینده‌های نفتی‌محلول در آب(PAHs) بر میزان افزایش تجمع زیستی این ترکیبات و همچنین اطمینان از سلامت مصرف این ماهی انجام شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول1: نام آیوپاک و علامت اختصاری ۱۶ ترکیب مختلف **PAHs** (**Kennish, 1997**)

شماره	نام آیوپاک	علامت اختصاری
۱	Naphthalene	N
۲	Acenaphthalene	Acl
۳	Acenaphthene	Ace
۴	Fluorene	F
۵	Phenanthrene	P
۶	Anthracene	An
۷	Fluoranthene	Fl
۸	Pyrene	Py
۹	Benzo[a] anthracene	BaA
۱۰	Chrysene	C
۱۱	Benzo[b] fluoranthene	BbF
۱۲	Benzo[k] fluoranthene	BkF
۱۳	Benzo[a] pyrene	BaP
۱۴	Indene[1,2,3-cd] pyrene	ID
۱۵	Dibenz[a,h] anthracene	DA
۱۶	Benzo[ghi] perylene	BgP

مواد و روش کار

در بهار سال ۱۳۸۴ ، تعداد ۲۴ عدد ماهی کفشک چپ رخ (*Pseudorhombus elevatus*) ، که به صورت تصادفی از ۶ ایستگاه مختلف خلیج فارس (شکل۱) که احتمال ورود آلودگی های نفتی در آنها بیشتر بود ، توسط تور ترال صید شده بودند تهیه گردیدند. میانگین طول کل و وزن ماهیان کفشک چپ رخ ، صید شده به ترتیب برابر با cm ۳± ۲۳و g ۲۷± ۳۹۱ بود. این ماهیان به منظور استفاده در آزمایشات زیست سنجش (تجمع زیستی) به صورت زنده به آزمایشگاه سم شناسی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس منتقل شدند. ماهیان در ابتدا برای سازگاری با شرایط محیطی به مدت ۱۵ روز در مخازن حاوی آب دریا که مقداری از آب آن روزانه تخلیه و با آب تمیز جایگزین می شد نگهداری شدند. حداکثر تراکم در هر مخزن در حدی بوده است که ضایعات و استرس های احتمالی را به حداقل برساند و فضولات ناشی از اعمال متابولیکی باعث بروز عوارضی در ماهیان و کیفیت آب نشود. به منظور جلوگیری از بروز استرس در طول نگهداری و سازگاری ماهیان با شرایط محیطی سطح مخازن نگهداری با پلاستیک پوشیده شده تا از بیرون پریدن ماهیها جلوگیری شود. در این مخازن ماهیان بطور روزانه تا ۴۸ ساعت قبل از شروع

