

## اندازه گیری میزان کل هیدروکربن های نفتی (TPH) به دنبال ایجاد مسمومیت تجربی با نفت خام در بافت های ماهی شانک زردباله (*Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782))

رضا کاظم پور<sup>۱\*</sup>، عادل حقیقی خیابانیان اصل<sup>۲</sup>، ابراهیم اعلائی<sup>۳</sup>، سیده شیوا علوی نژاد<sup>۴</sup>

۱- گروه زیست شناسی و علوم پایه، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۲- گروه پاتولوژی، دانشکده علوم تخصصی دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

۳- پژوهشکده محیط زیست، پردیس انرژی و محیط زیست، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

۴- گروه بهداشت و بیماری های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

آلودگی نفتی آب های سطحی علاوه بر ایجاد اختلال در عملکرد فیزیولوژیک ماهیان منجر به صدمات جبران ناپذیری بر سلامتی انسان طی انتقال از طریق زنجیره غذایی می گردد. در نتیجه بررسی امکان تجمع هیدروکربن های نفتی در بافت های خوراکی ماهیان اهمیت ویژه ای می یابد. در این مطالعه نمونه های ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782)) با استفاده از تله های طعمه دار از منطقه خور موسی در خلیج فارس، جمع آوری شده و پس از بیست روز سازگاری با شرایط آزمایشگاهی مرکز تحقیقات آبی پروری جنوب ایران در مخازن حاوی ۳۰۰ لیتر آب دریا به پنج گروه با دو تکرار تقسیم شدند. سپس گروه ها در معرض غلظت های صفر، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ درصد فاز محلول نفت خام (water soluble fraction) قرار گرفتند. نتایج بررسی میزان هیدروکربن های نفتی کل در بافت آبشش و کلیه نشان دهنده افزایش معنی دار در روزهای ۱۰ و ۲۰ آزمایش بود که این مقدار با بالا رفتن غلظت WSF نیز افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). در حالی که در بافت کبد و عضلات در هیچ یک از گروه های مواجهه، با در نظر گرفتن زمان مواجهه و غلظت WSF، اختلاف معنی داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده امکان تجمع TPH در بافت های آبشش و کلیه ماهی شانک زرد باله تحت تاثیر غلظت و مدت زمان مواجهه با WSF بود. فلذا با توجه به ارزش اقتصادی بالای خانواده شانک ماهیان، ارائه روش های مدیریتی مناسب برای کنترل ورود آلاینده های نفتی به آب های خلیج فارس ضروری به نظر می رسد.

**کلید واژه ها:** هیدروکربن های نفتی، ماهی شانک، نفت خام، خلیج فارس

### مقدمه

امروزه به دنبال بهبود سطح زندگی و افزایش آگاهی در مورد اهمیت مصرف غذاهای دریایی و ضرورت استفاده از ماهی در رژیم غذایی انسان به دلیل ارزش غذایی بالا و فواید سلامتی آن، تقاضای جهانی برای مصرف غذاهای دریایی از جمله ماهی افزایش یافته است [۱]. افزایش تقاضای رو به رشد برای منابع دریایی، اهمیت دو استراتژی مدیریتی مهم شامل؛ حفظ میزان تولید آبزیان برای نسل های آینده و حفظ محیط زیست دریایی

### نوع مقاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۵

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۰/۳/۱۰

\*نویسنده مسول:

[r.kazempoor@riau.ac.ir](mailto:r.kazempoor@riau.ac.ir)

رودهن، مجتمع دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، ساختمان دانشکده علوم پایه و کشاورزی

از آلودگی‌های ناشی از اقدامات انسانی را دو چندان می‌کند<sup>[۴]</sup>. فعالیت‌های انسانی در مناطق ساحلی، نشت نفت و پساب کارخانه‌های صنعتی منجر به افزایش آلودگی آب دریا با مشتقات هیدروکربنی نفت گردیده است. فاز محلول نفت خام (water soluble fraction) حاوی مخلوطی از هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای (Polycyclic aromatic hydrocarbon)، فنول‌ها و ترکیبات هتروسیکلیک، حاوی نیتروژن یا گوگرد است<sup>[۳]</sup>.

