بررسی کمی و کیفی مقادیرهیدروکربن های آروماتیک چندحلقه ای(PAHs) در بافت عضله اردک ماهی تالاب انزلی Esox *lucius* (Lineaus, 1758)

لیدا سلیمی [*۱]، عباسعلی مطلبی [۲]، علی مهدی نیا [۳] و سمیه قربانی [۴]

۱- گروه آلودگی و حفاظت محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- مؤسسه تحقیقات شیلات ایران

۳- .مرکز ملی اقیانوس شناسی ایران

۴- گروه بیولوژی دریا،دانشکده علوم و فنون،دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۰/۰۸/۳۰

چکیده

تالاب انزلی ازتالاب های بین المللی ایران است که گونه های زیادی درآن رشدوتکثیرمی یابند. درسال۱۳۸۹میزان PAHs که ترکیباتی سرطانزاهستند،دربافت عضله اردک ماهی*Esox lucius* تالاب انزلی بررسی گردید. دراین راستا نمونه برداری دردوفصل خشک(اوایل شهریور)وفصل مرطوب(اوایل آذر)درسه ایستگاه ماهروزه، کومه آقاجانی، سیاه درویشان صورت پذیرفت. درهرفصل۱۵نمونه برداشت شد. متغیرهای محیطی شامل pH،اکسیژن محلول ودمای آب نیزتعیین گردید. نمونه هابیومتری وتعیین سن شده و پس ازآماده سازی میزان PAHهاباسه بارتکراردرهرنمونه و بااستفاده ازHPLC تعیین شد.درهردوفصل اسنفتن دارای بیشترین غلظت (۱۱/۳۷ ±۳۱/۹۰ppb) و بنزوآلفاپایرن دارای کمترین غلظت (۰/۱ ±۰/۲ppb) شد. سپس داده ها با استفاده ازنرم افزارSPSS16، بررسی و ارتباط معنادار منفی بین نفتالن و اسنفتن باسن ماهی(زیریک سال ودوساله ها)درهردوفصل مشاهده شد(P< ۰/۰۵). بین بنزوبتافلورانتن وبنزو(g,h.i)پریلن بامیزان اکسیژن محلول نیزارتباط معنادارمنفی درهردوفصل دیده شد(P< ۰/۰۵). دردو فصلPAHها با عواملی چون اکسیژن و pHارتباط معناداری داشت(P< ۰/۰۵). در فصل سرد نیز بینPAHه ابا وزن نمونه ها ارتباط معناداری مشاهده شد(P< ۰/۰۵). باتوجه به اینکه دراین تحقیق حداکثرمقدارPAH تعیین شده برابر۶۳ /۵۲ pbbدر وزن خشک بدست آمد و با توجه به حد مجازاعلام شده PAH درآبزیان (µg/kg ۳۰دروزن تر)می توان اعلام کرد که درحال حاضردرنمونه های اردک ماهی درایستگاه های بررسی شده ، میزانPAH تقریبا"درحد مجازاست.

واژگان کلیدی:آلودگی، PAHs ،اردک ماهی *Esox lucius*،تالاب انزلی،دریای مازندران

* نگارنده پاسخگو: _salimi@iau-tnb.ac.ir

مقدمه

تالاب انزلی در جنوب دریای مازندران در استان گیلان واقع شده است.این تالاب به دلیل برخورداری از شرایط مناسب اکوسیستمی ،جزءتالاب های با اهمیت می باشد و همین مسئله سبب شده تا موجودات آبزی زیادی در این اکوسیستم زندگی و تولید مثل نمایند . یکی از ماهیان بومی این تالاب، اردک ماهی با نام علمی *Esox lucius* میباشد (آریایی نژاد،۱۳۸۵). اردک ماهی شکلی کشیده و اژدر مانند با سری نوک تیز و دندان ها ی برنده همانند اغلب ماهی های شکارچی دارد، ساکن آب شیرین بوده و بیشترین طول(کل آن) به۱۸۳ سانتی متر می رسد و بیشترین وزن اندازه گیری شده آن برابر ۳۵ کیلوگرم است(رضای الهی،۱۳۷۴).

هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) گروهی از ترکیبات شیمیایی هستند که دارای دو یا چند حلقه بنزنی میباشند. این مواد به علت توان بالای سرطان زائی از اهمیت ویژه ای در مطالعات زیست محیطی برخوردارند . سرطان زائی

PAHها در اثر پیوند بین این ترکیبات به مولکول های درشت DNA و RNA یا پروتئین ناشی میشود. PAH ها در اغلب حلال های آلی به خوبی حل شده ، و به دلیل خاصیت لیپوفیلی به راحتی قادراند در بافت های چرب تجمع یابند و به مرور اثرات خطرناک خود را در بدن موجودات ظاهر نمایند (سلیمی،۱۳۸۷).

در مورد بررسیPAH ها پژوهش های زیادی انجام پذیرفته است ، که به چند مورد آن در زیر اشاره می شود.