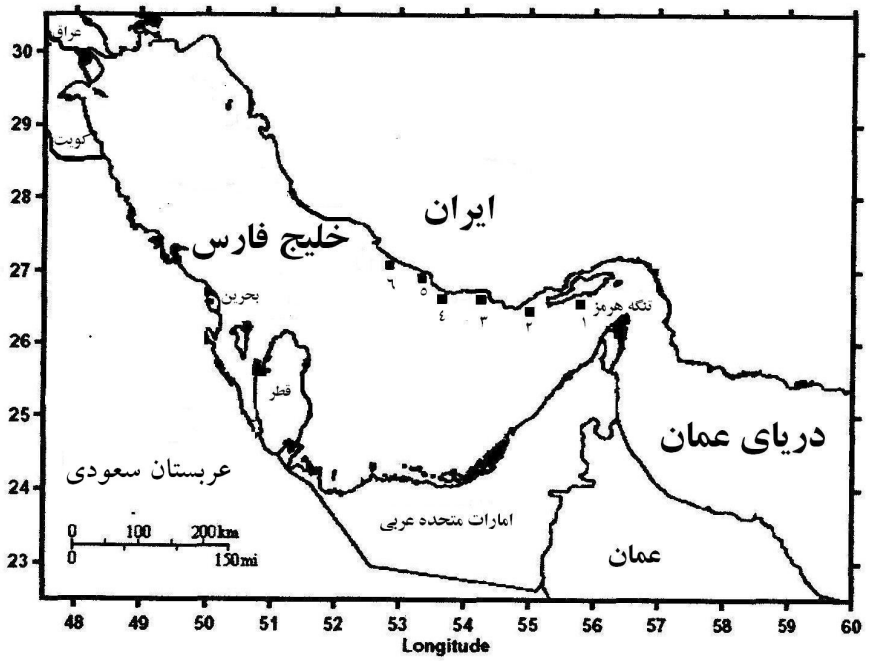
Archive of SID

www.SID.ir

آزمایشات زیست سنجش تغذیه شدند. برای در معرض گذاری ماهیان از مخازن ۳۰۰ لیتری استفاده شد. آب این مخازن از فاصله ۱۲۰ متری خط جزر بوسیله لوله ای به پژوهشکده پمپ شده و پس از عبور از صافی های شنی و فیلتر ها در این مخازن مورد استفاده قرار گرفت. محلول مورد استفاده در آزمایشات زیست سنجش مطابق با روش استاندارد FAO تهیه گردید. بدین ترتیب که ابتدا آب دریای تمیز را با نفت خام به نسبت (۳۰ به ۱) را توسط یک همزن با یکدیگر مخلوط کرده و پس از گذشت یک ساعت از توقف همزن اجزای محلول در آب نفت خام (water soluble fraction) در فاز آب قرار گرفته و مواد نفتی غیر محلول در بالای این فاز قرار گرفتند. با جداسازی فاز زیرین (آب) محلول مورد نظر آماده استفاده در آزمایشات زیست سنجش گردید. قبل از بکارگیری این محلول ها میزان مواد نفتی موجود در آن با استفاده از حلال تتراکلرید کربن (Merk آلمان) و دستگاه FT-IR (مدل IFS88 ساخت شرکت Bruker) دقیقا اندازه گیری شد. با استفاده از این محلول و روش اندرسن(Anderson, 1975) محلولی با دوز ppm ۱۲ از نفت خام برای در معرض گذاری ماهیان انتخاب گردید و ماهیان به تعداد۱۲ عدد به مدت ۸ روز در معرض مواد نفتی محلول در آب قرار گرفتند. به موازات این آزمایشات نیز تعداد ۱۲ عدد ماهی شاهد نیز در یک مخزن مجزا با آب دریای فیلتر شده برای در معرض گذاری ماهیان در نظر گرفته شد. قبل از شروع آزمایشات محلول هر مخزن از نظر شرایط فیزیکوشیمیایی آب (اکسیژن‌محلول، شوری، درجه حرارت، pH، دورهٔ نوری) به دقت اندازه‌گیری شده و تحت کنترل بود. دمای آب آکواریوم ها به دلیل تاثیر پذیری از دمای محیط در طی شبانه روز ثابت نگهداشته شد (۲± ۲۳ درجه سانتی گراد). در جدول۲ عوامل محیطی که در طی آزمایشات زیست سنجش تحت کنترل بود آمده است. آزمایشات به روش Semi static - با تجدیدپذیری روزانه ۴۰ درصد محلول مخازن و تغذیهٔ ماهیان انجام شد. پس از پایان ۸ روز درمعرض‌گذاری ماهی‌های مورد آزمایش به همراه ماهیان شاهد جهت تعیین میزان ۱۶ ترکیب مختلف PAHs در بافت‌عضلهٔ آنها، بسته‌بندی و منجمد شده و به آزمایشگاه IBB (Institute of Biochemistry and Biophysics) دانشگاه تهران ارسال شدند. اندازه‌گیریPAHs بوسیلهٔ دستگاه کروماتوگراف گازی با شناساگر شعلهٔ یونشی GC - FID (مدلVarian 3400) انجام گرفت و برای تایید نتایج مذکور، جذب کلیه نمونه ها مجددا با دستگاه طیف سنجی ماوراء بنفش در طول موجهای ۱۹۰ تا ۴۵۰ نانو متر اندازه گیری گردید. برای آنالیز داده ها نرم افزار آماری SPSS 10 و برای مقایسه میانگین ها از آزمون T-Test (با سطح احتمال ۹۵٪) استفاده شد. جهت ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار آماری Excel استفاده گردید.

Archive of SID

www.SID.ir



■ **ایستگاه نمونه برداری**

ایستگاه ن‌مونه برداری۱ : جزیره هنگام

ایستگاه نمونه برداری۲ : بندر گنگ

ایستگاه نمونه برداری۳ : بندر حسینیه

ایستگاه نمونه برداری۴ : چارویه

ایستگاه نمونه برداری۵ : بندر مغام

ایستگاه نمونه برداری۶ : کنار دریا

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری

جدول ۲: عوامل محیطی تحت کنترل در آزمایشات زیست سنجش

نام فاکتور	میزان	ملاحظات
اکسیژن محلول	۵-۶/۵ mg/l	**روزی دوبار کنترل شد**
شوری	۳۶-۳۷ ppt	**به طور روزانه کنترل شد**
درجه حرارت	۲۱-۲۴°C	**به طور روزانه کنترل شد**
pH	۷/۹-۸/۱۵	**به طور روزانه کنترل شد**
دوره نوری	**۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی**	**به طور روزانه کنترل شد**