آلودگی موجودات آبی به هیدروکربن‌های نفتی کل (Total petroleum hydrocarbons) اثبات شده است<sup>[۴]</sup> که در بین انواع آبیان، ماهی‌ها به عنوان یکی از ارگانسیم‌های آبی اصلی موجود در زنجیره غذایی، شاخص قابل اعتمادی برای بررسی آلودگی آب دریا محسوب می‌شوند<sup>[۵]</sup>. هیدروکربن‌های آلیفاتیک و PAH در بدن ماهی‌ها، به دلیل داشتن بافت‌های غنی از چربی، به راحتی جذب شده و تجمع می‌یابند<sup>[۶]</sup> و با وجود فرار بودن ترکیبات سمی نفت خام، ماهی‌ها می‌توانند به سرعت بخشی از WSF را جذب کنند که باعث اختلال در ساختار بیولوژیکی آن‌ها می‌گردد<sup>[۷]</sup>. اهمیت دیگر تجمع هیدروکربن‌های نفتی در بافت ماهیان اثرات سوء گزارش شده از دریافت رژیم غذایی آلوده بر سلامتی انسان است<sup>[۸]</sup>، به گونه‌ای که حتی آلودگی کم و متوسط نیز در صورت قرار گرفتن طولانی مدت در معرض این مواد شیمیایی می‌تواند باعث اختلال در سلامت انسان شود<sup>[۲]</sup>. فلذا استفاده از ماهی در رژیم غذایی با وجود مزایای بالقوه برای سلامتی انسان، خطر ناشی از قرار گرفتن انسان در معرض آلاینده‌های شیمیایی را نیز افزایش می‌دهد<sup>[۹]</sup>. خلیج فارس تقریباً دو سوم ذخایر نفتی اثبات شده جهان را در اختیار دارد<sup>[۱۰]</sup>. جنگ‌های متعدد رخ داده طی دهه‌های اخیر در حوزه خلیج فارس باعث ورود میزان زیادی نفت به آب‌های این منطقه شده است، به گونه‌ای که نشت نفت مربوط به جنگ خلیج فارس بزرگترین نشت نفت در تاریخ به حساب می‌آید<sup>[۱۱]</sup>. آلودگی نفتی خلیج فارس ۴/۷٪ کل آلودگی نفتی در جهان را تشکیل می‌دهد که این میزان پس از جنگ خلیج فارس بیشتر نیز شده است<sup>[۱۲]</sup>. در نتیجه به نظر می‌رسد مشکلات مرتبط با آلودگی نفتی در خلیج فارس در مقایسه با سایر مناطق از اهمیت بیشتری برخوردار است. منطقه خلیج فارس علاوه بر تولیدات نفتی از نظر ذخایر غنی آبیان همواره مورد توجه بوده است. این در حالی است که این منطقه دارای اکوسیستم حساسی بوده و در محیطی کاملاً استرس زا با میزان تبخیر بسیار بالا، جریان ضعیف آب، افزایش دما، شوری و در معرض اشعه UV قرار دارد، بنابراین، آلاینده‌ها برای مدت طولانی تری در منطقه باقی می‌مانند<sup>[۱۳، ۱۴]</sup>. بررسی‌های اخیر صورت گرفته نشان دهنده انباشت هیدروکربن‌های نفتی در بافت‌های ماهیان بومی منطقه خلیج فارس می‌باشد<sup>[۱۵]</sup>. از جمله ماهیان ارزشمند اقتصادی و محبوب خوراکی خلیج فارس ماهی شانک است. ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) از خانواده شانک‌ماهیان (Sparidae) بوده، همه چیز خوار است و ماهیان بالغ همافرودیت هستند. این ماهی معمولاً در خلیج فارس یافت می‌شود، عمدتاً توسط ماهیگیران مستقل محلی صید شده و به دلیل قیمت بالای آن یک منابع با ارزش شیلات محسوب می‌شود<sup>[۱۶]</sup>.

با توجه به مطالب ذکر شده در رابطه با آلودگی خلیج فارس به نفت خام، گزارشات انباشت هیدروکربن‌های نفتی در بافت‌های ماهیان بومی این منطقه و با در نظر گرفتن ماهی شانک خلیج فارس به عنوان ماهی خوراکی دارای ارزش اقتصادی برای ایران و خطرات ناشی از استفاده از گوشت ماهی آلوده به مشتقات نفتی برای سلامتی انسان، در مطالعه حاضر بر آن شدیم تا به بررسی میزان تجمع هیدروکربن‌های نفتی کل (TPH) در بافت‌های ماهی شانک زرد باله طی مواجهه با غلظت‌های مختلف فاز محلول نفت خام (WSF) بپردازیم.

## مواد و روش‌ها

## تهیه ماهی و سازگاری

در این مطالعه ماهیان شانک زرد باله (وزن  $1/52 \pm 111/68$  گرم و طول استاندارد  $0/23 \pm 18/27$  سانتی متر) از خورموسی در منطقه ماهشهر صید شده و برای انجام مطالعات به پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور در ایستگاه بندر امام (ره) واقع در منطقه ساحلی خورموسی انتقال یافتند. برای سازگاری با شرایط محیط پژوهشکده، ماهی‌ها به مدت بیست روز در تانک‌های فایبرگلاس مخصوص (حاوی ۳۰۰ لیتر آب دریا) انتقال یافتند. در طول مدت سازگاری ماهی‌ها با خوراک تجاری شرکت چینه تغذیه شدند.