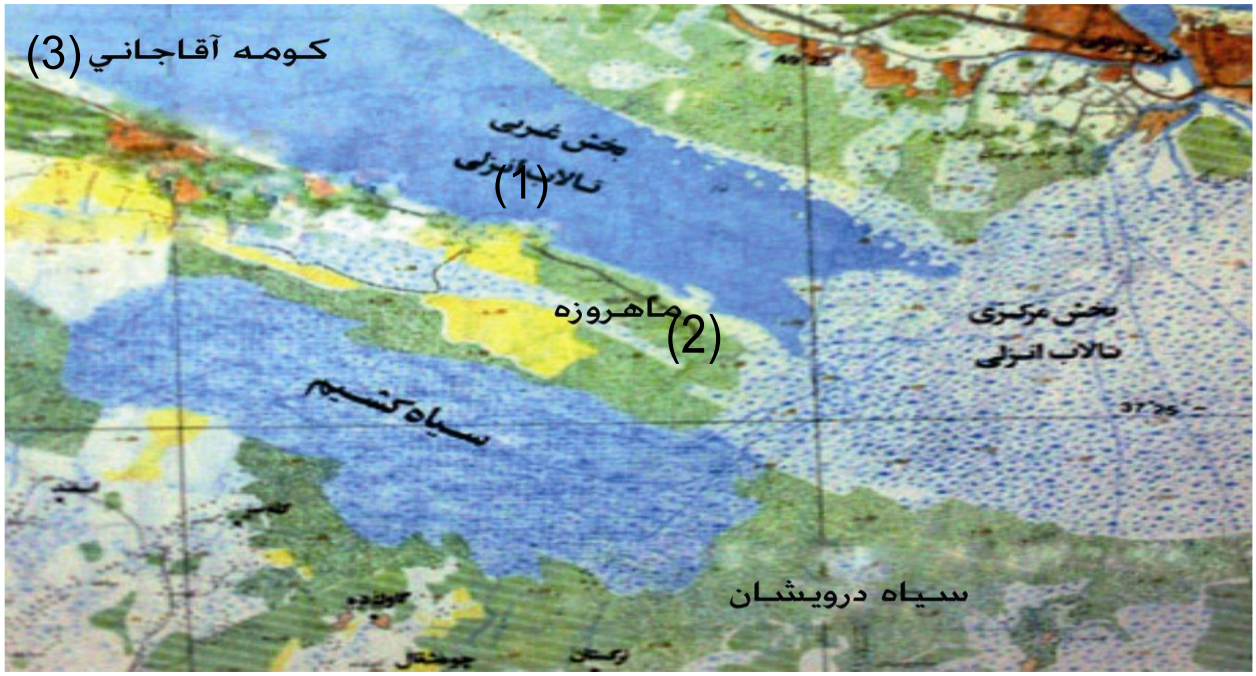
سلیمی در سال (۱۳۸۷)، پایش زیستی هیدروکربن های چند حلقه ای آروماتیک (PAHs) د ر رسوبات و دو کفه ای آنودونت در تالاب انزلی مطالعه نمود. Dasilva و همکاران(1997) PAH ها را در ماهی و رسوب موجود در خلیج Guanabara در برزیل مورد بررسی قرار دادند. Bordajandi و همکاران (2004) مقاومت آلاینده هایی نظیر PAH ها را در نمونه های غذایی و بر روی سلامتی انسان در کشور اسپانیا بررسی کردند. Cheevaporn و همکاران (2010)بررسی آلودگی PAH ها در کبد و صفرای Nile Tilpia (*Oreochromis niloticus*) در سوئد مطالعه کردند.

با توجه به نکته های گفته شده و اهمیت این نوع آلاینده ها، در تحقیق حاضر برای اولین بار در تالاب انزلی ترکیب PAHs در بافت اردک ماهی که مورد تغذیه انسان قرار می گیرد، مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

این تحقیق برای اولین بار بر روی این گونه در منطقه انجام شده است. با توجه به تغییرات فصلی در انزلی، نمونه برداری دو مرحله در دو فصل خشک و بارندگی انجام شده است(Oros *et al* .,2007).

مراحل نمونه برداری این پروژه در اوایل شهریور ماه (فصل خشک) سال ۱۳۸۹ و دومین مرحله نمونه برداری در آبان ماه (فصل بارندگی)سال ۱۳۸۹ در منطقه تالاب انزلی با همکاری پژوهشکده آبزی پروری (آب های داخلی) و کارشناسان مربوطه صورت گرفت. بعد از بررسی جهت مکان های مناسب نمونه برداری ، در۳ منطقه ی ماهروزه(آبکنار) ، سیاه درویشان و کومه آقاجانی که از زیستگاه های این ماهی می باشد، به عنوان ایستگاه های نمونه برداری تعیین گردید.



شکل۱- ایستگاه های نمونه برداری در تالاب انزلی، سال ۱۳۸۹

جدول۱- نام عمومی و موقعیت جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری شده در تالاب انزلی سال ۱۳۸۹

ردیف	نام عمومی ایستگاه	موقعیت جغرافیایی ایستگاه ها
۱	ماهروزه	۳۷ ۲۶ ۷۹۵ N ۴۹ ۲۴ ۳۷۷ E
۲	کومه آقاجانی	۳۴ ۸۲ ۷۶۵ N ۴۱ ۵۲ ۱۵۵ E
۳	سیاه درویشان	۳۷ ۲۴ ۳۸۲ N ۰۴ ۹۲ ۴۲۶ E

همچنین در هر دو فصل و در هر سه ایستگاه، متغیرهای محیطی(اکسیژن، pH ودمای آب) نیز اندازه گیری شد. نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و سپس بیومتری(وثوقی و مستجیری،۱۳۸۱)انجام و بافت عضله جدا گردید. سپس تا مرحله آماده سازی جهت آنالیزهای شیمیایی فریز شدند. با توجه به استانداردهای موجود در آزمایشگاه، ۷مورد PAHs شامل Naphthalen ، Acenaphten ، Banzo(a)anthracene ، Crysen ، Banzo(b)flurenthan ، Banzo(a)pyren ، Banzo(g,h.i)perylen جهت سنجش تعیین گردید. در مرحله آماده سازی ، نمونه ها برای خشک شدن، به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه فریزدرایر قرارگرفتند. سپس طبق روش EPA (Environmental Protection Agency) ,Method SW-846(1996) از نمونه خشک شده مقدار(۱۰ گرم)برداشت و با حلال های دی کلرومتان و استن مخلوط گردید. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در حمام اولتراسونیکی قرار داده شد. این کار دوبار تکرارگردید ، سپس نمونه صاف شده و عملیات جداسازی توسط ستون(Clean up) روی آن انجام گردید . برای clean upدر ستون ۱۰ گرم سیلیکاژل ، حدود۵۰ میلی لیتر دی کلرومتان ، ۲ سانتی متر تیوسولفات سدیم و ۴۰ میلی لیتر پنتان اضافه گردید، سپس نمونه به کمک تقطیردر خلاء تغلیظ شده و با استفاده از سیکلوهگزان به فاز آلی منتقل و با گاز N2 حجم اضافه تبخیر شد و مجددا"(Clean up) صورت گرفت، پس از آن با حلال های پنتان نرمال و دی کلرومتان (به نسبت ۴۰:۶۰) ستون شستشو شده ودر نهایت حجم نمونه حاصل با استفاده از روتاری به حجم ۱ میلی لیتر رسانده شد. سپس ۳ میلی لیتراستونیتریل اضافه گردید و مجددا" با گاز N2 به حجم ۱ میلی لیتر رسانده شد. سرانجام ۱۰۰ میکرو لیتر از محلول تمیز شده(Clean up) شده را برداشت و به دستگاه HPLC تزریق شد و با استفاده از دتکتور FLD و UV نوع و مقادیر PAH های موجود در بافت عضله اردک ماهی شناسایی گردید. لازم به ذکر است که مقدار PAH درهر نمونه پس از سه بار تکرار گزارش شده است.

درخاتمه با استفاده از نرم افزارSPSS-16 وآزمون هایShapiro-Wilk ، Kolmogorove-Smirnov ، Kruskal Walisو Manwithney آنالیزهای آماری انجام گردید.

نتایج

نتایج متغیر های محیطی درجدول (۲) آورده شده است.