نتایج

Archive of SID
www.SID.ir

بر اساس نتایج به دست آمده از اندازه گیری میزان هیدروکربن های نفتی در ماهیان شاهد و قرار گرفته در معرض دوز ppm ۱۲ از نفت خام در ماهی کفشک چپ رخ در مجموع ۱۶ ترکیب مختلف از PAHs شامل Naphthalene، Acenaphthalene ، Acenaphthene ، Fluorene ، Phenanthrene ، Anthracene ، Fluoranthene،Pyrene ، Benzo[a] antheracene ، Chrysene ، Benzo[b] fluoranthene ، Benzo[k] fluoranthene، Benzo[a] pyrene، Indene[1,2,3-cd] pyrene، Dibenz[a,h] anthracene و Benzo[ghi] perylene در این ماهیان شناسایی شد. با توجه به نتایج بدست آمده غلظت ۱۲ ترکیب از ۱۶ ترکیب شاخص PAHs در ماهیان کفشک چپ رخ شاهد اندازه گیری شد و ۴ ترکیب فلورانتن ، پیرن ، بنزو b نفتالن و بنزو k فلورانتن در این ماهیان تشخیص داده نشد. میزان ترکیبات PAHs در ماهیان شاهد به ترتیب زیر بوده است:

C>BaA>P>BaP>An>ID+DA>BgH>Ace>Acl>F

از سوی دیگر در ماهیان کفشک چپ رخ قرار گرفته در معرض بخش محلول در آب نفت خام غلظت تمامی ۱۶ ترکیب شاخص PAHs اندازه گیری شد که میزان این ترکیبات به ترتیب زیر است:

C>BaA>Py>ID+DA>Fl>P>BbF>BaP>An>BgH>BkF>F,Ace>N>Acl

جدول ۳ میانگین ± انحراف معیار میزان تجمع ۱۶ ترکیب مختلف و نیز مجموع PAHs را در ماهیان کفشک چپ رخ قرار گرفته در معرض‌دوزهای ۰ و ppm ۱۲ از بخش محلول در آب نفت خام را نشان می‌دهد. نمودار ۱ نیز مقادیر تجمع ترکیبات مختلف PAHs را در این ماهیان نشان می دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: میانگین ± انحراف معیار مقدار تجمع۱۶ ترکیب مختلف و نیز کل **PAHs** در ماهیان قرار گرفته در معرض دوزهای ۰ و **ppm** ۱۲ **از** نفت خام (بر حسب **ppb**)

