بررسی هیدروکربن‌های نفتی فلورن، فنانترن و آنتراسن در ماهیان اقتصادی تالاب انزلی

مینا سیف‌زاده[1*]، علی‌رضا ولی‌پور[2]، علی‌اصغر خانی‌پور[3]

۱. مربی پژوهشی، پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

۲. استادیار، پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

۳. دانشیار، پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات m_seifzadeh_ld@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۵/۷/۱۷ پذیرش نهایی: ۹۷/۶/۲۵)

چکیده

هیدروکربن‌های نفتی از آلوده کننده‌های معمول در مناطق صنعتی هستند. این تحقیق با هدف بررسی میزان تجمع هیدروکربن‌های نفتی فلورن، فناترن و آنتراسن در بافت ماهی‌های کپور معمولی، اردک ماهی، کاراس، سفید، لای ماهی و اسبله ایستگاه‌های تالاب انزلی انجام شد. اندازه‌گیری هیدروکربن‌ها بوسیله دستگاه کروماتوگراف گازی با شناساگر (GC-FID) انجام شد. تعداد ۱۰ نمونه از هر ماهی اسبله، کاراس و اردک در ایستگاه‌های مرکزی و شرق، ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و مرکزی و ماهی سفید ایستگاه مرکزی تالاب فاقد آلودگی با هیدروکربن فلورن بررسی شدند. هیدروکربن‌های فناترن و فلورن در ایستگاه های غرب، شرق و مرکزی تفاوت معنی‌دار داشتند ($p<۰/۰۵$). هیدروکربن آنتراسن در اردک ماهی، لای ماهی و ماهی اسبله ایستگاه‌های مرکزی و شرق، ماهی کپور ایستگاه مرکزی، ماهی سفید ایستگاه‌های غرب و شرق و ماهی کاراس ایستگاه‌های غرب و مرکزی تالاب مشاهده نشد. طبق نتایج، ماهی کپور تالاب شرق و اردک ماهی تالاب غرب از حیث آلودگی به هیدروکربن فلورن و ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و شرق و اردک ماهی و لای ماهی ایستگاه غرب تالاب از حیث آلودگی به هیدروکربن آنتراسن در مقایسه با اتحادیه اروپا (EC) جهت مصارف انسانی مناسب نبودند. هم‌چنین لای ماهی ایستگاه‌های غرب و مرکزی، ماهی کاراس ایستگاه‌های غرب و شرق، ماهی اسبله ایستگاه‌های غرب، مرکزی و شرق، ماهی سفید ایستگاه مرکزی و ماهی کپور ایستگاه‌های مرکزی و شرق تالاب نیز از حیث آلودگی به فناترن در مقایسه با اتحادیه اروپا از حیث بهداشت مواد غذایی جهت مصارف انسانی مناسب نیستند.

واژه‌های کلیدی: هیدروکربن‌های نفتی، فلورن، فنانترن، آنتزاسن، تالاب انزلی

مقدمه

ترکیبات نفتی و اثرات تخلیه آن بر گونه‌های زنده محیط‌های دریایی سبب جلب توجه به سمت مشکلات ناشی از آلودگی نفتی دراکوسیستم‌های آبی شد. بر اساس مطالعات انجام شده سالیانه حدود شش میلیون تن نفت وارد محیط زیست می‌شود. هیدروکربن‌ها از نظر کمیتی مهم‌ترین ترکیب تشکیل دهنده نفت هستند و از منابع طبیعی و هم‌چنین بشری برمی‌خیزند (Medeiros *et al*., 2005; Deb *et al*., 2000). علاوه بر هیدروکربن‌های نفتی مانند محصولات نفتی ساحلی، منابع بشری نیز از طریق حمل و نقل دریایی و استخراج‌های فضایی یا هوایی ناشی از سوخت‌های زغال سنگ هم سبب آلودگی محیط‌های آبی به محصولات نفتی می‌شوند (2003; Kirso *et al*., 2001 ,Hassan *et al*.). اگرچه درصد قابل ملاحظه‌ای از هیدروکربن‌های نفتی که به داخل محیط‌های آبی می‌ریزند، با بخار آب از بین می‌روند یا ته‌نشین شده و به محل زندگی گیاهان و جانوران منتقل می‌شوند (Venkatachalapathy *et al*., 2010; Mirza *et a.l*, 2012). در مقایسه با دیگر اکوسیستم‌های دریایی، بومیان سواحل مخصوصاً در معرض آلاینده‌های انسانی و هیدروکربن‌های نفتی هستند (Zakaria,*et al*, 2003; Zakaria and Mahat, 2006; Denton *et al*, 2006). هیدروکربن‌های نفتی عناصر اورگانیک مهمی هستند و توجه زیادی را جلب کرده‌اند زیرا خود بسیاری از آن‌ها بر فرایندهای زیستی و ناهنجاری‌های ژنتیکی مؤثر بوده، سمی و سرطان‌زا هستند (Walker *et al*., 2005). در محیط‌های آبی تحت تأثیر حلالیت ضعیف هیدروکربن‌ها در آب و خاصیت آب‌گریزی آن‌ها، این ترکیبات معمولاً در مکان‌های تجمع گیاهان آبی یافت می‌شوند (Vives, *et al*., 2004; Tolosa *et al*., 2003; Beg *et al*., 2003).