## تهیه نفت خام و فاز محلول در آب (WSF)

نفت خام سبک ایرانی مورد استفاده در این مطالعه از طرف پژوهشکده نفت پالایشگاه آبادان، تهیه شد. برای تهیه فاز محلول در آب (Water soluble fraction) براساس روش پیشنهادی Anderson و همکاران (۱۹۷۴)<sup>[۱۷]</sup> ۴۵ لیتر نفت خام سبک به همراه ۴۵۰ لیتر آب دریا که از فیلترهای شنی مخصوص عبور داده شده بودند (یک قسمت از نفت خام به همراه ده قسمت از آب دریا) به مدت ۲۳ ساعت توسط پمپ کف کش مخصوص به آرامی و با دور پایین با یکدیگر همگن سازی و مخلوط شدند. سپس پمپ به مدت یک ساعت برای جداسازی فاز روغنی نفت از آب دریای فیلتر شده حاوی مشتقات نفتی، خاموش شد. پس از یک ساعت آب دارای مشتقات نفتی (WSF) به وسیله سیفون از انتهای تانک تخلیه شده و بر اساس درصدهای تعیین شده به تانک‌های مورد مطالعه اضافه شد. در طول آزمون محلول نفتی به صورت روزانه و با روش ذکر شده تهیه و جایگزین محلول قبلی گردید. در طول این مدت برای جلوگیری از تصعید مولکول‌های فرار نفت و پیشگیری از ورود نور به داخل تانک، تانک‌ها توسط نایلون و فویل‌های مخصوص پوشانده شدند. در طول آزمون روزانه ۷۰٪ آب تانک‌ها تخلیه شده، مجدداً با آب دریای فیلتر شده آبیگری شده و میزان مشخص محلول WSF به هریک از تانک‌ها اضافه گردید.

## تقسیم بندی گروه‌های مورد آزمایش

در این مطالعه تعداد ۲۴۰ قطعه ماهی شانک زرد باله به مدت ۲۰ روز در پنج گروه با دو تکرار در مواجهه با غلظت‌های مختلف WSF به صورت: صفر (گروه شاهد، حاوی ۱۳۰۰ لیتر آب دریای فیلتر شده)، ۲٪ (۲۶ لیتر آب آلوده به WSF به همراه ۱۲۷۴ لیتر آب دریای فیلتر شده)، ۴٪ (۵۲ لیتر آب آلوده به WSF به همراه ۱۲۴۸ لیتر آب دریای فیلتر شده)، ۸٪ (۱۰۴ لیتر آب آلوده به WSF به همراه ۱۱۹۶ لیتر آب دریای فیلتر شده) و ۱۶٪ (۸ لیتر آب آلوده به WSF به همراه ۱۰۹۲ لیتر آب دریای فیلتر شده) قرار گرفتند. در طول دوره آزمون ماهی‌ها به صورت یک روز در میان با غذای تجاری شرکت چینه تغذیه شدند.

## نمونه برداری و تعیین تجمع بافتی هیدروکربن‌های نفتی کل

بافت آبشش، کبد، کلیه و عضله هرکدام به صورت جداگانه در دستگاه همونایزر با هگزان همگن شدند. نمونه‌های تهیه شده با عبور از ستون سدیم سولفات بدون آب خشک شده و توسط هگزان حجم نهایی ۲۵ میلی‌لیتر تهیه شد. در نهایت غلظت کل هیدروکربن‌های نفتی توسط دستگاه

اسپکتروفلورومتری (Shimadzu) با طول موج برانگیختگی ۳۱۰ نانومتر و طول موج نشری ۳۶۰ نانومتر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقادیر به صورت میلی گرم بر کیلوگرم بافت تازه (mg/kg of wet tissue) بیان شد [۱۸].

## نتایج

نتایج بررسی میزان کل هیدروکربن های نفتی در بافت آبشش در جدول ۱ خلاصه شده است. با در نظر گرفتن زمان آزمایش این نتایج نشان دهنده افزایش معنی دار در روزهای ۱۰ و ۲۰ آزمایش و همچنین نشان دهنده کاهش معنی دار در روز ۱۰ نسبت روز ۲۰ از آزمایش بود ( $P < 0.05$ ). براساس این نتایج میزان TPH در گروه دو درصد مواجهه با WSF به طور معنی داری کمتر از گروه های ۴ و ۸ و ۱۶ درصد مواجهه با WSF بود، البته در این گروه میزان تجمعات هیدروکربن های نفتی بیشتر از گروه شاهد بود ( $P < 0.05$ ). در گروه چهار درصد مواجهه با WSF به طور معنی داری میزان TPH در بافت آبشش کمتر از گروه های ۸ و ۱۶ درصد مواجهه با WSF بود، البته در این گروه میزان تجمعات هیدروکربن های نفتی بیشتر از گروه شاهد بود ( $P < 0.05$ ). در گروه هشت درصد مواجهه با WSF، میزان TPH به طور معنی داری در بافت آبشش کمتر از گروه شانزده درصد مواجهه با WSF بود، البته در این گروه میزان تجمعات هیدروکربن های نفتی در مقایسه با گروه شاهد بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). همچنین در گروه شانزده درصد مواجهه با WSF، میزان TPH به طور معنی داری در بافت آبشش بیشتر از گروه شاهد بود ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱. میانگین تجمعات کل هیدروکربن های نفتی (TPH) در بافت آبشش در مواجهه با غلظت های مختلف WSF در روزهای مختلف (۰، ۱۰ و ۲۰) بر اساس میلی گرم / کیلوگرم. علامت \* نشان دهنده ( $P < 0.05$ ) در هر روز می باشد.