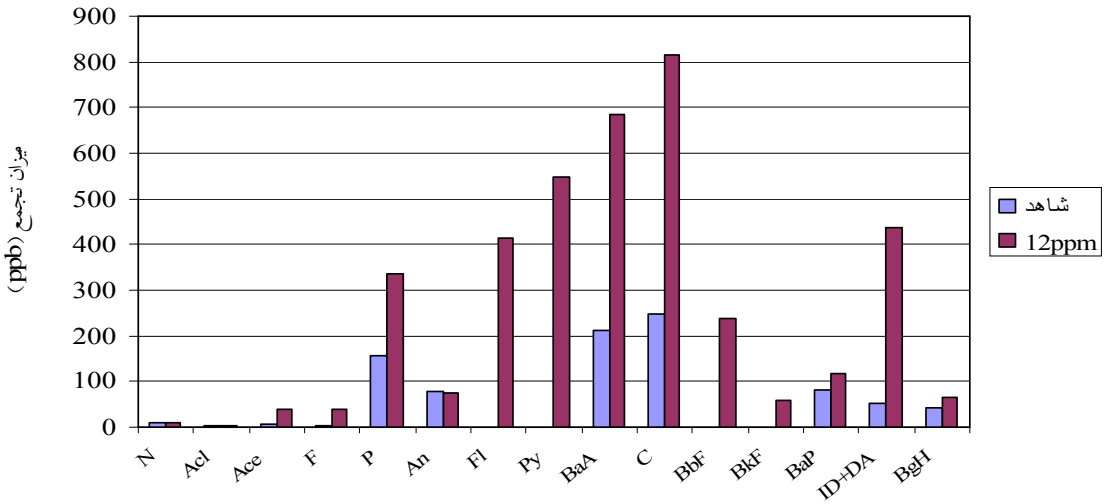
دوز نفت خام / ترکیبات مختلف **PAHs** و علائم اختصاری آنها	0**ppm** (شاهد)	12 **ppm**
Naphthalene (N)	۹ ± ۱	۱۱ ± ۱
Acenaphthalene (Acl)	۳/۶۶ ± ۰/۵۷	۳/۶۶ ± ۰/۵۷
Acenaphthene (Ace)	۷/۳۳ ± ۰/۵۷	۳۷/۶۶ ± ۱/۱۵
Fluorene (F)	۳/۳۳ ± ۰/۵۷	۳۷/۶۶ ± ۱/۵۲
Phenanthrene (P)	۱۵۶ ± ۴/۵۸	۳۳۶/۳۳ ± ۵/۵۰
Anthracene (An)	۷۸/۶۶ ± ۲/۵۱	۷۴/۳۳ ± ۳/۵۱
Fluoranthene (Fl)	ND	۴۱۵/۳۳ ± ۴/۱۶
Pyrene (Py)	ND	۵۴۶/۶۶ ± ۸/۶۲
Benzo[a] anthracene (BaA)	۲۱۰/۶۶ ± ۴/۰۴	۶۸۳/۶۶ ± ۴/۵۰
Chrysene (C)	۲۴۷/۳۳± ۴/۰۴	۸۱۵/۶۶ ± ۵/۰۳
Benzo[b] fluoranthene (BbF)	ND	۲۳۸/۶۶ ± ۳/۵۱
Benzo[k] fluoranthene (BkF)	ND	۶۰ ± ۲
Benzo[a] pyrene (BaP)	۸۳± ۴	۱۱۸/۳۳ ± ۳/۰۵
Indene[1,2,3-cd] pyrene + Dibenz[a,h] anthracen (ID+DA)	۵۲/۳۳ ± ۳/۰۵	۴۳۶ ± ۳
Benzo[ghi] perylene (BgP)	۴۳ ± ۲	۶۳/۶۶ ± ۰/۵۷
Total PAHs	۹۲۹/۶۶ ± ۲/۵۱	۳۸۴۳ ± ۱۳/۵۲

[1]**غیر قابل تشخیص**

برطبق نتایج حاصله در ماهیان شاهد کفشک چپ رخ بیشترین و کمترین میزان ترکیبات PAHs **اندازه گیری شده به ترتیب متعلق به** Chrysene **(با میانگین** ppb ۲۴۷/۳۳**) و**Fluorene **(با میانگین** ppb ۳/۳۳ **) می باشد. در ماهیان قرار گرفته در معرض دوز** ppm ۱۲ **از نفت خام نیز بیشترین و کمترین میزان ترکیبات** PAHs **اندازه گیری شده به ترتیب متعلق به** Chrycene **(با میانگین** ppb ۸۱۵/۶۶**) و** Acenaphthalene **(با میانگین** ppb ۲/۳۳ **) می باشد (نمودار ۱).**

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱: میزان تجمع ترکیبات مختلف PAHs در ماهیان کفشک چپ رخ شاهد و قرار گرفته در معرض دوز ppm ۱۲ از نفت خام

مقایسه میانگین هر یک از ترکیبات PAHs با استفاده از آزمون T-test نشان می دهد که میزان تجمع بیشتر این ترکیبات در ماهیان قرار گرفته در معرض دوز ppm ۱۲ از نفت خام اختلاف معنی داری ($P <۰/۰۵$) را در مقایسه با ماهیان شاهد داشته است. به عبارت دیگر قرارگیری ماهیان در معرض نفت خام موجب افزایش تجمع زیستی هر یک از ترکیبات PAHs به طور جداگانه و در نهایت کل ترکیبات PAHs در بدن آنها نسبت به ماهیان قرار گرفته در آبهای فاقد این موادنفتی شده است. اما وجود مقادیر نسبتاً زیاد PAHs در ماهیان شاهد را می‌توان به آلوده بودن آب محل جمع‌آوری‌این ماهیان (خلیج فارس) نسبت داد.

