

## اندازه گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین کادمیوم، نیکل و روی در بافت خوراکی عضله اردک ماهی (*Esox lucius*) تالاب انزلی

مینا احمدی<sup>(۱)</sup>، علی اصغر خانی پور<sup>(۲)</sup> \*، سید جواد ابوالقاسمی<sup>(۱)</sup>

Ahmadimina64@yahoo.com

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تالش، گروه شیلات، تالش، ایران

۲- پژوهشکده آبی پروری آب های داخلی، بندر انزلی، ایران

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۳

### چکیده

اردک ماهی (*Esox lucius*) یکی از گونه های بومی تالاب انزلی است و به علت گوشت مطبوعی که دارد از دیرباز مورد توجه مردم قرار گرفته است. این مطالعه به منظور بررسی میزان تجمع و مقایسه غلظت مواد آلاینده فلزات سنگین کادمیوم، نیکل و روی در بافت خوراکی عضله اردک ماهی در سه ایستگاه (غرب، مرکزی، شرق) از تالاب انزلی در سال ۱۳۹۱ صورت پذیرفت. در این تحقیق بصورت تصادفی از هر ایستگاه ۱۰ نمونه ماهی در اوزان استاندارد به روش صید با تور گوشگیر صید شد. اندازه گیری غلظت عناصر سنگین با کمک دستگاه جذب اتمی شعله انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد میانگین غلظت فلز کادمیوم در اردک ماهی تالاب غرب برابر ۰/۰۵ و در تالاب شرق و تالاب مرکزی ۰/۰۹ میکروگرم در گرم وزن خشک و میانگین غلظت فلز نیکل در اردک ماهی تالاب غرب، مرکزی، شرق به ترتیب ۰/۳۷، ۰/۴۴، ۰/۲۲ میکروگرم در گرم وزن خشک و میانگین غلظت فلز روی در اردک ماهی تالاب غرب، مرکزی، تالاب شرق به ترتیب ۲۸، ۲۵/۵۵، ۱۳ میکروگرم در گرم وزن خشک مشاهده شد. در این مطالعه غلظت کادمیوم، نیکل و روی در بافت عضله اردک ماهی بین ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت ( $p > 0.05$ ). میزان کادمیوم، نیکل و روی با استانداردهای غذا و داروی آمریکا (FDA) و سازمان بهداشت جهانی (WHO) مقایسه شد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که میزان سمیت نیکل در نمونه تالاب غرب بیشتر و در نمونه تالاب مرکزی نزدیک حد مجاز در مقایسه با استاندارد WHO می باشد که این میتواند یک هشدار برای تهدید سلامتی مصرف این ماهی در گروه های آسیب پذیر جامعه باشد.

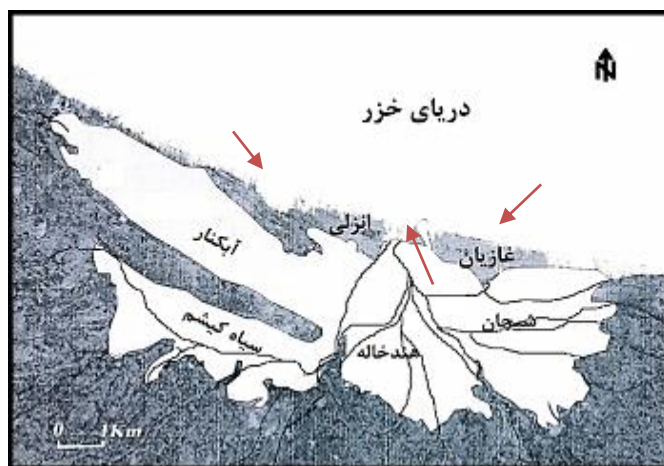
**کلمات کلیدی:** کادمیوم، روی، نیکل، اردک ماهی، تالاب انزلی، بافت خوراکی