گروه	آبشش		
	۰	۱۰	۲۰
دو درصد	۱۱/۲±۵۳/۸۰	۲۵/۳±۸۰/۸۶*	۱۱/۴±۹۰/۱۷*
چهار درصد	۱۰/۳±۹۷/۰۷	۳۰/۳±۳۸/۷۳*	۱۶/۳±۲۵/۱۵*
هشت درصد	۹/۳±۹۳/۰۶	۳۳/۱±۶۲/۵۷*	۲۵/۱±۲۰/۴۱*
شانزده درصد	۱۱/۲±۲۹/۸۳	۲۶/۳±۹۵/۵۰*	۲۷/۲±۸۲/۴۲*
شاهد	۱۲/۲±۳۰/۴۰	۱۱/۳±۹۵/۰۵	۱۰/۲±۶۷/۵۸

نتایج بررسی میزان کل هیدروکربن های نفتی (TPH) در بافت کبد (جدول ۲) در هیچ یک از گروه های مواجهه، با در نظر گرفتن زمان مواجهه با WSF، اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ ).

جدول ۲. میانگین تجمعات کل هیدروکربن های نفتی (TPH) در بافت کبد در مواجهه با غلظت های مختلف WSF در روزهای مختلف (۰، ۱۰ و ۲۰) بر اساس میلی گرم / کیلوگرم.

گروه	کبد		
	۰	۱۰	۲۰
دو درصد	۲۹/۱±۷۰/۱۵	۲۱/۲±۱۷/۵۸	۲۸/۰±۶۰/۵۹
چهار درصد	۲۹/۳±۸۴/۳۳	۲۳/۳±۵۷/۳۲	۳۱/۱±۵۵/۴۴
هشت درصد	۲۶/۵±۹۷/۹۷	۳۷/۳±۲۵/۰۱	۳۱/۲±۹۰/۲۴
شانزده درصد	۲۷/۴±۱۲/۷۰	۴۳/۲±۱۰/۶۳	۳۴/۴±۶۰/۰۱
شاهد	۲۸/۰±۲۳/۸۷	۲۲/۱۰±۹۷/۱۲	۲۶/۶±۵۲/۵۷

در بافت کلیه نتایج میزان کل هیدروکربن های نفتی (TPH) در گروه دو درصد مواجهه با WSF، به طور معنی داری کمتر از گروه های ۸ و ۱۶ درصد مواجهه با WSF بود، البته در این گروه میزان تجمعات هیدروکربن های نفتی بیشتر از گروه شاهد بود ( $P>0.05$ ). در گروه چهار درصد مواجهه با WSF، میزان TPH به طور معنی داری در بافت کلیه کمتر از گروه ۱۶ درصد مواجهه با WSF بود، البته در این گروه میزان تجمعات هیدروکربن های نفتی بیشتر از گروه شاهد بود ( $P<0.05$ ). در گروه هشت درصد مواجهه با WSF، میزان TPH به طور معنی داری در بافت کلیه کمتر از گروه ۱۶ درصد مواجهه با WSF بود، البته در این گروه میزان تجمعات هیدروکربن های نفتی بیشتر از گروه شاهد بود ( $P<0.05$ ). در گروه شانزده درصد مواجهه با WSF، میزان TPH به طور معنی داری در بافت کلیه بیشتر از گروه شاهد بود ( $P<0.05$ ). به صورت کلی میزان کل هیدروکربن های نفتی در بافت کلیه با در نظر گرفتن زمان آزمایش نشان دهنده افزایش معنی داری در روزهای ۱۰ و ۲۰ آزمایش و همچنین نشان دهنده کاهش یکنواخت معنی داری در روز ۱۰ نسبت روز ۲۰ از آزمایش بود ( $P<0.05$ ) (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین تجمعات کل هیدروکربن های نفتی (TPH) در بافت کلیه در مواجهه با غلظت های مختلف WSF روزهای مختلف (۰، ۱۰ و ۲۰) بر اساس میلی گرم / کیلوگرم. علامت \* نشان دهنده ( $P<0.05$ ) در هر روز می باشد.

گروه	کلیه		
	۰	۱۰	۲۰
دو درصد	۱۶/۹±۵۰/۰۶	۱۴/۵±۹۷/۵۸*	۲۱/۷±۷۶/۶۱*
چهار درصد	۱۲/۴±۴۸/۴۶	۱۶/۵±۳۸/۱۰*	۲۴/۷±۹۱/۹۵*
هشت درصد	۱۶/۵±۶۸/۱۰	۱۹/۴±۳۷/۴۳*	۳۰/۵±۷۱/۷۱*
شانزده درصد	۱۷/۸±۳۱/۶۷	۲۹/۵±۵۴/۰۷*	۳۵/۵±۲۰/۶۵*
شاهد	۱۵/۶±۳۰/۷۴	۱۷/۶±۴۸/۶۹	۱۶/۳±۷۱/۳۱

نتایج میزان کل هیدروکربن های نفتی (TPH) در بافت عضلات (جدول ۴) در هیچ یک از گروه های مواجهه، با در نظر گرفتن زمان، اختلاف معنی داری نشان نداد ( $P>0.05$ ).

جدول ۴. میانگین تجمعات کل هیدروکربن های نفتی (TPH) در بافت عضلات در مواجهه با غلظت های مختلف WSF در روزهای مختلف (۰، ۱۰ و ۲۰) بر اساس میلی گرم / کیلوگرم.