بحث و نتیجه گیری

در مطالعهٔ حاضر بافت عضلهٔ ماهیان کفشک چپ رخ به سبب نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان ازسلامت آن، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از تجزیه نمونه بافت های عضله ماهیان شاهد و ماهیانی که در معرض بخش محلول در آب نفت خام قرار گرفته اند و مقایسه آنها با یکدیگر بیانگر روند افزایشی معنی دار بیشتر ترکیباتPAHs در ماهیان قرار گرفته در معرض بخش محلول در

Archive of SID
www.SID.ir

آب نفت خام است. به عبارت دیگر قرار گیری ماهیان در آبی که حاوی این ترکیبات است می تواند موجب افزایش تجمع زیستی ترکیبات PAHs در آنها گردد. در مطالعه اخیر میزان کل ترکیبات PAHs در ماهیان شاهد کفشک چپ رخ برابر با ppb ۹۲۹/۶۶ است . در حالیکه در تحقیق دیگری که توسط Khan و همکاران (1995) به منظورتعیین کل ترکیبات PAHs در بافت عضله ماهی *Siganus canaliculatus* صید شده از سواحل امارات انجام گردید، مقدار این ترکیبات ppb **2026** اندازه گیری شد که این مقدار هم بسیار بیشتر از نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر می باشد. در تحقیق دیگری(Anyakora et al., 2005) که به منظور تعیین۱۶ترکیب مختلف PAHs در ماهی *Pseudomonas elongatus* صید شده از آبهای نیجریه انجام شد، مقدار ترکیبات کرایسن ، بنزو b فلورانتن ، پیرن و بنزو[ghi] پریلن به ترتیب ppb ۲۷۹۰، ppb ۶۵۰۰ ،ppb ۱۵۳۰ و ppb ۳۴۴۸۰اندازه گیری شد باز هم در بین کل ترکیبات PAHs ، بنزو[ghi] پریلن بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بودکه با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.Tolosa و همکاران (**2005**) مقدار کل ترکیبات PAHs را در ماهی *Epinephelus coicoids* سواحل جنوبی خلیج فارس در محدوده بینppb ۲۹/۶- ۱۱/۸ تعیین نمودند که در مقایسه با گونه مورد مطالعه در این بررسی مقدار کمتری است. Denton و همکاران (**2006**) در تحقیق خود بر روی بررسی میزان تجمع ترکیبات مختلف PAHs در ماهیان بنادر مختلف جزیره میکرونزی در یافتند که میزان تجمع این ترکیبات در ماهی *Acanthurus xanthopterus* برابر ppb ۶۴ و در ماهی *Monodactylus argenteus* ، ppb۳۷ است. Barbour و همکاران (**2008**) مقدار تجمع ترکیبات آروماتیک حلقوی را در گونه های مختلف کفال ماهیان سواحل مدیترانه پس از ریزش نفتی در اثر جنگ مورد مطالعه قرار دادند و میزان تجمع این ترکیبات را در این ماهیان در محدوده ppb ۱۰۸- ۹۶ تعیین نمودند که در هر دو مورد کمتر از مقادیر اندازه گیری شده در بررسی حاضر است.

سه فاکتور به شدت تحمل بدن را در مقابل PAHs در موجودات دریایی تحت تاثیر قرار می دهند که عبارتند از غلظت ترکیبات PAHs در محیط، در دسترس بودن زیستی ترکیبات و توانایی موجودات برای متابولیسم آنها (Grandby &Spliid, 1995). نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان دهنده افزایش معنی دار کل ترکیبات PAHs در ماهی کفشک چپ رخ در معرض قرار گرفته نسبت به ماهیان شاهد است. به عبارت دیگر هنگامی که ماهیان در معرض ترکیبات محلول در آب نفت خام قرار می گیرند مقادیر بیشتری از PAHs را نسبت به ماهیان شاهد جذب می نمایند.

Archive of SID

www.SID.ir

PAHs آبگریزاند، آنها به سهولت جذب رسوبات و سایر مواد معلق شده و در نهایت در کف دریا تجمع‌می‌یابند. در نتیجه موجودات کفزی اغلب در معرض غلظت‌های بالایی از این آلاینده‌ها بخصوص در نزدیکی‌مراکز کلان شهری قرار می‌گیرند. هنگامی کهPAHs در رسوبات کف ته نشین می شوند نسبت به زمانی که در ستون آب هستند مقاومتراند زیرا اثرات اکسیداسیون فتوشیمیایی یا بیولوژیکی بسرعت آنها را در ستون آب تجزیه می کند. PAHs در رسوبات فاقد اکسیژن برای مدت های طولانی بدون تغییر باقی می ماند(Guzzella, 1994). لذا کفشک ماهی که از ماهیان کفزی به شمار می روند و در ارتباط دائم با رسوبات بستر هستند در صورت آلوده بودن رسوبات به این ترکیبات مقادیر معتنابهی از آنها را در بدن خود جذب می کنند.