\* نویسنده مسئول

## مقدمه

آبزیان از گذشته به عنوان یکی از غذاهای بسیار مهم از نظر ارزش غذایی (پروتئین های با کیفیت بالا، چربی های اشباع نشده، ویتامین و مواد معدنی) و دارویی مطرح بوده اند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸) فلزات سنگین بعنوان یکی از گروههای اصلی آلاینده های محیطهای آبی در اثر فرآیندهای طبیعی و نیز بطور عمده در اثر فعالیتهای انسانی به محیطهای آبی راه می یابند (Humtsoe et al, 2007). این عناصر جزو آلاینده های بسیار پایدار هستند و طی فرآیندهای بیولوژیک تجزیه نمیشوند (Sartag et al., 2005) عناصر فلزی میتوانند در محیط آب به صورت محلول یا معلق باقی مانده، در اعماق رسوب یابند و یا توسط موجودات زنده جذب شوند (2005 Turkmen et al, ماهی قادر به بلع مستقیم فلزات و یا دریافت آنها به طور غیرمستقیم از طریق ذرات معلق موجود در آب میباشد) (Mendil et al, 2005)، البته میزان غلظت تجمع عناصر در بدن ماهی تحت تاثیر فاکتورهایی مثل عوامل فصلی، تفاوتهای بیولوژیکی، منبع تغذیه ای، وضعیت محیطی (شامل شیمی آب، شوری، درجه حرارت و آلوده کننده ها) و در نهایت روش فرآوری غذا قرار می گیرد (Carvalho et al, 2005) تالاب انزلی یکی از با ارزشترین اکوسیستمهای طبیعی بوده که به لحاظ تنوع زیستی، اکوتوریسم، آبزیان دارای ارزش اقتصادی است، متاسفانه افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی، صنایع و کشاورزی طی سالهای اخیر به دلایل مختلف نظیر تخلیه فزاینده و نامحدود پسابهای صنعتی و شهری و روانابهای تولیدی ناشی از فعالیتهای کشاورزی، ترکیبات مختلف فلزات را به همراه دارد که مستقیماً و یا از طریق رودخانه های منتهی به تالاب میریزند، ورود این آلاینده ها سبب بهم خوردن سیستم طبیعی تالاب شده و در دراز مدت باعث تجمع زیستی (Bioaccumulation) عناصر آلاینده و فوق سمی در بافت آبزیان به خصوص ماهیان شده و به دلیل وارد شدن در زنجیره غذایی می تواند سلامت و بهداشت مصرف کنندگان را به مخاطره انداخته و سبب بروز انواع بیماریهای خونی، عصبی و حتی ژنتیکی گردد. (فتح الهی دهکردی، ۱۳۸۲) یکی از گونه های بومی تالاب انزلی اردک ماهی است که به علت گوشت مطبوعی که دارد از دیرباز مورد توجه مردم محلی

و صیادان قرار گرفته است. اردک ماهی شکارچی بسیار قوی است و از طیف بسیار وسیعی از طعمه ها استفاده می کند بنابراین این گونه پتانسیل بیشتری در تجمع آلاینده ها از جمله فلزات سنگین دارد. (Imanpour Namin, 2011) در زمینه اندازه گیری فلزات سنگین در ماهیان مطالعات زیادی صورت گرفته است که می توان به اشجع اردلان و همکاران (۱۳۸۸)، بندانی و همکاران (۱۳۸۹)، الصاق (۱۳۸۹)، ابراهیمی سیریزی و همکاران (۱۳۹۱)، پناهنده و همکاران (۱۳۹۱)، خراسانی و همکاران (۱۳۹۲)، شریعتی و همکاران (۱۳۹۲) اشاره نمود.