نتایج بیومتری نمونه های اردک ماهی نیز در دو فصل خشک و بارندگی در جدول های (۳ و۴) آورده شده است.

جدول۲- نتایج متغیرهای محیطی اندازه گیری شده در نمونه های آب در ایستگاه های مورد مطالعه در تالاب انزلی، سال ۱۳۸۹ در دو فصل خشک و بارندگی

نام عمومی ایستگاه	اکسیژن (میلی گرم در لیتر)		دمای آب (درجه سانتی گراد)		pH	
ماهروزه	فصل خشک	فصل بارندگی	فصل خشک	فصل بارندگی	فصل خشک	فصل بارندگی
	۴/۸۵	۸/۲	۳۳/۰	۱۴/۲	۸/۲۵	۸/۲۱
کومه آقاجانی	۶/۳۰	۸/۴	۳۱/۰	۱۴/۳	۸/۵۷	۸/۲۳
سیاه درویشان	۴/۶۰	۶/۰	۲۴/۴	۱۵/۴	۷/۶۵	۷/۵۵

جدول۳- نتایج زیست سنجی نمونه های اردک ماهی در ایستگاه های کومه آقاجانی، ماهروزه وسیاه درویشان تالاب انزلی،۱۳۸۹(فصل خشک)

*نمونه	طول چنگالی (سانتی متر)	وزن (گرم)	جنسیت	سن (سال)
۱	۴۵/۰	۶۷۹	نر	+۲
۲	۴۳/۰	۶۵۹	نر	+۲
۳	۳۷/۰	۴۰۳	ماده	+۲
۴	۳۳/۵	۳۴۸	نر	+۱
۵	۲۹/۰	۱۹۵	نر	+۰
۶	۴۹/۵	۹۹۱	ماده	+۲
۷	۴۵/۰	۷۱۰	ماده	+۱
۸	۴۰/۰	۵۰۵	نر	۲
۹	۳۹/۰	۴۳۶	ماده	+۱
۱۰	۳۷/۰	۳۸۱	ماده	+۱
۱۱	۴۴/۳	۶۹۳	ماده	+۲

۱۲	۳۸/۵	۴۱۳	نر	+۲
۱۳	۳۲/۴	۲۶۳	ماده	+۱
۱۴	۲۹/۴	۱۸۱	ماده	+۰
۱۵	۲۳/۲	۹۱	ماده	+۰

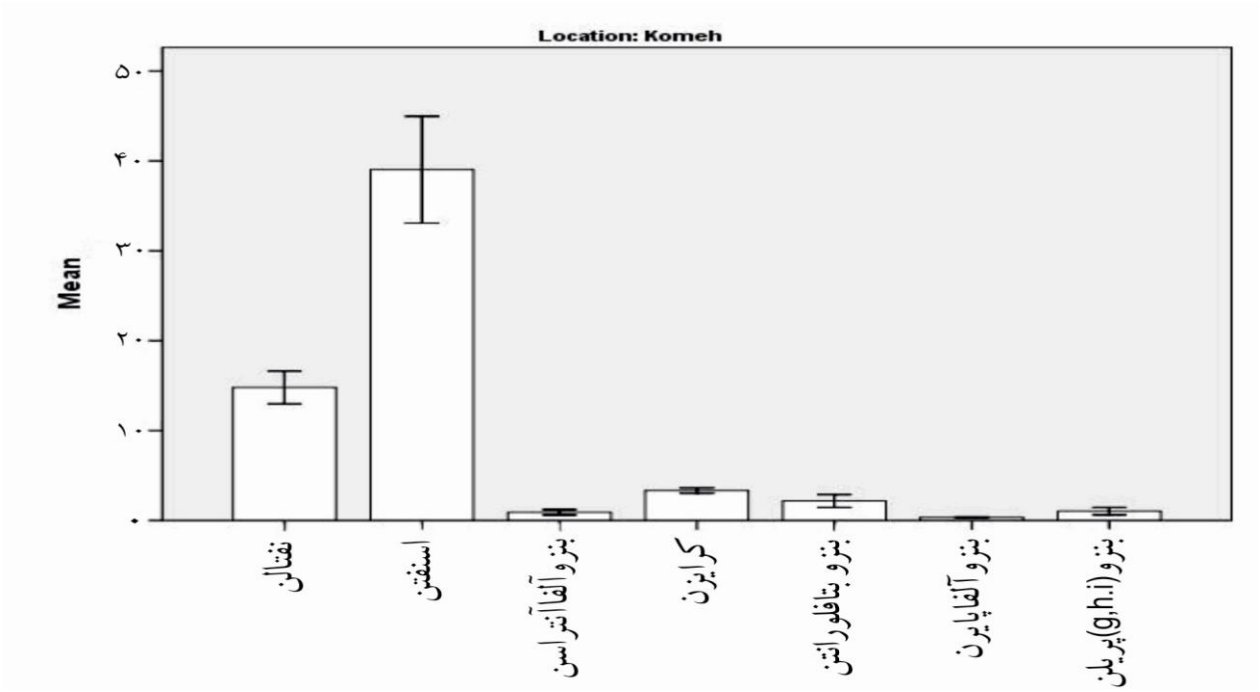
*نمونه ردیف های۵-۱ مربوط به ایستگاه کومه آقاجانی است.
*نمونه ردیف های ۱۰-۶ مربوط به ایستگاه ماهروزه میباشد.
*نمونه ردیف های ۱۵-۱۱ مربوط به ایستگاه سیاه درویشان است.

جدول(۴) نتایج زیست سنجی نمونه های اردک ماهی در ایستگاه های ماهروزه،کومه آقاجانی وسیاه درویشان تالاب انزلی،۱۳۸۹(فصل بارندگی)