براساس نظریه Conell(1995) بسیاری از موجودات دریایی پاسخ‌های حادی را در مقابل قرارگیری درمعرض PAHs از خود نشان نمی‌دهند اما اثرات زیر کشنده (بیوشیمیایی، رفتاری، فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی) راتحمل می‌کنند که حداقل نیاز به چندین ماه دارد تا در موجود رشد نماید و در نتیجه تشخیص آنها بسیار مشکل‌است. چنین اثراتی توسط مسیرهای متابولیکی آسیب دیده، رشد کم، هماوری پایین و نقص تولید مثل ظاهرمی‌شود. تأثیرات بر روی جمعیت و جامعه ممکن است حتی سالها بعد از در معرض قرارگیری اولیه قابل تشخیص‌نباشند. اثرات ناشی از قرارگیری در معرض ترکیبات PAHs در یک نوع کفشک ماهی انگلیسی با نام علمی *Parophrys vetulus* مورد بررسی قرار گرفت و رشد نا بهنجار کبدی و تخریب بافت کبدی را در ماهیانی که در ارتباط با رسوبات آلوده به این ترکیبات بودند مشاهده گردید (Kennish, 2001).

براساس تحقیق فوق ممکن است ماهیانی که در خلیج فارس در معرض نفت و PAHs قرار می‌گیرند، اثرات زیرکشنده آنرا در یک دوره زمانی تحمل کنند و در نتیجه تشخیص آلودگی آنها به PAHs بسیار مشکل باشد. ممکن‌است تأثیرPAHs بر روی جمعیت های ماهیان خلیج فارس در طولانی مدت ظاهر شود، بطوریکه در سالهای آتی‌شاهد علایم سوء بیان شده فوق در ماهیان خلیج فارس باشیم.

براساس تحقیقات Afghan و همکاران (1989) برخی از ترکیبات PAHs که از نظر سرطانزایی انسان مهم هستند عبارتند از : بنزو[a]پیرن، دی بنزو آنتراسن، دی بنزو [a,i]پیرن، دی بنزو [a,h]پیرن و دی بنزو [a,l]پیرن. بر اساس مطالعه سازمان بهداشت جهانی و کمیته نظارت بر مواد غذایی (Anyakora et al., 2005)، مشخص شد که غلظت بنزو[a]پیرن به عنوان ترکیب شاخص سرطانزایی خصوصا برای انسان نباید بیشتر از ppb۱۰ باشد. غلظت های بالاتر از این مقدار باعث افزایش خطر سرطانزایی در مصرف کنندگان

Archive of SID
www.SID.ir

می شود. مطالعه حاضر نشان می دهد که میانگین غلظت بنزو[a]پیرن در ماهیان کفشک چپ رخ شاهد صید شده از خلیج فارس ۷۸/۶ ppb است. به عبارت دیگر غلظت این ترکیب در بافت عضله این گونه ماهی بسیار بیشتر از حد استاندارد تعیین شده برای این ترکیب است.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که ماهیان خلیج فارس بطور واقعی در معرض هیدروکربن های نفتی موجود در خلیج فارس هستند. این ماهیان غلظت های قابل توجهی از ترکیبات PAHs را با خود حمل می کنند. این آلاینده های نفتی بطور پیوسته از راههای مختلف وارد اکوسیستم خلیج فارس شده و بطور مداوم به مقدار آنها افزوده می شود. نتایج بدست آمده از تحقیقات گذشته (Al-Omran& Rao, 1997) نیز نشان می دهد که غلظت هیدروکربن های نفتی در مناطق ساحلی خلیج فارس و رسوبات دور از ساحل آن و ماهیها با گذشت زمان در حال افزایش است. از اینرو مصرف ماهیان آلوده به PAHs که دارای ترکیبات سرطانزا هستند، می‌تواند برای انسان نیز خطرناک باشد و این مسئله در مورد ماهیان کفشک چپ رخ که از ارزش غذایی بالایی برخوردار هستند و در سواحل جنوبی کشور به مقدار زیاد توسط مردم محلی مورد استفاده قرار می گیرند نیز صادق است.