آلودگی نفتی در آب‌های ساحلی نشان دهنده خطری جدی برای ماهی‌گیری تفریحی و تجاری است. بسیاری از مناطق ساحلی، منابع با ارزش ماهی‌گیری دارند که می‌توانند طی تخلیه نفت در معرض خطر باشند. ماهی‌های نوجوان و جوان معمولاً در آب‌های آزاد قادر به دور کردن از ته‌نشین‌های نفتی هستند. اما حرکت حجم عظیمی از نفت به دهانه دریاها و خلیج می‌تواند جمعیت بزرگی از ماهی‌ها را به دام انداخته و سبب مرگ ماهیان شود (Tatyana *et al*., 2010; Kennish, 2002). نفت ممکن است از طریق پوست و یا باله وارد ماهی شود. به‌علاوه آلاینده‌ها مانند گلوله‌های قیر می‌توانند از طریق معده توسط آب در فرآیند فیزیولوژیکی نمک‌زدایی بلعیده شود. اگرچه تجمع هیدروکربن‌های نفتی در محیط‌های آبی ظاهراً سبب به مخاطره افتادن سلامت انسان نمی‌شود اما عواقب ناشی از مصرف ماهی مخصوصاً در جوامعی که ماهی‌های صید شده به‌میزان زیاد از محیط‌های دارای تجمع بالای ترکیبات نفتی را مصرف می‌کنند، نباید نادیده گرفته شود (*et al*., 2011; Norazida Manam *et al*., 2001 Veerasingam). فعالیت‌های بندری از راه‌های مختلف مانند تخلیهٔ مواد زائد نفتی کشتی‌ها، تخلیهٔ آب آلوده به مواد نفتی، نشت نفت در زمان بارگیری و تخلیهٔ نفت می‌توانند موجب وقوع لکه نفتی در محیط دریا، آلودگی دریا و آسیب به محیط زیست دریا شوند. سالیانه حدود ۱۰۰۰ تن ماهی از تالاب انزلی صید می‌شود. گونه‌های

مورد مطالعه در این تحقیق از مهم‌ترین گونه‌ها در صید تالاب هستند. تالاب انزلی از طریق کانال کشتی‌رانی با دریای خزر ارتباط دارد. به‌دلیل این ارتباط هیدروکربن‌های نفتی از طریق جریان‌های معکوس آب دریای خزر، رودخانه‌های اصلی تأمین کننده آب تالاب و هم‌چنین در اثر شستشو و نشت بنزین از باک موتورهای قایق‌های دریایی وارد حوضه آبی تالاب می‌شود. بنابراین این هیدروکربن‌ها از طریق آلودگی محیط زیست آبزیان قادر هستند که آبزیان را آلوده کنند. ترکیبات فوق علاوه بر آلودگی آبزیان از طریق زنجیره غذایی به انسان نیز انتقال می‌یابند. با توجه به تجمع (بر اساس اتحادیه اروپا مقدار مجاز ترکیبات فلورن، فنانترن و آنتراسن ۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک می‌باشد) این ترکیبات در بدن انسان، مصرف این ماهیان ممکن است سبب بروز علائم مسمومیت در جمعیت انسانی به‌ویژه کودکان شود (Clark, 2005).

آثار آلودگی نفتی در آب به دو نوع دراز مدت و کوتاه مدت قابل تقسیم هستند، علاوه بر مسمومیت انسانی حاصل از انتقال این ترکیبات از طریق زنجیره غذایی، خفگی آبزیان ناشی از پوشیده شدن سطح آب با لکه نفت نیز در گروه اول قرار دارد. این لایه‌ها، علاوه بر کاهش انتقال نور باعث ممانعت عمل فتوسنتز گیاهان آبزی شده و سرعت جذب اکسیژن هوا به‌وسیله آب را بسیار کند می‌کند. به‌طوری که میزان انحلال اکسیژن در لایه‌های آب لکه‌های نفتی حتی از لایه‌های عمیق آب نیز کم‌تر است (Clark, 2005).

این تحقیق با هدف تعیین میزان تجمع و مقایسه هیدروکربن‌های نفتی فلورن (Fluorene)، فنانترن (Phenanthrene) و آنتراسن (Anthracene) در بافت ٦ گونه ماهیان اقتصادی صید شده در ۳ ایستگاه غربی، مرکزی و شرقی تالاب بندر انزلی و مقایسه آن با اتحادیه اروپا (EC) انجام شد. (European commission, 2005)

مواد و روش‌ها

- نحوه نمونه‌گیری

برای اجرای این تحقیق سه ایستگاه شامل غرب (آبکنار)، مرکزی (سرخان کل) و شرق (شیجان) تالاب بندر انزلی در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری در پائیز سال ۱۳۹۱ انجام شد. ماهی‌های مورد مطالعه شامل ٦ گونه از ماهیان اقتصادی تالاب شامل کپور معمولی، اردک ماهی، کاراس، سفید، لای ماهی و اسبله بودند. در هر ایستگاه تعداد ده قطعه از ماهیان مورد مطالعه صید شدند. ماهی‌ها به‌وسیله قایق و تور گوش‌گیر تهیه شده از نخ نایلونی دارای اندازه منافذ ۳۰، ٤٠ و ۵۰ میلی‌متری صید شدند.

- روش اندازه‌گیری هیدروکربن‌های نفتی

اندازه‌گیری هیدروکربن‌ها بوسیله دستگاه کروماتوگراف گازی با شناساگر (GC-FID) انجام شد. برای مقدار ۳۰-۲۰ گرم از عضله هر ماهی (بافت خوراکی) در دستگاه فریز درایر خشک گردید. از نمونه‌های خشک شده طی مراحل سوکسله، صابونی و جداسازی، ترکیبات نفتی استخراج گردید. نمونه‌های مورد آنالیز (نمونه خشک شده) توسط سیستم تزریق نمونه به درون ستون وارد شدند. عمل جداسازی اجزاء طی حرکت در طول ستون انجام شد، سپس اجزا شسته شده و توسط آشکارساز FID تشخیص داده شدند.