گروه	عضلات		
	۰	۱۰	۲۰
دو درصد	۲۳/۵±۵۵/۶۱	۲۲/۵±۶۲/۳۹	۲۵/۳±۵۷/۱۶
چهار درصد	۲۵/۲±۴۰/۶۱	۲۶/۳±۶۴/۳۱	۳۰/۴±۷۲/۱۱
هشت درصد	۲۵/۱±۹۶/۷۵	۳۴/۳±۰۶/۷۹	۴۵/۶±۷۰/۲۹
شانزده درصد	۲۵/۲±۰۳/۵۱	۲۸/۴±۵۰/۱۸	۵۲/۴±۶۳/۸۹
شاهد	۲۶/۴±۸۸/۲۱	۲۶/۴±۹۹/۳۴	۲۸/۱±۰۶/۸۷

## بحث

هیدروکربن های نفتی با ایجاد درجات مسمومیت متفاوت از جمله مهم ترین آلاینده های شیمیایی تهدید کننده اکوسیستم های آبی به شمار می آیند که علاوه بر موجودات ساکنان آب، به دنبال تجمع در بافت های مختلف آبزیان و انتقال از طریق زنجیره غذایی آسیب های جدی برای سلامتی انسان به دنبال خواهند داشت. براساس گزارشات منتشر شده مصرف ارگانوسم های دریایی آلوده به هیدروکربن های نفتی برای سلامتی انسان خطرات جدی از جمله اختلالات غدد درون ریز، سرطان و نقص مادرزادی به همراه خواهد داشت [۱۹]. پس از نشت TPH ها به محیط دریایی، بخشی در آب شناور می شود و بخش دیگر در رسوبات موجود در ته آب جمع شده و باعث تغییر در زیستگاه و تغذیه ماهی های بنتوپلاژیک می شود [۲۰]. به این ترتیب جذب PHA های موجود در ستون آب از مسیرهای مختلفی مانند بلعیدن همراه غذا و یا انتقال مستقیم از طریق آبشش، صورت می گیرد، به این صورت که ذرات دارای ضریب تقسیم آب اکتانول/آب پایین در آب حل شده و ذرات دارای ضریب تقسیم آب اکتانول/آب بالا معمولاً در رسوبات تجمع یافته و به صورت خوراکی وارد بدن آبزیان می شوند [۲۱]. در این راستا وجود هیدروکربن های آلیفاتیک و PAH های با وزن مولکولی کم با منشا پتروژنیک در ماهیان اثبات شده است [۲۲، ۲۳] و در اغلب ماهیان هیدروکربن های نفتی در بافت های چربی دوست جذب شده و تجمع می یابند [۶]. نتایج به دست آمده از در مطالعه حال حاضر نشان دهنده امکان تجمع TPH در بافت های آبشش و کلیه ماهی شانک زردباله در مواجهه با WSF بود که با افزایش غلظت نفت خام میزان تجمع بافتی نیز افزایش یافت، این مساله در مطالعه Zhao و همکاران (۲۰۱۴) [۲۴] نیز گزارش شده است. آبشش ماهیان به WSF بسیار حساس بوده [۲۵] و همانطور که پیش از این مشخص شده است یکی از مهم ترین راه های ورود ترکیبات نفتی به بدن ماهی جذب از طریق آبشش است [۲۲]. به این ترتیب تجمع بالای PHA در بافت آبشش در مطالعه حاضر به عنوان اولین محل عبور هیدروکربن های نفتی محلول در آب دور از انتظار نخواهد بود. همچنین مطالعات Zhao و همکاران (۲۰۱۴) [۲۴] و