شکل ۱: موقعیت ایستگاههای مطالعاتی تالاب انزلی

## مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق تالاب بین المللی انزلی میباشد. این تالاب در ساحل جنوبی دریای خزر ۲۸° ۳۷' باعرض شمالی و ۴۹° ۲۵' طول شرقی در استان گیلان واقع شده است. (Sadeghirad, 1997) در این تحقیق ۳۰ عدد اردک ماهی در سال ۱۳۹۱ با قایق و تور گوشگیر از سه ایستگاه تالاب انزلی (آبکنار، هندخاله، شیجان) (شکل ۱) صید شدند. سپس نمونه ها تخلیه شکمی، پوست کنی و فیله گردیدند. آنگاه فیله های بافت عضله ماهی هر ایستگاه توسط دستگاه استخوان گیر بصورت هموزن درآمد. برای سنجش عناصر کادمیوم، نیکل و روی حدود ۲۰-۳۰ گرم از نمونه هموزن شده ماهی در دمای ۵۵- درجه سیلیسیوس به مدت ۱۰ ساعت در دستگاه فریزدرایرمدل CHRIST-LCG آلمان کاملاً خشک گردید

گردید. سپس نمونه های آماده شده و پس از هم زدن و یکنواخت شدن محلول به دستگاه تزریق و مقادیر جذب و غلظت قرائت گردید. پس از آنکه نرمال بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون Kolmogorov – Smirnov مشخص گردید تجزیه و تحلیل آماری داده های حاصله با نرم افزار SPSS-17 انجام پذیرفت. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین گروه های مورد آزمایش از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مشخص کردن اختلاف بین میانگین ها در صورت معنی دار بودن گروه های مورد آزمایش آزمون Tukey در سطح معنی داری ( $P < 0.05$ ) استفاده گردید. برای رسم شکلها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

### نتایج

در این مطالعه ترتیب میزان تجمع فلزات در بافت خوراکی عضله اردک ماهی در سه ایستگاه (غرب، مرکزی و شرق) به صورت روی < نیکل < کادمیوم بدست آمد که این روند افزایشی با توجه به آزمون on sample T-test در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد معنی دار است ( $< 0.05$ ). (p)

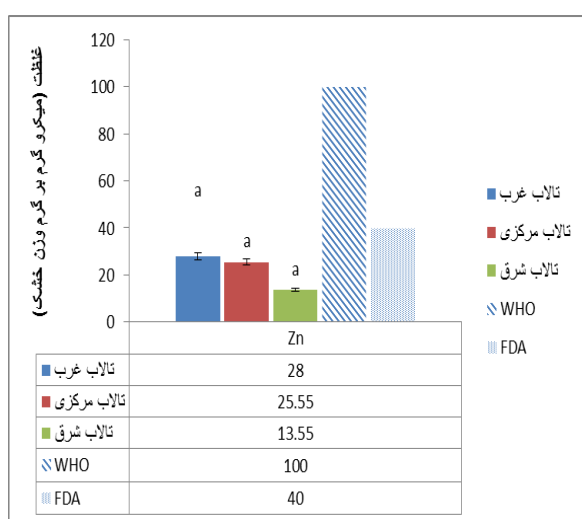
### کادمیوم

نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، نشان می دهد که غلظت کادمیوم در بافت عضله اردک ماهی بین ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت. ( $p > 0.05$ ). میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) غلظت فلز کادمیوم در اردک ماهی تالاب غرب برابر  $0.07 \pm 0.05$  و در تالاب مرکزی  $0.01 \pm 0.09$  و تالاب شرق  $0.09 \pm 0.09$ ، میکرو گرم بر گرم وزن خشک مشاهده شد. در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی  $WHO = 0.2$  سازمان غذا و داروی آمریکا  $= 1$  FDA در هر سه منطقه میزان سمیت کادمیوم پایین تر از حد مجاز مشاهده شده است. (شکل ۱)