بنابر این با دستگاه روتاری و گاز نیتروژن تغلیظ صورت گرفت (Regional organization for the protection of the marine environment, 1999). نمونه‌های تغلیظ شده ماهی به دستگاه GC- FID (Shimadzu-14 A) مجهز به ستون کاپیلاری (TX-5) تزریق شدند. از American society for testing and materials یک لایه برش نفتی نازک برای صفر کردن و تنظیم دستگاه استفاده شد. سپس از طریق استاندارد مرجع CRM (Certified reference materials) کنترل‌ها یا استانداردهای استفاده شده برای بررسی کیفیت و قابلیت ردیابی اندازه‌گیری محصولات، یک شکل ویژه از استاندارد اندازه‌گیری هست. غلظت مشتقات هیدروکربن‌های آروماتیک با سه تکرار محاسبه گردید. از استانداردهای اتحادیه اروپا برای اندازه‌گیری فلورن استفاد شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

پس از میانگین‌گیری، همگن‌سازی و محاسبه انحراف معیار با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ورژن ۱۷ و آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه (در سطح معنی‌دار ۵ درصد)، مقایسه آبزیان در هر کدام از تالاب‌ها به‌طور جداگانه انجام شد. برای مقایسه آبزیان با استاندارد از T test در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد.

یافته‌ها

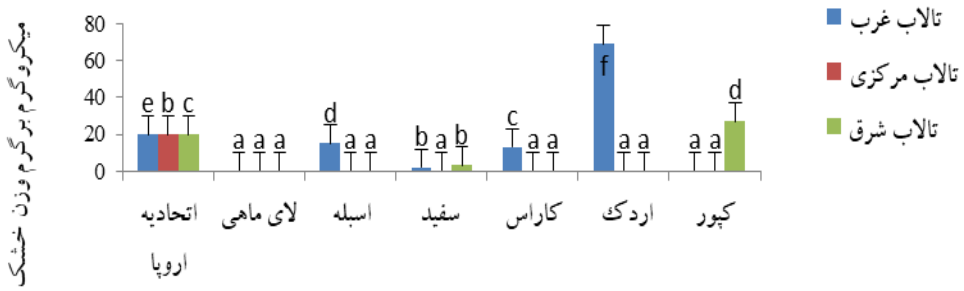
در نمودار (۱) میزان هیدروکربن فلورن در ماهی کپور تالاب شرق و اردک ماهی تالاب غرب بر اساس اتحادیه اروپا بیشتر از حد مجاز (۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بود. ماهی اسبله، کاراس و اردک ایستگاه‌های مرکزی و شرق، ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و مرکزی و ماهی سفید ایستگاه مرکزی تالاب فاقد آلودگی با این هیدروکربن بودند. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های بافت خوراکی اردک ماهی، ماهی سفید، لای ماهی، اسبله، کاراس و ماهی کپور بیانگر تفاوت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) مقدار فلورن در سه ایستگاه مورد مطالعه داشتند.

بر اساس نمودار (۲) مقدار هیدروکربن فنانترن در لای ماهی ایستگاه‌های غرب و مرکزی، ماهی کاراس ایستگاه‌های غرب و شرق، ماهی اسبله ایستگاه‌های غرب، مرکزی و شرق، ماهی سفید ایستگاه مرکزی و کپور ایستگاه‌های مرکزی و شرق تالاب در مقایسه با اتحادیه اروپا افزایش نشان داد. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های بافت خوراکی اردک ماهی، ماهی سفید، لای ماهی، اسبله، کاراس و ماهی کپور بیانگر آن است که مقدار هیدروکربن فنانترن در هر سه ایستگاه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۵$).

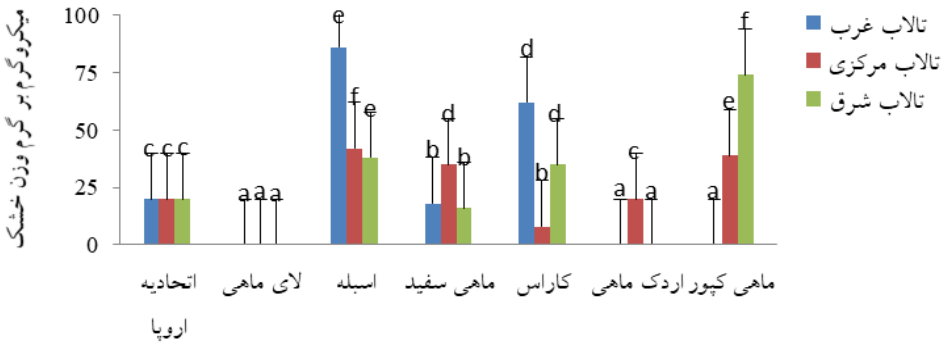
بر اساس نمودار (۳) مقدار هیدروکربن آنتراسن در ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و شرق تالاب و اردک ماهی و لای ماهی ایستگاه غرب تالاب به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در مقایسه با اتحادیه اروپا افزایش نشان داد. هیدروکربن آنتراسن در اردک ماهی، لای ماهی و ماهی اسبله ایستگاه های مرکزی و شرق، ماهی کپور ایستگاه مرکزی، ماهی سفید ایستگاه‌های غرب و شرق و ماهی کاراس ایستگاه‌های غرب و مرکزی تالاب مشاهده نشد. ماهی کاراس ایستگاه شرق و ماهی سفید ایستگاه مرکزی تالاب در مقایسه با اتحادیه اروپا کاهش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) نشان داد. آلودگی به فلورن در

آبزیان تالاب غرب و شرق ۱۰ درصد بیشتر از حد مجاز اعلام شد توسط اتحادیه اروپا بود. آلودگی به فنانترن در آبزیان تالاب غـرب ۲۰ درصـد و در تـالاب مرکـزی و شرق ۳۰ درصد بیشتر از حد مجـاز اعـلام شـد توسـط اتحادیه اروپا بود.