D'Costa و همکاران (۲۰۱۷)<sup>[۲۶]</sup> نیز امکان تجمع هیدروکربن‌های نفتی در بافت آبشش را تأیید کرده‌اند. به طور کلی، بقایای آلاینده‌های موجود در آبشش بازتاب دهنده غلظت آلاینده‌ها در آب‌های محل زندگی ماهی است، در حالی که غلظت‌های موجود در صفرا، کبد و کلیه ذخیره نهایی مواد شیمیایی آبریز را نشان می‌دهد<sup>[۲۷]</sup>. با توجه به آنکه کبد محل بیوترانسفورماسیون هیدروکربن‌های نفتی در بدن بوده و پس از آن ترکیبات در صفرا و کلیه ذخیره می‌شوند، تجمع TPH در بافت کلیه و عدم تجمع آن در بافت کبد در مطالعه حاضر توجیه پذیر خواهد بود که Zhao و همکاران نیز در سال ۲۰۱۴<sup>[۲۴]</sup> این مساله را تأیید کردند. از سوی دیگر در مطالعه Zhao و همکاران (۲۰۱۴)<sup>[۲۴]</sup> بر روی ماهیان کپور سرگنده و کپور نقره‌ای تجمع هیدروکربن‌های نفتی در بافت کلیه از بافت آبشش و عضلات بیشتر بود که این یافته برخلاف نتایج مطالعه ما بوده و علت آن را می‌توان عوامل بسیاری از جمله مدت زمان قرار گرفتن در معرض ماده شیمیایی، عوامل محیطی، گونه، وضعیت بلوغ و جنس ماهی دانست که علاوه بر میزان چربی بدن، بر تجمع و دفع ترکیبات شیمیایی در ماهی‌ها تأثیر گذار هستند<sup>[۲۸]</sup>. در مطالعه ما تجمع TPH در بافت کبد مشاهده نشد در حالی که مطالعات متعددی آسیب بافت کبد در مواجهه با WSF را گزارش کرده‌اند<sup>[۲۹، ۳۰]</sup>. در این راستا با توجه به آنکه عملکرد کبد در ماهیان تلئوست شامل غیر فعال سازی هیدروکربن‌های نفتی، ذخیره مواد مغذی، آزاد سازی محصولات کاتابولیسم از سایر بافت‌ها و تولید صفرا (در هضم اسیدهای چرب و انتقال متابولیت‌های کونژوگ شده ترکیبات سمی برای دفع نقش دارد) است<sup>[۲۵]</sup>، عدم تجمع TPH در این بافت قابل توجیه خواهد بود. در صورتی که در نتایجی مغایر با مطالعه حاضر D'Costa و همکاران در سال ۲۰۱۷<sup>[۲۶]</sup> در بررسی میزان تجمع هیدروکربن‌های نفتی در بافت‌های عضله، آبشش و کبد گربه ماهی (*Arius thalassinus*)، بیشترین میزان تجمع TPH را در بافت کبد گزارش کردند که این تفاوت در نتایج نیز می‌تواند ناشی از اختلاف در گونه ماهی، میزان و مدت زمان مسمومیت بوده باشد. تجمع TPH در بافت عضلات در مطالعه حاضر همانطور که در بخش نتایج ذکر شده است، هیچگونه تفاوتی در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نگردید. در این راستا مطالعات نشان دهنده عدم تجمع PHA در بافت عضلات هستند<sup>[۳۰، ۳۴]</sup> که همسو با نتایج به دست آمده در بررسی ما می‌باشد. در این رابطه براساس گزارش GESAMP در سال ۱۹۸۲<sup>[۳۱]</sup> هیدروکربن‌های نفتی پس از گذشت مدتی از تجمع در بافت‌های خوراکی ماهی، دفع می‌شوند در نتیجه غلظت بسیار بالای این ترکیبات در بافت‌های خوراکی مانند عضلات مشاهده نمی‌گردد. در ادامه بحث در مورد تجمع هیدروکربن‌های نفتی در عضلات ماهی می‌توان به مطالعه Ashraf و Mian در سال ۲۰۱۰<sup>[۱۲]</sup> اشاره نمود. براساس مطالعه Ashraf و Mian (۲۰۱۰)<sup>[۱۲]</sup> به طور کلی تجمع هیدروکربن‌ها در بافت عضله ماهی با محتوای چربی و وزن بدن ارتباط مستقیم داشت اما در تعدادی از گونه‌های ماهیان خوراکی پرمصرف خلیج فارس از جمله ماهی شانک دونواری با وجود میزان چربی بیشتر در بافت عضله در مقایسه با گونه‌هایی که چربی کمتری داشتند، تجمع TPH کمتر بود. دو مطالعه اخیر ذکر شده می‌توانند دلایل اثبات شده‌ای در توجیه عدم مشاهده تجمع TPH در بافت عضله ماهی شانک زرد باله در مطالعه حال حاضر ما باشند.

## نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان دهنده امکان تجمع TPH در بافت‌های آبشش و کلیه ماهی شانک زرد باله تحت مواجهه با غلظت‌های مختلف WSF بود. این نتایج نشان داد که آبشش اولین و اصلی‌ترین مسیر انتقال هیدروکربن‌های نفتی موجود در آب محل زندگی ماهی به ارگان‌های داخلی بدن است. با توجه به خطرات اثبات شده TPH ها برای سلامتی انسان و اهمیت اقتصادی ماهی شانک زرد باله در خلیج فارس، به عنوان یکی از بزرگترین منابع نفت حال حاضر جهان، که همیشه تحت تاثیر آلودگی با انواع آلاینده‌های شیمیایی از جمله هیدروکربن‌های نفتی بوده است، بررسی‌های دقیق‌تری بر روی میزان تجمع و ارگان هدف انواع TPH ها با وزن مولکولی مختلف و ارتباط آن با میزان چربی بافتی در ماهی‌های ارزشمند خوراکی حوزه خلیج فارس توصیه می‌شود.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان از پالایشگاه آبادان و پژوهشگاه صنعت نفت برای کمک در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

### تاییدیه‌های اخلاقی

اخذ کد اخلاق به شماره IR.IAU.TMB.REC.47.442.