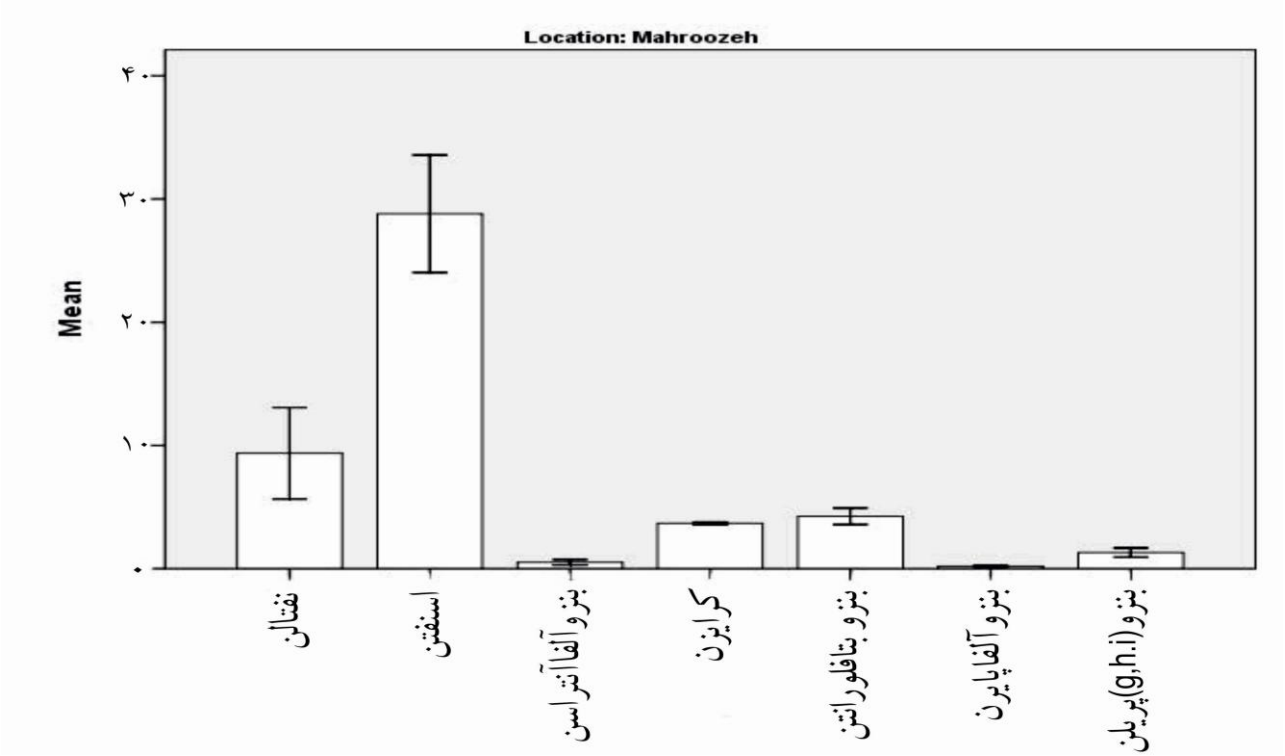
*نمونه	طول چنگال (سانتی متر)	وزن (گرم)	جنسیت	سن (سال)
۱	۳۶/۵	۳۶۲	ماده	۲
۲	۳۵/۵	۳۳۰	نر	۲
۳	۳۴/۵	۲۶۶	ماده	۲
۴	۳۱/۵	۲۳۸	نر	+۱
۵	۲۸/۵	۱۷۸	نر	+۱
۶	۴۱/۰	۶۹۶	ماده	+۲
۷	۳۷/۵	۵۵۰	نر	+۲
۸	۳۶/۰	۴۸۲	نر	۲
۹	۳۸/۰	۵۳۶	ماده	+۲
۱۰	۳۷/۵	۴۶۲	نر	+۲
۱۱	۳۸/۵	۴۹۴	نر	+۲
۱۲	۳۴/۵	۳۷۸	ماده	+۲
۱۳	۳۰/۰	۲۳۶	نر	+۱
۱۴	۲۴/۰	۱۰۲	ماده	+۱

*نمونه ردیف های ۵-۱ مربوط به ایستگاه ماهروزه است.
*نمونه ردیف های ۱۰-۶ مربوط به ایستگاه کومه آقاجانی میباشد.
*نمونه ردیف های ۱۴-۱۱ مربوط به ایستگاه سیاه درویشان است.

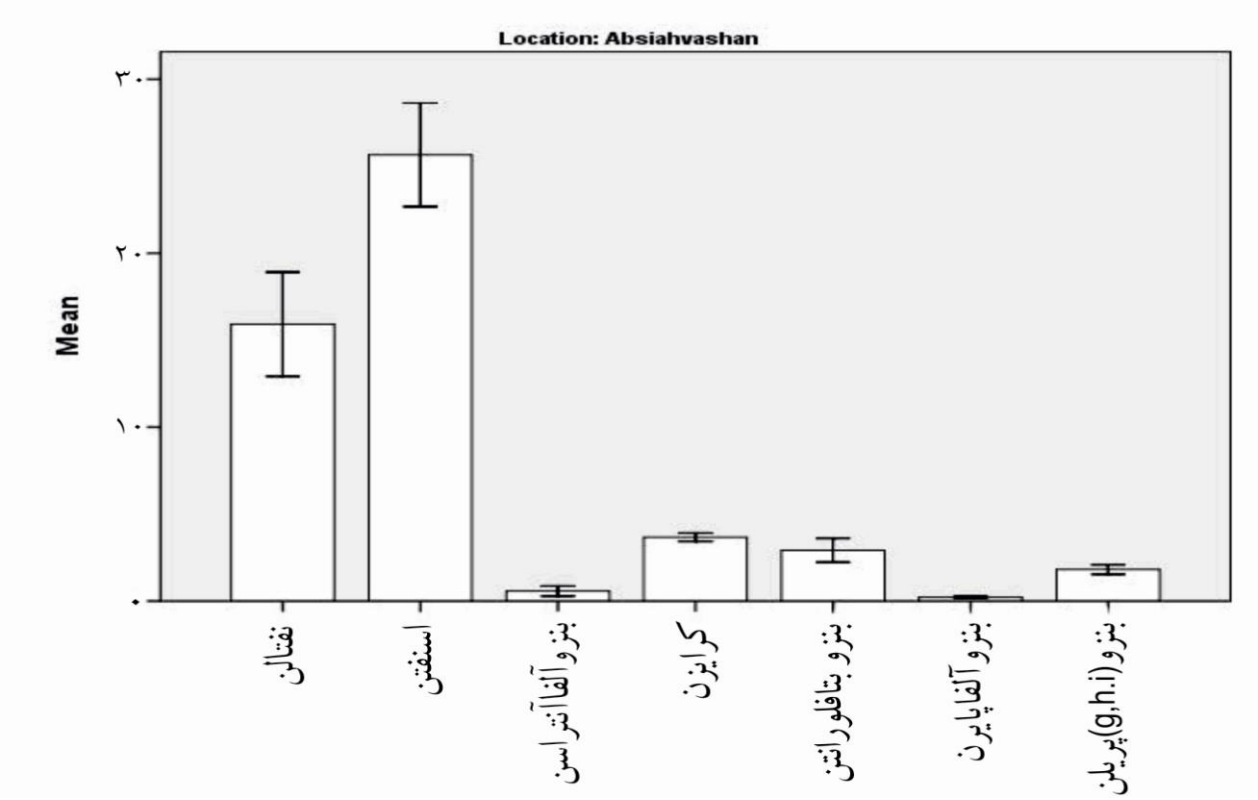
نتایج حاصل از آنالیزهای شیمیایی و بررسی طیف های HPLC ، مقادیر PAHها در بافت عضله اردک ماهی در دو فصل نمونه برداری درشکل های/۲/، /۳/، /۴/، /۵/، /۶/، /۷/آورده شده است.