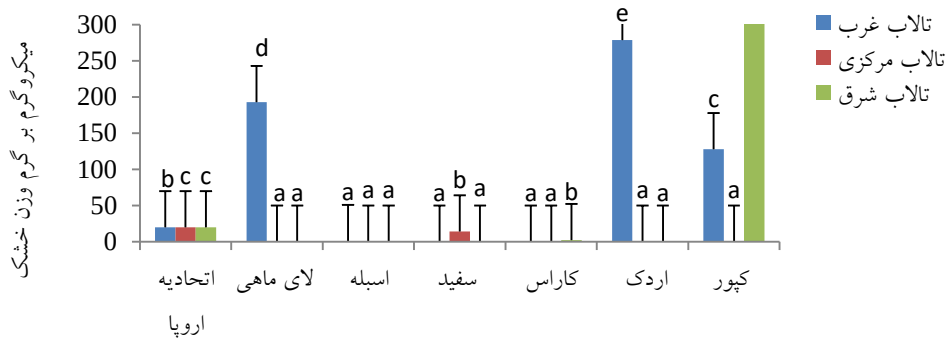
آلودگی به آنتراسن در آبزیان تالاب غرب ۳۰ درصـد و در تالاب شرق ۱۰ درصد بیشتر از حـد مجـاز اعـلام شد توسط اتحادیه اروپا بود.



نمودار (۱)- مقدار هیدروکربن فلورن در بافت خوراکی اردک ماهی، لای ماهی، ماهی کپور، ماهی سفید، اسبله و کاراس ایستگاه‌های غرب، شرق و مرکزی تالاب انزلی در فصل پاییز آنالیز آماری بین آبزیان هر ایستگاه انجام شد.



نمودار (۲)- مقدار هیدروکربن فنانترن در بافت خوراکی اردک ماهی، لای ماهی، مـاهی کپـور، مـاهی سـفید، اسـبله و کاراس ایستگاه‌های غرب، شرق و مرکزی تالاب انزلی در فصل پاییز آنالیز آماری بین آبزیان هر ایستگاه انجام شد.



نمودار (۳)- مقدار هیدروکربن آنتراسن در بافت خوراکی اردک ماهی، لای ماهی، ماهی کپور، ماهی سفید، اسبله و کاراس ایستگاه‌های غرب، شرق و مرکزی تالاب انزلی در فصل پاییز آنالیز آماری بین آبزیان هر ایستگاه انجام شد.

بحث و نتیجه‌گیری

هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک جز فراوان‌ترین مواد بیگانه جانبی در سراسر جهان هستند گرچه بعضی از این هیدروکربن‌ها به‌عنوان عوامل سرطان‌زا و جهش‌زای عمده شناخته شده‌اند و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های شیمیایی محسوب شده‌اند (Clark, 2005). بافت عضله ماهیان نقش مهمی در تغذیه انسان داشته بنا براین زوم اطمینان از سلامت آن، در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج تحقیق نشان داد که ماهی‌های اسبله، کاراس و اردک ایستگاه‌های مرکزی و شرق، ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و مرکزی و ماهی سفید ایستگاه مرکزی تالاب فاقد آلودگی با هیدروکربن فلورن بودند. میزان هیدروکربن فلورن در ماهی کپور تالاب شرق و اردک ماهی تالاب غرب بر اساس اتحادیه اروپا بیشتر از حد مجاز (۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) بود. نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری فلورن در ماهی‌های اسبله، کاراس و اردک ایستگاه‌های مرکزی و شرق، ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و مرکزی و ماهی سفید ایستگاه مرکزی تالاب با نتایج به‌دست آمده در مطابقت دارد (Nasr *et al*., 2004; Nasrollahzadeh Saravi, 2014; Potrykus *et al*., 2003; Olabemiwo *et al*., 2013; Veerasingam *et al*., 2011; Abdolahpur Monikh *et al*., 2014; Nasrollahzadeh Saravi, 2013; Vives *et al*., 2004). هیدروکربن فنانترن و فلورن در ماهی‌های مورد مطالعه ایستگاه‌های غرب، شرق و مرکزی تفاوت معنی‌دار داشتند ($p<۰/۰۵$) بر اساس نتایج به‌دست آمده مقدار هیدروکربن فنانترن درماهی کاراس ایستگاه‌های غرب و شرق، ماهی‌های اسبله و سفید ایستگاه‌های غرب، مرکزی و شرق و ماهی کپور ایستگاه‌های مرکزی و شرق تالاب در مقایسه با اتحادیه اروپا افزایش نشان داد. در بررسی غلظت هیدروکربن فنانترن با نتایج به‌دست آمده در مطالعات قبلی مطابقت دارد (Vives *et al*., 2004; Nasr *et al*., 2012)، اما با نتایج به‌دست آمده در برخی مطالعات (Nasrollahzadeh Saravi, 2014; Veerasingam *et al*., 2011; Olabemiwo *et*