### تعارض منافع

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

### سهام نویسندگان در مقاله

رضا کاظم‌پور: ایده پردازی، نگارش پیش نویس (۲۵٪)؛ عادل حقیقی خیابانیان اصل: روش شناسی، تجزیه و تحلیل آماری (۲۵٪)؛ ابراهیم اعلایی: بررسی، نظارت، مدیریت پروژه (۲۵٪)؛ سیده شیوا علوی نژاد: نگارش، ویرایش (۲۵٪)

### منابع مالی/حمایت‌ها

این تحقیق در کنار پایان نامه دوره دکتری تخصصی رضا کاظم‌پور انجام شده و به عنوان یک تحقیق تکمیلی در راستای آن مطالعه انجام پذیرفته است. منابع مالی اجرای این طرح با کمک پژوهشکده محیط زیست پژوهشگاه صنعت نفت و دانشگاه علوم و تحقیقات تامین گردیده است. نفت مورد استفاده در این مطالعه توسط پالایشگاه آبادان تامین گردیده است.

### منابع

1. He M, Ke CH, Wang WX. Effects of cooking and subcellular distribution on the bioaccessibility of trace elements in two marine fish species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010 Mar 24;58(6):3517-23.
2. Jisr N, Younes G, El Omari K, Hamze M, Sukhn C, El-Dakdouki MH. Levels of heavy metals, total petroleum hydrocarbons, and microbial load in commercially valuable fish from the marine area of Tripoli, Lebanon. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2020 Nov;192(11):1-3.
3. Saeed T, Al-Mutairi M. Chemical composition of the water-soluble fraction of the leaded gasolines in seawater. *Environment international*. 1999 Jan 1;25(1):117-29.
4. Clinton EI, Ngozi ON, Ifeoma OL. Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in water and biota from a drilling waste polluted freshwater swamp in the mgbede oil fields of south-south Nigeria. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*. 2014 Oct 1;5(7):1.
5. Barata C, Fabregat MC, Cotín J, Huertas D, Solé M, Quirós L, Sanpera C, Jover L, Ruiz X, Grimalt JO, Piña B. Blood biomarkers and contaminant levels in feathers and eggs to assess



- environmental hazards in heron nestlings from impacted sites in Ebro basin (NE Spain). *Environmental Pollution*. 2010 Mar 1;158(3):704-10.
6. Gobas FA, Wilcockson JB, Russell RW, Haffner GD. Mechanism of biomagnification in fish under laboratory and field conditions. *Environmental science & technology*. 1999 Jan 1;33(1):133-41.
  7. Collier TK, Krone CA, Krahn MM, Stein JE, Chan SL, Varanasi US. Petroleum exposure and associated biochemical effects in subtidal fish after the Exxon Valdez oil spill. In *American Fisheries Society Symposium 1996 (Vol. 18, pp. 671-683)*.
  8. Rose A, Ken D, Alo B, Kehinde O. Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish and invertebrates of Lagos lagoon, Nigeria. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences*. 2012 Apr 1;3(2):287-96.
  9. Nwaichi EO, Ntorgbo SA. Assessment of PAHs levels in some fish and seafood from different coastal waters in the Niger Delta. *Toxicology reports*. 2016 Jan 1;3:167-72.
  10. Khan NY, Munawar M, Price AR. *The gulf ecosystem: Health and sustainability*. Leiden, The Netherlands: Backhuys; 2002.
  11. Freije AM. Heavy metal, trace element and petroleum hydrocarbon pollution in the Arabian Gulf. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*. 2015 Apr 1;17:90-100.
  12. Ashraf W, Mian A. Total petroleum hydrocarbon burden in fish tissues from the Arabian Gulf. *Toxicological & Environmental Chemistry*. 2010 Jan 1;92(1):61-6.
  13. Madany IM, Wahab AA, Al-Alawi Z. Trace metals concentrations in marine organisms from the coastal areas of Bahrain, Arabian Gulf. *Water, Air, and Soil Pollution*. 1996 Oct;91(3):233-48.
  14. de Mora S, Fowler SW, Wyse E, Azemard S. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman. *Marine pollution bulletin*. 2004 Sep 1;49(5-6):410-24.
  15. Jafarabadi AR, Bakhtiari AR, Yaghoobi Z, Yap CK, Maisano M, Cappello T. Distributions and compositional patterns of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their derivatives in three edible fishes from Kharg coral Island, Persian Gulf, Iran. *Chemosphere*. 2019 Jan 1;215:835-45.
  16. Zakeri M. Variations in lipid content and fatty acids composition in wild and cultured Yellowfin Seabream, *Acanthopagrus latus* in the Persian Gulf. *Journal of the Persian Gulf*. 2011 Dec 10;2(6):53-61.
  17. Anderson J, Neff J, Cox B, Tatem H, Hightower G. Characteristics of dispersions and water-soluble extracts of crude and refined oils and their toxicity to estuarine crustaceans and fish. *Marine Biology*. 1974;27(1):75-88.
  18. Ansari ZA, Desilva C, Badesab S. Total petroleum hydrocarbon in the tissues of some commercially important fishes of the Bay of Bengal. *Marine pollution bulletin*. 2012 Nov 1;64(11):2564-8.
  19. Dhananjayan V, Muralidharan S. Polycyclic aromatic hydrocarbons in various species of fishes from mumbai harbour, India, and their dietary intake concentration to human. *International Journal of Oceanography*. 2012 Apr 24;2012.