بر اساس تحقیقاتی که دانشمندان (McLeese et al., 1985 وMcElroy et al., 1989،Kennish, 2001) بر روی موجودات مختلفی مانند سخت پوستان، نرمتنان دریایی، پرتاران و ماهیان انجام دادند دریافتند که این موجودات توانایی سوخت و ساز برخی از ترکیبات PAHs را دارند و می توانند آنها را به ترکیبات دیگری و گاهی ترکیبات کم خطر تر تجزیه کنند بنابراین یکی از دلایل احتمالی تفاوت در ترتیب تجمع ترکیبات مختلف PAHs در ماهیان شاهد و قرار گرفته در معرض دوز ۱۲ppm از نفت خام را می توان به این امر نسبت داد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که ماهیان خلیج فارس بطور واقعی در معرض هیدروکربن های نفتی موجود در خلیج فارس هستند. این ماهیان غلظت های قابل توجهی از ترکیبات PAHs را با خود حمل می کنند. این آلاینده های نفتی بطور پیوسته از راههای مختلف وارد اکوسیستم خلیج فارس شده و بطور مداوم به مقدار آنها افزوده می شود. نتایج بدست آمده از تحقیقات گذشته (Al-Omran& Rao, 1997) نیز نشان می دهد که غلظت هیدروکربن های نفتی در مناطق ساحلی خلیج فارس و رسوبات دور از ساحل آن و ماهیها با گذشت زمان در حال افزایش است. از اینرو مصرف ماهیان آلوده به PAHs که دارای ترکیبات سرطانزا هستند، می‌تواند برای انسان نیز خطرناک باشد و این مسئله در مورد ماهیان

Archive of SID

www.SID.ir

کفشک چپ رخ که از ارزش غذایی بالایی برخوردار هستند و در سواحل جنوبی کشور به مقدار زیاد توسط مردم محلی مورد استفاده قرار می گیرند نیز صادق است.

Archive of SID

www.SID.ir

منا بع

۱. اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. ۷۶۷ ص. صفحات ۲۷۱ تا ۲۷۵.

۲. امینی رنجبر، غ. و جمیلی، ش.، ۱۳۷۵. بررسی کمی هیدروکربن های نفتی در آب، رسوب و صدف در شمال شرقی خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، صفحات ۷۳ تا ۸۴.

۳. کفیل زاده، ف. ؛ اسماعیلی ساری، ع. ؛ فاطمی، س.م.ر. ؛ وثوقی، غ. و جمیلی، ش.، ۱۳۸۲. بررسی رابطه آلودگی های نفتی با تراکم صدف مروارید ساز محار (*Pinctada fucata*) در خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۳، صفحات ۱۲۷ تا ۱۴۲.

4. Afghan, B. K., 1989. Analysis of Trace Organics in the Aquatic Environment. CRC Press, Boca Raton, FL. pp.243-281.

5. Albers, P. H., 1994. Handbook of Ecotoxicology. Lewis publishers, Boca Raton, FL, 330p.

6. Al-Omran, L. A., anrd Rao, C. V. N., 1997. Hydrocarbons in the intertidal areas of Kuwait. Intern J Environ Studies 53: 31-41.

7. Anderson, J. W., 1975. Laboratory studies on the effect os of oil on marine organisms. An Overview. American Petrolium Institute Publications No, 4349. Washington, D. C.

8. Anyakora, C., Ogbeche, A., Palmer, P. and Coker H., 2005. Determination of polynuclear aromatic hydrocarbons in marine samples of Siokolo Fishing Settlement. Journal of Chromatography A, 1073. pp.323-330.

9. Barbour, E. K., Sabra, A. H., Shaib, H. A., Berckley, A. M., Farajalla, N. S., Zurayk, R. A. and Kassaify, Z. G., 2008. Baseline data of polycyclic aromatic hydrocarbons correlation to size of marine organisms harvested from a war-induced oil spill zone of the Eastern Mediterranean Sea Marine Pollution Bulletin 56: 770–797.

10. Burger, J. 1997. Oil Spills, Rutgers University Press. New Brunswick, N. J. 262pp.

11. Connell, D. W., 1995. Prediction of bioconcentration and related lethal and sublethal effects with aquatic organisms, Marine Pollution Bulletin, 31:201-205.

12. Denton, G. R. V., Concepcion, L. P., Wood, H. R. and Morrison, R. J., 2006. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in small island coastal environments: A case study from harbours in Guam, Micronesia. Marine Pollution Bulletin 52 : 1090–1117.

Archive of SID

www.SID.ir

13. Durrani, S. and Siddiqui, A. S. 1990. Hydrocarbon cocentrations in sediments and animal tissues from costal waters of Karachi. Marine Pollution Bulletin, 21: 397-398.

14. EPA, 1986. Method SW-846 and method 8100. test methods for evaluating solid waste. Volume IB: Laboratory manual physical/chemical methods. U.S. Environmental Protection Agency, 3rd ed. Washington DC. Mar. Pollut. Bull. 30: 167-178.

15. Golob, R. and Bruce. F., 1984. Statistical analysis of oil pollution in the Kuwait Action Plan Region and the implication of selected worldwide oil spill to the region. In: Report and Studies, Number 44, pp.7-34.

16. Grandby, K. and Spliid, N. H. 1995. Hydrocarbons and organochlorines in common mussels from the Kattegat and the belts and their relation to condition indices. Marine Pollution Bulletin , 30: 167-178.