al., 2013; Potrykus *et al*., 2003; Abdolahpur Monikh *et al*., 2014) مطابقت ندارد. هیدروکربن آنتراسن در اردک ماهی، لای ماهی و ماهی اسبله ایستگاه‌های مرکزی و شرق، ماهی کپور ایستگاه مرکزی، ماهی سفید ایستگاه‌های غرب و شرق و ماهی کاراس ایستگاه‌های غرب و مرکزی تالاب مشاهده نشد. ماهی اسبله، کاراس و اردک ایستگاه‌های مرکزی و شرق، ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و مرکزی و ماهی سفید ایستگاه مرکزی تالاب فاقد آلودگی با این هیدروکربن بودند. هیدروکربن آنتراسن در ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و شرق تالاب و اردک ماهی و لای ماهی ایستگاه غرب تالاب به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در مقایسه با اتحادیه اروپا افزایش نشان داد. در مورد اندازه‌گیری آنتراسن در اردک ماهی و لای ماهی تالاب غرب و کپور ماهی تالاب شرق با نتایج تحقیقی مطابقت دارد (Vives *et al*., 2004). اندازه‌گیری این ترکیب در سایر گونه‌ها و ایستگاه‌های نمونه‌برداری با نتایج تحقیقات قبلی مطابقت دارد (Nasrollahzadeh Saravi, 2014; Potrykus *et al*., 2003; Abdolahpur Monikh *et al*., 2014; Veerasingam *et al*., 2011; Olabemiwo *et al*., 2013). ترکیبات فلورن، فنانترن و آنتراسن از اتم‌های هیدروژن و کربن تشکیل و به‌صورت دو یا سه حلقه بنزن آروماتیک هستند که این حلقه‌ها به حالت خوشه‌ای یا زاویه‌دار به یکدیگر متصل می‌گردند. این گروه بسیار سمی بوده اما خاصیت سرطان‌زایی کمی دارند (Walker *et al*, 2010). هیدروکربن‌ها پس از ورود به محیط آبی به‌دلیل خاصیت آب‌گریزی زیاد، حلالیت کم در آب فشار بخار نسبتاً پایین و معطر (آروماتیسیته) جذب ذرات معلق در این محیط شده و از ستون آب خارج و جذب رسوبات اعماق دریایی می‌شوند (Venkatachalapathy *et al*, 2011 ; Bazerafshan, 2012). آلاینده‌ها در رسوبات حتی کمتر از ستون آب تحت تأثیر فرایندهای بیولوژیک تجزیه می‌شوند. در این‌جا غلظت پایین اکسیژن برای تجزیه باکتری‌های نفت‌خوار مطلوب نبوده و در نتیجه خواص سمی خود را برای مدت نسبتاً طولانی حفظ خواهند کرد. این ترکیبات در غلظت‌های بالا در رسوبات دریایی می‌مانند تا جایی که غلظت آن‌ها در رسوبات گاهی تا ۱۰۰۰ برابر ستون آب می‌رسد این در حالی است که هیدروکربن‌های پلی‌آروماتیک اصولاً به‌دلیل پایداری ساختمان شیمیایی و مقاومت ذاتی در برابر تجزیه‌زیستی و غیرزیستی جزء آلاینده‌های آلی پایدار محسوب می‌شوند (Denton *et al*, 2006).

هنگام نشت نفت مایع در دریا، نفت بر روی سطح آب پخش می‌شود و تشکیل فیلم نازک لکه نفتی را می‌دهد. لکه نفتی در یک محل ثابت نمی‌ماند و با سرعت ٤-۳ درصد سرعت باد حرکت می‌کند (Zakeria *et al*, 2003 and 2006). سرعت گسترش و ضخامت این لایه بستگی به درجه حرارت آب دریا دارد. علاوه بر این نفت سبک مانند فلورن، فنانترن و آنتراسن در آب سریع پخش شده و لایه نازکی را ایجاد می‌کند. هم‌چنین بر اساس بررسی‌های انجام شده غلظت ترکیبات هیدروکربن در آب و رسوبات نواحی غربی و شرقی حوزه جنوبی دریای خزر قابل ملاحظه بوده و غلظت آن‌ها در آب بیش از حد مجاز تعیین شد (Nasrollahzadeh Saravi *et al*, 2012, 2013 and 2014). علاوه بر این، گسترش مناطق شهری و شهرنشینی فعالیت‌های صنعتی نیز سبب ورود آلاینده‌های مختلف

مانند هیدروکربن‌های نفتی به تالاب می‌شود. علیرغم بخش غربی، بخش شرقی تحت تأثیر مجاورت با نقاط مسکونی و پرجمعیت، ورود رودخانه‌های مختلف با فاضلاب‌ها و آلاینده‌های خانگی و ... بالاخص رودخانه پیر بازار می‌باشد. عدم توجه به ریزش مواد نفتی در هنگام پمپاژ بنزین، ناحیه خروجی تالاب را آلوده به مواد نفتی نموده به طوری‌که در بیشتر مواقع فیلم نازکی از مواد نفتی سطح آب را می پوشاند. علاوه بر این، وجود شناورهای کیلکاگیر، حمل و نقل مواد بخصوص نفت و وجود ایستگاه پمپ بنزین در احل برای سوخت‌گیری شناورهای کوچک و متوسط از این ایستگاه‌ها از سایر عوامل افزایش غلظت هیدروکربن‌ها محسوب می‌شوند. بررسی‌ها نشان داده است که تردد و ماندگاری کشتی‌ها در روبروی اسکله موج شکن و اسکله کانال بندر انزلی سبب ریزش نفت، افزایش غلظت مواد نفتی و تشدید آلودگی در این ناحیه شد است. قسمت اعظم هیدروکربن‌ها تحت تأثیر فعالیت شناورهای کوچک در خروجی تالاب انزلی قرار دارند. مهم‌ترین راه ورود هیدروکربن‌های پلی‌آروماتیک به اکوسیستم‌های آبی ورود فاضلاب‌های خانگی و کارخانجات صنعتی به آب‌ها و نشت نفت است. آتشفشان، آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع از منابع دیگر تولید هیدروکربن‌های پلی‌آروماتیک است. حجم عمده این ترکیبات که وارد رودخانه یا دریا می‌شود، ناشی از هیدرولیز ترکیبات آلی به‌خصوص سوخت‌های فسیلی است. البته بخشی نیز به‌وسیله میکروارگانیسم‌ها در آب تولید می‌شوند. هم‌چنین تخلیه سیستم‌های زباله خانگی و کشاورزی و جریان‌های آب‌های زیرزمینی نیز مقادیر زیادی از هیدروکربن‌های پلی‌آروماتیک را به محیط زیست وارد می‌کنند. البته آب توازن کشتی‌ها نیز از عوامل مهم انتقال هیدروکربن‌های پلی‌آروماتیک به محیط می‌باشند (Kennish *et al*, 2005). آلودگی‌های ایجاد شده از طریق فیلم و سایر عوامل از طریق ارتباط بین تالاب و دریا قادر هستند که به تالاب وارد شوند. بقای نفت در سواحل بستر نرم و انتقال آن به لایه‌های زیرین و تأثیر امواج شدید و طوفان سبب به‌هم خوردگی رسوبات بستر نرم مانند تالاب انزلی و انتقال نفت به همراه رسوبات به مناطق ساحلی و تأثیر منفی آن روی ماهیان می‌گردد (Clark, 2001).