شکل۲- میانگین مقادیر۷ نوع ترکیب PAHs در بافت عضله اردک ماهی در فصل خشک(ppb) ،ایستگاه ماهروزه،تالاب انزلی،۱۳۸۹

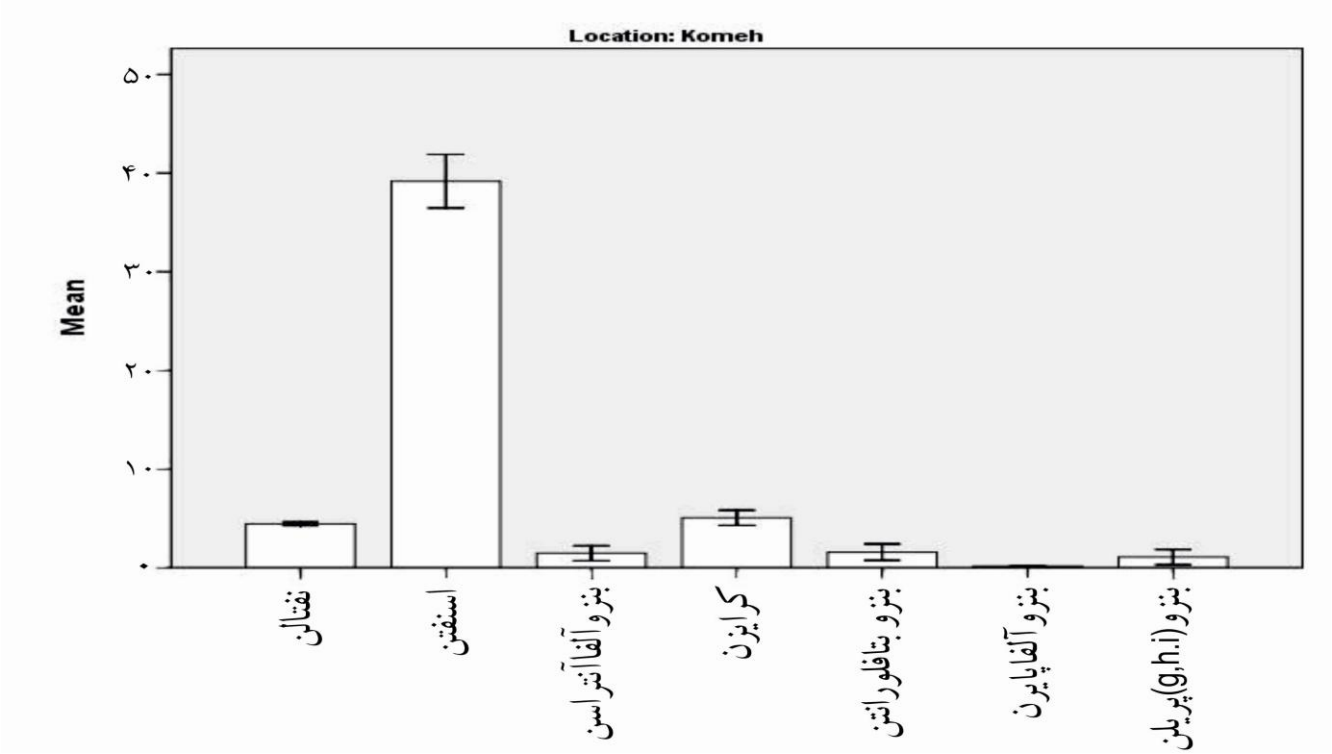


شکل ۳- میانگین مقادیر۷ نوع ترکیب PAHs در بافت عضله اردک ماهی در فصل خشک (ppb)، ایستگاه کومه آقاجانی،تالاب انزلی،۱۳۸۹

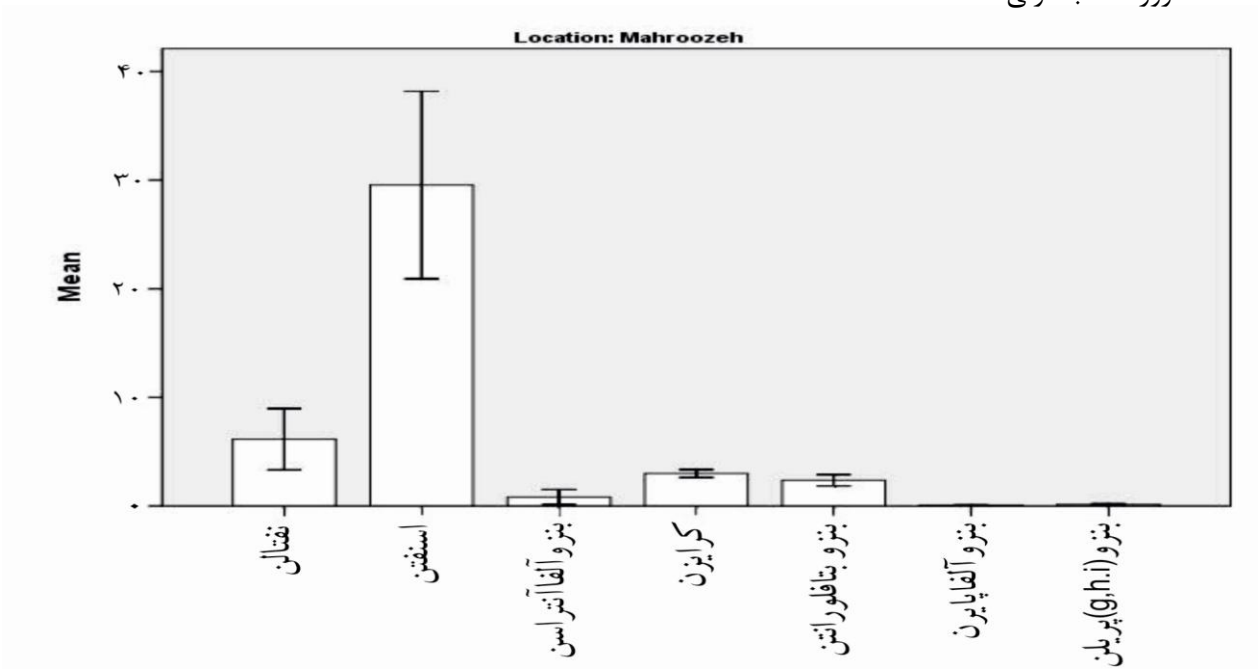


شکل۴- میانگین مقادیر۷ نوع ترکیب PAHs در بافت عضله اردک ماهی در فصل خشک (ppb)، ایستگاه سیاه درویشان،تالاب انزلی،۱۳۸۹