20. Enuneku AA, Ainerua M, Erhunmwunse NO, Osakue OE. Total petroleum hydrocarbons in organs of commercially available fish; *Trachurus trecae* (cadenat, 1949) from Oliha Market, Benin City, Nigeria. *Ife Journal of Science*. 2015;17(2):383-93.
21. Beyer J, Jonsson G, Porte C, Krahn MM, Ariese F. Analytical methods for determining metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) pollutants in fish bile: a review. *Environmental toxicology and pharmacology*. 2010 Nov 1;30(3):224-44.
22. Mahugija JA, Njale E. Levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in smoked and sun-dried fish samples from areas in Lake Victoria in Mwanza, Tanzania. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018 Oct 1;73:39-46.
23. Ahmed MT, Loutfy N, Shoieb M, Mosleh YY. Residues of aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in some fish species of Lake Tamsah, Ismailia, Egypt: an analytical search for hydrocarbon sources and exposure bioindicators. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2014 Nov 2;20(6):1659-69.
24. Zhao Z, Zhang L, Cai Y, Chen Y. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) residues in several tissues of edible fishes from the largest freshwater lake in China, Poyang Lake, and associated human health risk assessment. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2014 Jun 1;104:323-31.
25. Akaishi, F.M., De Assis, H.S., Jakobi, S.C.G., Eiras-Stofella, D.R., St-Jean, S.D., Courtenay, S.C., Lima, E.F., Wagener, A.L.R., Scofield, A.L. and Ribeiro, C.O., 2004. Morphological and neurotoxicological findings in tropical freshwater fish (*Astyanax* sp.) after waterborne and acute exposure to water soluble fraction (WSF) of crude oil. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 46(2), pp.244-253.
26. D'Costa A, Shyama SK, Kumar MP. Bioaccumulation of trace metals and total petroleum and genotoxicity responses in an edible fish population as indicators of marine pollution. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2017 Aug 1;142:22-8.
27. Karadede H, Oymak SA, Ünlü E. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Environment International*. 2004 Apr 1;30(2):183-8.
28. Varanasi U, Stein JE, Nishimoto M, Reichert WL, Collier TK. Chemical carcinogenesis in feral fish: uptake, activation, and detoxication of organic xenobiotics. *Environmental Health Perspectives*. 1987 Apr;71:155-70.
29. Brown CL, George CJ. Age-dependent accumulation of macrophage aggregates in the yellow perch, *Perca flavescens* (Mitchill). *Journal of Fish Diseases*. 1985 Jan;8(1):135-8.
30. Vives I, Grimalt JO, Fernandez P, Rosseland B. Polycyclic aromatic hydrocarbons in fish from remote and high mountain lakes in Europe and Greenland. *Science of the Total Environment*. 2004 May 25;324(1-3):67-77.
31. GESAMP. (1982). The health of the Ocean. In: United Nations Environment Programme. UNEP regional seas report and studies number 6, 111 pp.

## Measurement of total petroleum hydrocarbons (TPH) in yellowfin seabream fish *Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782) tissues following experimental crude oil poisoning

Reza Kazempoor<sup>\*1</sup>, Adel Haghighi Khiabani<sup>2</sup>, Ebrahim Alaei<sup>3</sup>, Seyedeh Shiva Alavinezhad<sup>4</sup>

1. Department of Biology and Basic Science, Roodehen Branch, Islamic Azad University, Rodehen, Iran
2. Department of Pathology, Faculty of Veterinary Sciences, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Iran
3. Environment Research Institute, Energy and Environment Campus, Petroleum Industry Research Institute, Tehran, Iran
4. Department of Aquatic Health and Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

### ABSTRACT

Oil pollution of waters, in addition to disrupting the physiological function of fish, leads to irreparable damage to human health during transmission through the food chain. Therefore, the possibility of accumulation of petroleum hydrocarbons in the edible tissues of fish is of particular importance. In this study, samples of yellowfin seabream *Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782) were collected from the Khowr-e Musa area in the Persian Gulf using bait traps. After twenty days of adaptation to the laboratory conditions (South of Iran Aquaculture Research Center), the fishes was divided into five groups with two replications in tanks containing 300 liters of seawater. The groups were then exposed to concentrations of 0, 2, 4, 8 and 16% water associated fraction (water soluble fraction).

The results of the study of the amount of total petroleum hydrocarbons in the gills and kidney tissue showed a significant increase on days 10 and 20 of the experiment, which increased slightly with increasing WSF concentration ( $P < 0.05$ ). While liver and muscle tissue, considering exposure time and WSF concentration, no significant difference was observed ( $P > 0.05$ ). The results of the present study showed the possibility of accumulation of TPH in the gill and kidneys of yellowfin seabream, under the influence of concentration and duration of exposure to WSF. Therefore, considering the high economic value of the Sparidae family, it seems necessary to provide appropriate management methods to control oil pollution in the Persian Gulf.

**KEYWORDS:** TPH, Yellowfin Seabream Fish, Crude oil, Persian Gulf

### ARTICLE TYPE

Original Research

### ARTICLE HISTORY

Received: 21 March 2021

Accepted: 26 May 2021

ePublished: 31 May 2021

\* Corresponding Author:

Email address: [r.kazempoor@riau.ac.ir](mailto:r.kazempoor@riau.ac.ir)

Tel: +(98) 9123601163

© Published by Tarbiat Modares University

eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513