آروماتیک‌ها و سایر هیدروکربن‌های سبک نفتی علیرغم سمیت زیاد در ساعت‌های اولیه نشت به بخار تبدیل شده و به اتمسفر وارد می‌گردد. در حالی‌که هیدروکربن‌های سنگین تمایل به ته‌نشینی در رسوبات تالاب را نشان می‌دهند. هیدورکربن‌های سنگین نفتی از نظر شدت آلودگی در مقایسه با هیدروکربن‌های سبک نفتی (آروماتیک‌ها) از سمیت کمتری برخوردارند اما به‌دلیل وجود این ترکیبات در بستر تالاب، پایداری این نوع ترکیبات، غلظت بالای ترکیبات هیدروکربن در رسوبات و مجاورت ماهیان کف‌زی از جمله کپور، ماهی سفید و لای ماهی با کف تالاب و بالطبع و ورود این ترکیبات به بدن ماهی علاوه بر خوراکی از طریق جذب پوستی بالطبع درصد بیش‌تری از این ترکیبات در بافت ماهیان فوق وجود دارد. علاوه بر این، ترکیبات فوق با گذشت زمان وارد شبکه غذایی شده و بزرگ‌نمایی بیولوژیک را باعث می‌گردد. هم‌چنین نتایج نشان داد که ترکیبات با وزن مولکولی کم مانند فنانترن،

فلورن و آنتراسن که دارای بیش‌ترین فراوانی حضور و غلظت در آب و رسوبات هستند، بیش‌ترین فراوانی را در این گونه از ماهی‌ها دارند. این نکته بیانگر آن است که ترکیبات ۳ حلقه‌ای هم از طریق آب (توسط برانش) و هم از طریق تغذیه از موجودات کف‌زی وارد بدن ماهی می‌شود و در بافت خوراکی آن‌ها تجمع می‌یابد (Chouksey *et al*, 2004).

با توجه به نتایج به‌دست آمده، کف‌زی بودن ماهیان کپور، لای ماهی و ماهی سفید و عدم مشاهده آلودگی به هیدروکربن‌های فلورن و فنانترن در ایستگاه‌های غرب، شرق و مرکزی تالاب و عدم آلودگی به این هیدروکرین‌ها در ماهی کپور ایستگاه غرب تالاب را با توجه به ماهیت آروماتیک فنانترن، حلالیت و تمایل به تشکیل رسوب این هیدروکربن (Mahmoodi *et al*, 2012). بالطبع وجود آن در هر دو قسمت ستون آب و رسوبات تالاب می‌توان تحت تأثیر صید این ماهی در نواحی دور از مصب رودخانه‌های ورودی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و کاهش میزان آلودگی تالاب در اثر عملکرد تالاب در کاهش آلاینده‌ها و نقش خودپالایی تالاب دانست. اما آلودگی به هیدروکربن آنتراسن در لای ماهی ایستگاه غرب تالاب و کپورماهی ایستگاه های غرب و شرق تالاب مشاهده شد که تحت تأثیر افزایش آلودگی ستون آب و در نتیجه رسوبات به هیدروکربن فوق در ایستگاه‌های غرب و شرق تالاب هست. مشاهده افزایش آلودگی به آنتراسن در اردک ماهی ایستگاه غرب تالاب با توجه به این که اردک ماهی از ماهیانی هست که در ستون آب زندگی می‌کند نیز نشان دهنده شدت آلودگی به هیدروکربن فوق در ستون آب این ناحیه می‌باشد. از سایر موارد تفاوت در غلظت هیدروکربن‌ها در بافت ماهیان مورد مطالعه غلظت ترکیبات هیدروکربن در بافت ماهیان مختلف متفاوت است و این تفاوت به عوامل متعددی از جمله زمان در معرض‌گذاری، درصد چربی، نوع تغذیه و متابولیسم این ترکیبات در ماهیان قابل ذکر هستند (Rose *et al*, 2012). علاوه بر این، چربی نقش مهمی در تجمع این ترکیبات در بافت آبزیان دارد. هم‌چنین کم بودن غلظت مواد آلاینده نفتی پلی‌آروماتیک در بافت بعضی از ماهی‌ها را ممکن است بتوان به پایین بودن فاکتور غلظت زیستی در ماهی و انجام فرآیند بیوترانسفورماسیون و متابولیت در بافت‌های مختلف بدن ماهی نسبت داد که سبب خروج این نوع ترکیبات به فرم هیدرولیز از بدن ماهی شده است، که این امر می‌تواند کم بودن علائم مسمومیت حاصل از هیدروکربن را در ماهیان توضیح دهد (Nasrollahzadeh Saravi *et* 2005; Anyakora *et al*, *al*.,2009).

عدم مطابقت مشاهده شده در تحقیق حاضر با تحقیقات سایر محققین تحت تأثیر تفاوت در شرایط فیزیولوژیکی محل زیست ماهی، منابع آلودگی، نوع مواد آلی، سایز رسوبات، آلودگی محیط و گونه ماهی می‌باشد.