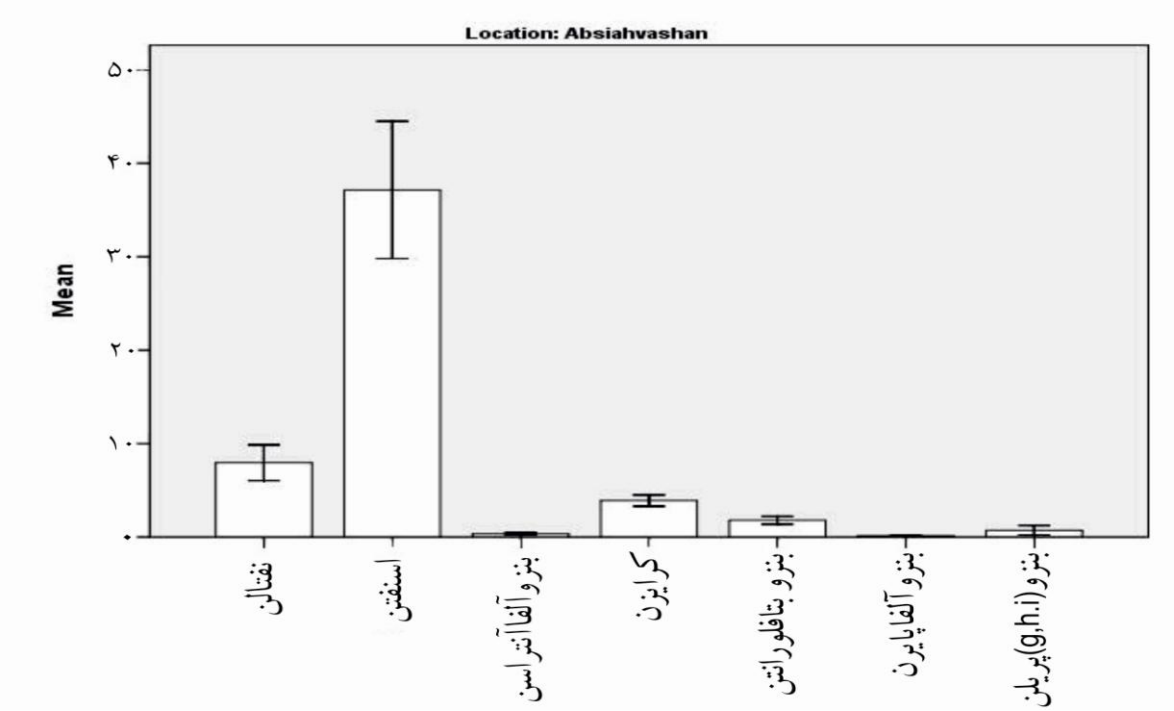
پس ازآزمایش نمونه های فصل خشک ،نتایج نمونه های فصل بارندگی در شکل های(۵، ۶ و۷) آورده شده است.



شکل۵- میانگین مقادیر۷نوع ترکیب PAHs در بافت عضله اردک ماهی در فصل بارندگی (ppb)،ایستگاه ماهروزه،تالاب انزلی،۱۳۸۹



شکل۶- میانگین مقادیر۷نوع ترکیب PAHs در بافت عضله اردک ماهی در فصل بارندگی(ppb) ،ایستگاه کومه آقاجانی،تالاب انزلی،۱۳۸۹



شکل ۷- میانگین مقادیر۷نوع ترکیب PAHs در بافت عضله اردک ماهی در فصل بارندگی(ppb) ،ایستگاه سیاه درویشان،تالاب انزلی،۱۳۸۹

نتایج آنالیزهای آماری نشان داد که بین میزان نفتالن و گروه های سنی بالای یکسال و ۲ساله و همچنین با ۱ و ۲ساله ها ارتباط معناداری مشاهده شد(P< ۰/۰۵).اما بین میزان نفتالن با گروه های سنی بالای یکسال و ۱ ساله ارتباط معناداری مشاهده نشد (P> ۰/۰۵). بین میزان نفتالن و وزن نمونه ها نیزارتباط معناداری مشاهده شد(P< ۰/۰۵). از سوی دیگر بین جذب ترکیب بنزوفلورانتن بااکسیژن محیط ارتباط معنی دارمنفی دیده شد (P< ۰/۰۵). بین جذب ترکیب بنزوپایرن با دمای آب ارتباط معنادار مثبت بدست آمد (P< ۰/۰۵). جذب ترکیب بنزو پریلن با دمای آب ارتباط معنادار مثبت و با میزان اکسیژن ارتباط معنادارمنفی دارد (P< ۰/۰۵).بین جذب ترکیب اسنفتن درنمونه هابا سن نیزارتباط معنادار منفی مشاهده شد (P< ۰/۰۵).

بحث و نتیجه گیری

نتایج سنجش ۷ ترکیب ازPAHs شامل نفتالن(Naphthalen)،اسنفتن(Acenaphten)، بنزوآلفاآنتراسن (Banzo(a)anthracene) کرایزن(Crysen)،بنزو بتا فلورانتن(Banzo(b)flurenthan)،بنزوآلفاپایرن (Banzo(a)pyren)،بنزو(g,h.i)پریلن (Banzo(g,h.i)perylen) نشان داد که ترکیب اسنفتن با وزن مولکولی پایین (با مقادیراستاندارد موجود)، در همه ایستگاه ها دارای بیشترین مقدار (۱۱/۳۷±۳۱/۹۰ppb) در نمونه ها بوده و بنزوآلفا پایرن با وزن مولکولی بالا دارای پایین ترین میزان غلظت(۰/۱۴ ±۰/۲ppb) می باشد . این نتایج مشابه با تحقیقات (Budzinski *et al.*, 2004) ، (Cheevaporn *et al.*, 2010) و (Llobet *et al.*, 2003) می باشد.بنظر می رسد با توجه به وزن مولکولی پایین ترکیب اسنفتن احتمال حضور آن در آب بیشتر بوده و بنابراین امکان ورود آن به بدن ماهی بیشتر است . عکس این قضیه در مورد ترکیب بنزوآلفا پایرن صدق میکند، زیرا ترکیبات سنگین معمولا" کمتر در ستون آب باقی مانده و به دلیل چگالی بیشتر در بستر رسوب می کنند لذا احتمال ورود