نمونه ها با استفاده از آسیاب برقی کاملاً نرم و یکدست شدند. هضم شیمیایی نمونه ها با روش هضم تر و مخلوط اسید ( $HNO_3/HClO_4$ ) صورت گرفته است. سپس نمونه های هضم شده را بعد از سرد شدن توسط کاغذ صافی (واتمن شماره ۴۲) صاف نموده و با استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر شده در بالن های حجمی به حجم ۲۵ سی سی رسید. نمونه ها داخل بطریهای پلی اتیلنی که دارای برجسب کد نمونه است ریخته شد. محلول بدست آمده به دستگاه تزریق و مقدار جذب و غلظت هر یک از فلزات سنگین کادمیوم، نیکل و روی توسط دستگاه جذب اتمی شعله کمپانی ژاپن SHIMADZU مدل AA/680 خوانده شد. (Roger, 1994, MOOPAM, 1999) جهت کشیدن خط کالیبراسیون، از محلولهای استاندارد با غلظتهای مختلف که از محلول استاندارد مادر (stock standard) باغلظت 1000 ppm تهیه شده بودند استفاده شد. کلیه مواد آزمایشگاهی مورد نیاز نیز با درجه خلوص بالا از شرکت Merck آلمان تهیه گردید. به منظور تایید صحت روش کار و اطمینان از روش آماده سازی از نمونه های ماهی، از روش افزودن استاندارد (Standard addition) و درصد بازیابی (recovery percentage) استفاده شد. در این تحقیق ۱۰ میلی لیتر محلول استاندارد فلزات مورد سنجش با دو غلظت متفاوت (بر حسب پی پی ام) تهیه و به نمونه آزمایش اضافه شد. شایان ذکر است که دو نمونه بصورت مشابه و در شرایط یکسان تهیه شدند و فقط به یکی از آنها محلول استاندارد اضافه شد، آنگاه غلظت هر کدام جداگانه تعیین و درصد بازیابی فلزات مورد مطالعه محاسبه گردید. نتایج افزایش استاندارد به نمونه های ماهی و درصد بازیابی فلزات سنگین ( $92/8-98/3$ ) نشان داد که روش مورد استفاده برای تعیین فلزات سنگین مورد مطالعه از اطمینان کافی برخوردار بوده است. توضیح اینکه استاندارد مورد استفاده در این روش برای محاسبه در صد بازیابی و منحنی کالیبراسیون از استاندارد مرجع (Standard Reference materials (SRM) بوده است. برای این کار ابتدا غلظت های مختلف استاندارد هر فلز به تعداد ۶ استاندارد ساخته و پس از تزریق به دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون هر کدام از فلزات مورد اندازه گیری رسم

## روی

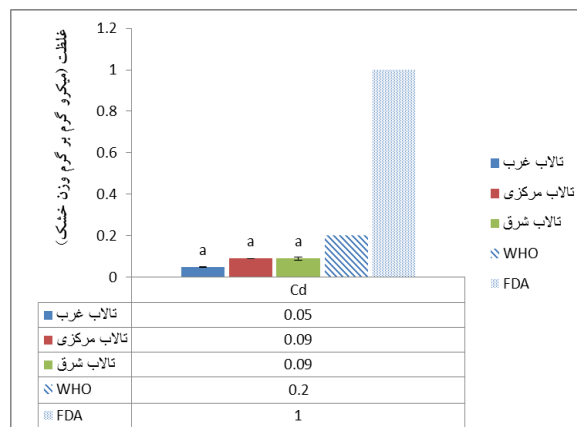
نتایج نشان داد غلظت روی در بافت عضله اردک ماهی بین ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت. ( $p > 0.05$ ) میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) غلظت فلز روی در اردک ماهی تالاب غرب، مرکزی و شرق به ترتیب  $9/61 \pm 11/28, 52 \pm 21/25, 49/55 \pm 13/55$  میکرو گرم بر گرم وزن خشک بود. در مقایسه با استاندارد  $100 = WHO$  و  $40 = FDA$  در هر سه ایستگاه زیر حد مجاز می باشد (شکل ۳)



شکل ۳: مقایسه میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) میزان تجمع روی در بافت خوراکی اردک ماهی صید شده از ۳ ایستگاه تالاب انزلی ( $p > 0.05$ )