هیدروکربن انتراسن در اردک ماهی، ماهی کپور و لای ماهی در مقایسه با فلورن و فنانترن افزایش معنی‌دار نشان داد ($p<۰/۰۵$) که تحت تأثیر تحرک‌پذیری بیشتر آنتراسن از منبع اولیه، فشار بخار و حلالپذیری نسبتا بالاتر این ترکیب هست (Denton *et al*, 2006).

بر اساس نتایج به‌دست آمده به‌دلیل مشاهده افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در ماهی کپور تالاب شرق و اردک ماهی تالاب غرب از حیث آلودگی به هیدروکربن فلورن، لای ماهی ایستگاه‌های غرب و مرکزی، ماهی کاراس ایستگاه‌های غرب و شرق، ماهی اسبله ایستگاه‌های غرب، مرکزی و شرق، ماهی سفید ایستگاه مرکزی و ماهی کپور ایستگاه‌های مرکزی و شرق تالاب از حیث آلودگی به فنانترن و ماهی کپور ایستگاه‌های غرب و شرق و اردک ماهی و لای ماهی ایستگاه غرب تالاب از حیث آلودگی به هیدروکربن آنتراسن در مقایسه با اتحادیه اروپا از حیث بهداشت مواد غذایی جهت مصارف انسانی مناسب نیستند. با توجه به ارزش اقتصادی و اهمیت ماهی سفید در زنجیره غذایی و قرار داشتن آن در سبد غذایی خانواده‌ها و انتقال آلودگی از طریق زنجیره غذایی به انسان، آلودگی آن به فنانترن می‌تواند به‌عنوان یک هشدار برای مصرف این ماهیان تلقی شود. علاوه بر آن ماهی کپور نیز از ماهیان با ارزش بوده و آلودگی آن به هیدروکربن‌های فلورن، فنانترن و آنتراسن نیز می‌تواند به‌عنوان هشداری برای مصرف زیاد این ماهی تلقی شود.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر پورکاظمی و آقای دکتر حسین‌زاده ریاست و معاونت محترم تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و آقای دکتر ولی‌پور معاونت محترم تحقیقاتی پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی کشور و همکارانی که در اجرای این تحقیق همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

منابع

- Abdolahpur Monikh, F., Hosseini, M., Kazemzadeh Khoei, J. and Ghasemi, A. F. (2014). Polycyclic aromatic hydrocarbons levels in sediment, benthic, benthopelagic and pelagic fish species from the Persian Gulf. International Journal Environmental Research, 8(3): 839-848.
- 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, 1073(4): 323-330.
- Beg, M.U., Saeed, T., Al – Muzaini, S., Beg, K. R. and Al – Bahloul, M. (2003). Distribution of petroleum hydrocarbon in sediment from coatal area receiving industrial effluent in Kuwait. Ecotoxicology and Environmental safety, 54(4): 47 – 55.
- Chouksey, M. K., Kadam, A. N. and Zingde, M. D. (2004). Petroleum hydrocarbon residues in the marine environment of Bassein–Mumbai. Marine Pollution Bulletin, 49(4):637–647.
- Cheung, K.C., Leung, H.M., Kong, K.Y. and Wong, M.H**.** **(**2007). Residual levels of DDTs and PAHs in freshwater and mari ne fish from Hong Kong markets and their health risk assessment. Chemosphere, 66(3): 460-468.
- Clark, R. B. (2005). Marine Pollution, book, Fifth edition, Oxford University Press. 248 P.

- Deb, S. C., Araki, T. and Fukushima, T. (2000). Polycyclic aromatic hydrocarbons in fish organs, marine pollution bulletin. Food Additives and Contaminants, 24(2): 201 - 209.
- 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(3): 1090–1117.
- European commission (EC). (2005). polycyclic aromatic hydrocarbons. http://data.europa.eu/eli/reg/2005/208/oj
- Kennish, M. J. (2001). Practical Handbook of Marine Science. Third Edition. CRC Press. 876p.
- Kirso, U., Paalme, L., Voll, M., Irha, N. and Urbas, E. (2001). Distribution of the persistent organic pollutants, polycyclic aromatic hydrocarbons, between water, sediments and biota. Aquatic Ecosystem Health and Management, 4(2): 151-163.
- Mahmoodi, M., Safahieh A. R. and Nikpour, Y. (2012). Ghanemi K. Distribution and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Sediment of Bushehr Coastal Zone-Iran. Iranica. Journal Energy and Environmental science. 3(2): 173-179.
- Manual of oceanographic observations and pollutant Analyses Methods 3rd ed. (1999). Kuwait: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment.
- Mirza, R., Faghiri, I. and Abedi, E. (2012). Contamination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Sediments of Khure-Musa Estuarine, Persian Gulf. World Journal Fisheries and Marine Sciences, 4(2): 136-141.
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Unesipour, H. and Pourang, N. (2014). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (16PAHs) Residue and Potency Equivalency Factor in Edible tissue of Cyprinus Carpio from Caspian Sea. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 24(113): 243-248.
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Pourgholam, R., Unesipour, H. and Makhlough, A. (2013). Polyaromatic Hydrocarbons (16PAHs) at the Sediments and Edible Tissue of Liza Saliens and Rutilus Frisii Kutum in Caspian Sea. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 94(4): 79-90.
- Nasrollahzadeh Saravi, N. H., Rezvani, S. and Yonsei, S. H. (2009). Evaluation of polyaromatic oil contaminants (PAHs) in the Azad fish of the Caspian sea. Food Science, 32(3): 1-8.
- Nasrallahzadeh, C. and Malaki Shomali, D. (2000). The infection process of petroleum hydrocarbons in the Caspian Sea ports. Journal of Wetland Echobiology, 8(4): 23 – 31.
- Nasr Neveen, I. N., Abo EL-Enaen, H. and Yosef, T. A. (2012). Study of Some Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Residues in Fish at Sharkia Governorate Markets in Relation to Public Health. Global Veterinaria, 8(6): 670-675.
- Neff, J. M. (1979). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment: source, Fates and Biological Effects, Applied Science Oublisher, London. pp: 262.
- Neff, J. M. (2002). Bioaccumulation in marine organisms. Effects of contaminants from oil well produced water. 1 st. Amsterdam: Elsevier. pp: 468.
- Neff, J. M, Stout, S. A. and Gunster, D. G. (2005). Ecological Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments: Identifying Sources and Ecological Hazard. International Environment Assessment Managment, 1(1): 22-33.
- Norazida Manam, M., Yen Shen Yuh, L. and Mohamad Pauzi, Z. (2001). Distribution of Petroleum Hydrocarbons in Aquaculture Fish from Selected Locations in the Straits of Malacca, Malaysia. Journal of World Applied Sciences, 54(2): 14 -21.
- Olabemiwo, O.M., Alade, A.O., Tella, A.C. and Adediran, G.O. (2011). Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons content in smoked C. gariepinnus and T. guineensis fish species available in Western Nigeria. International Journal of Basic and Applied Sciences, 11(2): 135-150.