آنها به بدن و بافت ماهی همراه با آب کمتر میشود. همچنین ارتباط معناداری بین مقدار نفتالن و وزن ماهی مشاهده شد (P< ۰/۰۵). همانطور که اشاره شد با توجه به وزن مولکولی پایین نفتالن این مسئله منطقی است وانحلال آن در آب بیشتر است بنابراین می تواند به سهولت همراه با آب وارد بدن ماهی شود.از سوی دیگر چون این ترکیب لیپوفیل می باشد ، پس از ورود به بدن در بخش های چرب به میزان بیشتری یافت میگردد. قابل انتظار است که در ماهیان با بافت بزرگتر که معمولا بافت چربی در آنها بیشتر است ترکیبات لیپوفیل یا چربی دوست نظیرنفتالن غلظت بیشتر(۵/۷۵ ±۱۰/۴۸ppb) داشته باشند. تاثیر اندازه بی مهرگان در جذب و تجمع آلاینده ها قابل توجه است و این وضعیت در تحقیق انجام شده توسط (Landrum & Stubblefield,1991)هم در مورد سخت پوست آمفی پودها ی آب شیرین، گزارش شده و همبستگی بالایی بین جذب PAH ها با نسبت سطح /حجم جانور ثابت شده است. نتیجه بدست آمده دراین پژوهش با تحقیقات انجام شده توسط (Varanasi & Stein, 1991) , (Akpan *et al*., 1994) و (Solbakken *et al*., 1978) مطابقت دارد.

همچنین بین مقدار نفتالن انباشته شده(با محدوده حداقل و حداکثر میانگین(ppb۲۱/۸۸ و ppb۳/۶۵) و سن ماهی ، نیزارتباط معنادار منفی مشاهده شد (P<۰/۰۵). از آنجایی که نفتالن در بین PAHها ، جزء ترکیبات سبک می باشد ، این احتمال وجود دارد که کاهش نفتالن در بدن ماهی با افزایش سن به دلیل متابولیزه شدن آن باشد. تحقیقات نشان می دهد که سن جانور هم علاوه بر اندازه آن، در میزان جذب و پالایش ترکیبات آلی هیدروفوبیک نظیرPAH ها موثر است(Gustafsson *et al*., 1999 و (Hawker & Connel, 1985).

بین میزان بنزوبتا فلورانتن وبنزو(g,h.i)پریلن ارتباط معنادارمنفی با میزان اکسیژن محلول مشاهده شد (P<۰/۰۵). به طور مثال مشاهده شد در فصل خشک که هوا گرم شده و میزان اکسیژن محلول کاهش می یابد (۴/۶ mg/L) ، بنزوبتا فلورانتن وبنزو(g,h.i)پریلن افزایش می یابد(ppb۵/۷۳ و ppb۲/۴۷) و در فصل مرطوب و بارندگی عکس این مسئله اتفاق می افتد. این احتمال وجود دارد که با تغییرات دمای محیط و به دنبال آن تغییرات اکسیژن محلول، روند تجزیه و اکسیداسیون این PAH ها دستخوش تغییر شود و بنظر می رسد تغییرات فصلی عامل مهمی در افزایش و یا کاهش میزان PAHها است(سلیمی،۱۳۸۷) و این امر موافق با تحقیقات انجام شده در خلیج سانفرانسیسکو می باشد که اختلاف معنی داری همراه با تغییرات فصلی در میزان PAHها در ماسل های این خلیج گزارش شده است (Oros *et al*., 2007) . ازسوی دیگر جذب این دوترکیب در آبشش های ماهی همراه باحرکات تنفسی بیشتر(باز و بسته شدن سریعتر آبشش ها)در جهت تمایل بیشتر برای جذب اکسیژن‌در فصل خشک می توانداافزایش یابد. درفصل زمستان‌عکس‌این‌عمل‌مشاهده میشود.این‌روندمطابق‌با نتایج تحقیقات (Forstner & Wieser,1990) (Johansen & Green,1990) (Beamish & Mookherjii,1964) و (Varanasi & Stein, 1991) می باشد.

مشابه این وضعیت در ترکیبات بنزو(g,h.i)پریلن و بنزوآلفا پایرن بافت نمونه ها نیز مشاهده شد که بین این دو ترکیب و دمای آب ارتباط معناداروجود دارد(P< ۰/۰۵). در فصل خشک که دمای آب افزایش می یابد(۳۳درجه سانتی گراد) ، میزان اکسیژن محلول در آب کاهش یافته در نتیجه فعالیت آبشش ها برای جذب اکسیژن افزایش می یابد که این عمل به طورهمزمان باعث افزایش جذب دو ترکیب از آب می گردد. این نتایج نیز با تحقیقات (Varanasi & Stein, 1991) مطابقت می نماید.

نتایج این پژوهش نشان داد که بین میزان اسنفتن و سن ماهی(زیر یک سال و دوساله ها) همبستگی منفی وجود دارد(P< ۰/۰۵) . اسنفتن که دارای ۳حلقه بنزنی است نسبت به سایر ترکیبات مورد بررسی در این تحقیق (به جز نفتالن) که ۶-۴ حلقه بنزنی دارند ،کمترین حلقه بنزنی و جرم مولکولی را داراست. ولی بر خلاف انتظار میزان

تجمع آن در سنین بالاتر کمتر میباشد ، احتمال دارد این نتیجه ناشی از ورود مقطعی این ترکیب به آب تالاب باشد اما احتمال قوی تر این است که اسنفتن توانسته با توجه به تعداد حلقه های کم وارد سیستم متابولیسم جانور شود . در مورد جانورانی نظیر دوکفه ای ها که قدرت متابولیسم پایینی دارند مشخص شده است که عامل موثر بعدی در تجمع و افزایش غلظت PAHها متابولیسم آنهاست، به این معنی که در مورد مهره داران که سیستم آنزیمی دارند متابولیسم این ترکیبات بیشتر صورت می گیرد اما در مورد بی مهرگان (نظیر دو کفه ای ها) که در محیط های آلوده زندگی می کنند، متابولیسم کمتری اتفاق می افتد(Akcha *et al.*,1999)، این مورد با تحقیقات (سلیمی ، ۱۳۸۷) در مورد تجمع PAHها در دوکفه ای آنودونت تالاب انزلی هم سازگار است. اما در گونه هایی که میتوانند متابولیسم قوی تری بر روی PAH ها انجام دهند(نظیر ماهیان) برخی اوقات غلظت این ترکیبات پایین می آید (سلیمی ، ۱۳۸۷).در این صورت گاهی مقادیر بالای PAH ها حتی قادرند متابولیت های خطرناک تشکیل دهند (Meabor,2003).که با توجه به ارتباط منفی بین غلظت اسنفتن و افزایش سن ماهیان احتمال دوم قوی تر به نظر می رسد . البته برای تأیید نهایی در این خصوص تحقیقات بیشتری نیاز است .