17. Guzzella, L. and DePaulis, A.,1994. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments of the Adriatic Sea, Marine Pollution Bulletin, 28: 159-168.

18. Kelly, C., Santillo, D., Johnston, P., Fayad, G., Baker, K. L. and Law, R. J., 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons in oysters from coastal waters of the Lebanon 10 months after the Jiyeh oil spill in 2006 . Marine Pollution Bulletin 56 : 1215–1233.

19. Khan, M. A. Q., Al-Ghais, S. M., Al-Marri, S., 1995. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 29, 517-522.

20. Kennish, M. J., 1997. Pollution Impacts on Marine Biotic Communities.CRC Press.310p. pp: 40-51.

21. Kennish, M. J., 2001. Practical Handbook of Marine Science. Third Edition. CRC Press. 876pp.

22.McElroy, A. E., Farrington, J. W. and Teal, J.M., 1989. Bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment, in *Metabolism of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment,* Varanasi, U., Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 1-39.

23. McLeese, D. W., Ray, S. and Burridge, L. E., 1985. Accumulation of polynuclear aromatic hydrocarbons by the clam *Mya arenaria*, in *Wastes in the Ocean*, Vol. 6, *Nearshore Waste Disposal*, Ketchum, B. H., Capuzzo, J. M., Burt, W. V., Duedall, I. W., Park, P. K., and Kester, D. R. Ends., John Wiley & Sons, NEW YORK . NY, USA. pp 81–88.

24. Neff, J. M,. 1979. Aquatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment and biological effects, Applied Scince. London. 241 pp.

25. Nieva-Cano, M. J., Rubio-Barroso. S., and Santos-Delgado, M. J., 2001. *Analyst* 126. pp:1326.

26. Price, A.R.G., 1993. The Gulf: Human impacts and management initiatives. Mar. Pollut. Bull. 27:17-27.

Archive of SID

www.SID.ir

27. Singh, J. G. Chang Yen, I. Stoute, V. A. and Chettergoon, L. 1993. Hydrocarbon levels in edible fish, Crabs, mussels from the marine environment of Trinidad. Mar. Pollut. Bull. 27: 310-312.

28. Tolosa, I., Mora, S. J., Fowler, S. W., Villeneuve, J. P., Bartoci, j. and Cattini, 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.

Archive of SID

www.SID.ir

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons determination in *Pseudorhombus elevatus* muscle tissue from the northern part of The Persian Gulf

Tatina M.[1]*, Oryan, Sh.[2], Gharibkhani, M. [3]

[1]* & [3] Islamic Azad University, P. O. Box: 1141 Astara, Iran

[2] Tarbiat Modallem University, Tehran, Iran

Abstract

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) are stable organic compounds that their carcinogenic properties have been proved. This components enter to the organisms body throught food chain and affect the consumers adversely. This study was conducted in order to consider the effect of water soluble fraction of crude oil on the accumulation of PAHs in muscle tissue of *Pseudorhombus elevatus* of The Persian Gulf. It was performed in spring 2005 in the ecology research center of The Persian Gulf. Two solutions with 0ppm and 12ppm dosages of crude oil were prepared with Anderson method and seawater. Then 24 fish from this species that were caught randomly from 6 stations of The Persian Gulf were exposed to 0ppm and 12ppm dosages of crude oil for 8 days in long-term bioassay examination. After 8 days exposed fish were freezed and packed seprately and sent to the laboratory for determination of PAHs accumulated in their muscle. PAHs measurment was done with GC-FID model varian 3400. In this research, the amount of each compound of PAHs was detected. Then total PAHs in each dosage was calculated seprately. The result of data analysis shows that the mean accumulation amounts of PAHs ($\bar{x} \pm$ STD) in tissues of testifier *Pseudorhombus elevatus* was 929.66 ± 2.51 ppb. Also the mean accumulation amounts of PAHs ($\bar{x} \pm$ STD) in tissues of *Pseudorhombus elevatus* which were exposed to 12 ppm dosage of crude oil was 3843 ± 13.52 ppb. According to T-test test we concluded that there is a significant difference ($p<0.05$) between two mentioned dosages of crude oil from their accumulation point of view in muscle tissues of this species. In other words exposing fish to 12ppm of crude oil can increase the accumulation of PAHs in comparition with testifier fish. On the other hand, the high amount of PAHs in the testifier fishes is due to pollution of The Persian gulf.

Key words: *Pseudorhombus elevatus*, crude oil, pollution, PAHs, Persian Gulf.

www.SID.ir