- Potrykus, J., Albalat, A., Pempkowiak, J. and Porte, C. (2003). Content and pattern of organic pollutants (PAHs, PCBs and DDT) in blue mussels (Mytilus trossulus) from the southern Baltic Sea. Oceanologia, 45(4): 337-355.
- Rose, A., Ken, D., Kehinde, O. and Babajide, A. (2012). Bioaccumulation of Polycyclic Aromati Hydrocarbons in Fish and Invertebrates of Lagos Lagoon, Nigeria. Journal Emerging Trends Engineer Applied Science. 3(2): 287- 296.
- Tatyana, m., Urian, N and Gharibkhani, D. (2010). Evaluation of polycyclic aromatic compounds (PAHs) occur in fish left shoe (pseudorhombus elevatus) in the northern Persian Gulf area. Applied Science, 24(2): 135 - 143.
- Veerasingam, S., Venkatachalapathy, R., Raja, P., Sudhakar, S., Rajeswari, V., Mohamed Asanulla, R. and *et al*. (2011). Petroleum hydrocarbon concentrations in ten commercial fish species along Tamilnadu coast, Bay of Bengal, India. Environ Science Pollution Research, 10(3): 356-011-0466-8.
- Venkatachalapathy, R., Veerasingam, S., Basavaiah, N. and Ramkumar T. (2010). Comparison between petroleum hydrocarbon concentrations and Magnetic properties in Chennai coastal sediments, Bay of Bengal, India. Marine and Petroleum Geology, 27:1927–1935.
- Vives, I., Grimalt, J. O, Fernandeza, P. and Rosseland, B. (2004). Polycyclic aromatic hydrocarbons in fish from remote and high mountain lakes in Europe and Greenland. Science of the Total Environment, 324(4): 67–77.
- Walker, S. E., Dickhut, R. M., Chisolm-Brause, C., Sylva, S. and Reddy, C. M. (2005). Molecular and isotopic identification of PAHSources in a highly industrialized urban estuary. Organic Geochemistry, 36(4): 619–632.
- Zakaria, M. P. and Mahat, A. A. (2006). Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments in the Langat Estuary. Coastal Marine science, 30(1): 387- 395.
- Zakaria, M. P., Takada, H. and Kumata, H. (2003). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Distribution in suspended matter and sediments: Langat river as a model for the Malaysian aquatic environments. Water and Drainage, 13(4): 387 – 399.

Study of Fluorene Phenanthrene and Anthracene petroleum hydrocarbons in economic fish wetland Anzali

Seifzadeh, M.[1*], Valipour, A.R.[2], Khanipour, A.A.[3]

1. Scientific Board, Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran
2. Assistant Professor, Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran
3. Associate Prof, Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

[*]Corresponding Author: m_seifzadeh_ld@yahoo.com

(Received: 2016/10/8 Accepted: 2017/9/15)

Abstract

Petroleum hydrocarbons are among the routine chemical pollutants in industrial areas. The aim of this study was to evaluate the accumulation of petroleum hydrocarbons in six commercial fish species consisting of common Carp, Pike, Caras, Sefid fish, Tinca tinca and Catfish in stations of Anzali wetland. For this purpose, Anthracene, Fluorene and Phenanthrene PAHs measured by Gas Chromatography with a detector (GC-FID). Ten numbers were studied from each fish type including Catfish, Karas, and Pik from the central and East stations, Carp fish from the west and central stations and Sefid fish from the central station (with any Fluorene contamination). Phenanthrene and Fluorene concentration among the west, east, and central stations showed difference significant ($p<0.05$). Anthracene was observed in Pike, Catfish, Tinca tinca of the central and east stations, Carp fish of the central station, Sefid fish of the west and east stations and Caras of the central and west stations. Based on the results, Carp fish of east station and Pike fish of the west station in terms of contamination to Fluorene and Carp fish of the east and west stations and pike and Tinca tinca of the west stations were not suitable for human consumption based on the EC measures. Moreover, according to the the EC rules (No. 48568, 73338 and 31581), Tinca tinca of the central and west stations, Karas of the west and east stations, Catfish of the west, east and central, Sefid fish of the central stations and Carp fish of the central and east of wetland in terms of contamination to Phenanthrene were found unsuitable for human consumption.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Petroleum hydrocarbons (PAHs), Fluorene, Phenanthrene, Anthracene