درپایان با توجه به نتایج این تحقیق، میزان ترکیبات اسنفتن، نفتالن، کرایزن از ۷ مورد ترکیب PAHs مورد بررسی دارا ی بیشترین غلظت به ترتیب با مقادیر (ppb۵۲/۶۳، ppb۲۱/۸۸ ، ppb۶/۵۶) در بافت عضله اردک ماهی در ایستگاه های مورد مطالعه بودند. با توجه به اینکه در این تحقیق حداکثر مقدارPAH تعیین شده۵۲/۶۳ ppb در وزن خشک است و با توجه به حد مجاز اعلام شده PAH در آبزیان (۳۰ µg/kg در وزن تر)می توان اعلام کرد که در حال حاضر در نمونه های اردک ماهی در ایستگاه های مذکور ، میزان PAH تقریباً در حد مجاز است (Seafish, 2011). البته به نظر می رسد اقدامات مدیریتی مناسب در جهت کنترل ورود پساب های آلوده به تالاب انزلی ضروری است.

تقدیر و تشکر

در خاتمه از همکاری ها و مساعدت های پرسنل محترم مرکز ملی اقیانوس شناسی، بخصوص سرکار خانم مهندس رحمان پور و پرسنل محترم پژوهشکده آبزی پروری(آب های داخلی)بندر انزلی به خصوص خانم دکتر فلاحی ،رئیس پژوهشکده و همچنین آقای مهندس بابایی و آقای محسن پور تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

آریائی نژاد، ش. ۱۳۸۵. بررسی و شناسایی ترکیبات طبیعی موجود در کبد و بافت عضله اردک ماهی. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

رضای الهی، ح. ۱۳۷۴. اثرات نفت و زائدات شیمیایی بر محیط زیست دریایی. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

سلیمی،ل. ۱۳۸۷. پایش زیستی هیدروکربن های چند حلقه ای آروماتیک (PAHs) و فلزات سنگین نیکل و وانادیوم در رسوبات و دوکفه ای آنودونت تالاب انزلی و تعیین کاربرد بیومارکر NRR به عنوان شاخص زیستی این آلاینده ها. رساله دکترا. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

وثوقی،غ. و مستجیری،ب. ۱۳۸۱.ماهیان آب شیرین.انتشارات دانشگاه تهران.تهران،ایران.

Akpan, V., Lodovici, M. & Dolara, P. 1994. Polycyclic aromatic hydrocarbons in fresh and & smoked fish
Samples from the three Nigerian cities. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 53: 246-253.
Akcha, F., Burgeot, T., Venier, P. & Narbonne, J. F. 1999. Relationship between kinetics of bioaccumulation and DNA binding in the mussel *Mytilus* benzo[a]-pyrene
Toxicol., 62: 455–462. *galloprovincialis*, Bull. Environ. Contam.
Beamish, F. W.H. & Mookherjii, P.S. 1964. Respiration of fishes with special emphasis on standard oxygen consumption. I. Influence of weight and temperature on respiration of goldfish, *Ckzrmsius aurutus* L. Canadian Journal of Zoology, 42: 161-175.
Bordajandi, R., Goamez, G., Abad, E. & Rivera, J. 2004. Survey of persistent contaminants (PCBs, PCDD/Fs, and PAHs), Heavy metals (Cu, Cd, organochlorine samples from Huelva(Spain): Levels and Health Zn, Pb and Hg), and Arsenic in food implications. J. Agric. Food chem., 52: 992-1001.
Budzinski, H., Mazeas, O., Tronczynski, J., Desaunay, Y., Bocquene, G. & Claireaux, G. exposure of fish (*Solea solea*) to PAHs and metabolites: Application to 2004. Link between Living Resour., 17: 329-334. the "Erika" oil spill, Aquat.
Cheevaporn, V., Pindang, M. & Helander, H.F. 2010. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) : Analysis in Liver and Bile, contamination in Environment Asia, 3(2): 8-14.
Dasilva, E., PesoAguiar, M., Navarro, M. & Chastinet, C. 1997. Impact of petroleum pollution on aquatic
coastal ecosystems in Brazil. Environ. Toxicol. Chem., 16: 112-118.
Forstner, H. & Wieser, W. 1990. Patterns of routine swimming and metabolic rate in juvenile cyprinids at three temperatures: analysis with a respirometer-activity-monitoring system. Journal of Comparative Physiology, 160:71-76.

Gustafsson, K., Bjork, M., Burreau, S. & Gilek, M. 1999. Bioaccumulation kinetics of brominated flame etardants (polybrominated diphenyl ethers) in blue mussels (*Mytilus edulis*). Environmental Toxicology and Chemistry, 18: 1218–1224.

Hawker, D. W. & Connel, D. W. 1985. Relationships between partition coefficient, uptake rate constant, clearance rate constant and time to equilibrium for bioaccumulation. Chemosphere, 14: 1205–1219.

Johansen, J.A. & Green, G. H. 1990. Sub lethal and acute toxicity of the ethylene glycol butyl ether
ester formulation of triclopyr to juvenile Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Arch. Environ.
Contam. Toxicol., 19: 610-616.
Landrum, P.F. & Stubblefield, C.R. 1991. Role of respiration in the accumulation of organic xenobiotics by the amphipod, *Pontoporeia boyi*, Environmental Toxicology and Chemistry, 10: 1019-1028.
Llobet, J. M., Bocio, A., Domingo, J.L., Teixido, A., Casas, C. & Mu¨ller, L. 2003. Levels of polychlorinated biphenyls in foods from Catalonia, Spain: estimated dietary intake. J. Food Prot.,
66: 479–484.

Meabor, J.P. 2003. Bioaccumulation of PAHs in marine invertebrates, PAHs: an ecotoxicological
perspective. John Willey and Son Ltd. London, UK.
Oros, D. R., Ross, J. R.M., Spies, R. B. & Mumley, T. 2007. Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contamination in San Francisco Bay: A 10-year retrospective of monitoring in an urbanized estuary. Environmental Research, 105: 101–118.
Solbakken, J. E., Palmork, K.H., Neppelberg, T.& Scheline, R. R. 1978. Distribution of radioactivity in
Coalfish (*Pollachius virens*) following intragastric administration of [9-14C]phenanthrene. Bull. Environ.
Contam. Toxicol., 23: 100-103.
Varanasi, U. & Stein, J. 1991. Disposition of xenobiotic chemicals and metabolites in marine organisms.
Environmental Health Perspectives, 90: 93-100.
Sea fish. 2011. Sea fish the authority on sea food. Available in: http:www.seafish.org