## بحث

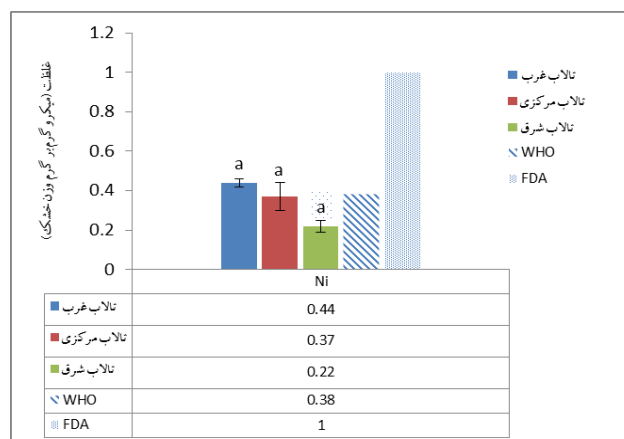
در تحقیق انجام شده مشخص شد که بصورت کلی تجمع فلز روی در بافت خوراکی عضله نسبت به فلزات نیکل و کادمیوم بیشتر است. حسن پور و همکاران (۱۳۹۳) غلظت فلزات روی و کادمیوم را در بافت خوراکی عضله ماهی سفید تالاب میانکاله مطالعه نمودند. در این بررسی نتایج میانگین غلظت فلزات مورد مطالعه به صورت روی < کادمیوم بدست آمد. Safiur Rahman و همکاران در سال ۲۰۱۲ سطوح فلزات سنگین (Cd, Ni, Zn) و ارزیابی خطر آن در عضله برخی ماهیان خوراکی رودخانه Bangshi بنگلادش بررسی نمودند. در این مطالعه روند تجمع فلزات بر مبنای غلظت آنها بصورت روی < نیکل < کادمیوم گزارش شد. Javed (۲۰۱۰)،



شکل ۱: مقایسه میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) میزان تجمع کادمیوم در بافت خوراکی اردک ماهی صید شده از ۳ ایستگاه تالاب انزلی ( $p > 0.05$ )

## نیکل

با توجه به نتایج بدست آمده غلظت نیکل در بافت عضله اردک ماهی بین ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشت. ( $p > 0.05$ ) میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) غلظت فلز نیکل در اردک ماهی تالاب غرب، مرکزی و شرق به ترتیب  $0/38 \pm 0/44$ ،  $0/37 \pm 0/07$ ،  $0/3$  میکرو گرم بر گرم وزن خشک بود. در مقایسه با استاندارد  $100 = WHO$  میزان سمیت نیکل در نمونه تالاب غرب بیشتر و در نمونه تالاب مرکزی نزدیک حد مجاز مشاهده گردیده است و در مقایسه با استاندارد  $1 = FDA$  هر سه ایستگاه زیر حد مجاز می باشد (شکل ۲)



شکل ۲: مقایسه میانگین ( $\pm$ خطای استاندارد) میزان تجمع نیکل در بافت خوراکی اردک ماهی صید شده از ۳ ایستگاه تالاب انزلی ( $p > 0.05$ )

سطح تجمع نیکل در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی در اردک ماهی تالاب مرکزی نزدیک و در نمونه تالاب غرب بیشتر از حد مجاز مشاهده شد. بنابراین ضرورت دارد بر منابع تولیدکننده این فلز در حوضه اطراف تالاب و رودخانه های ورودی آن نظارت بیشتری صورت گیرد. با توجه به این که یکی از منابع اصلی ورود این فلز به محیط های آبی، تأسیسات صنعتی، فاضلاب های حاصل از دفن زباله، سوخت های فسیلی و ضایعات شهری هستند. Campbell (2000) نشان داد که فلز نیکل در ماهیان شکارگر تجمع بیشتری دارد. از میان فلزات سنگین فلزاتی مانند نیکل، جزء فلزات غیر ضروری هستند به این مفهوم که برای متابولیسم بدن مورد نیاز نیستند و حتی مقادیر کم آن ها نیز برای بدن مضر است. اما دسته دیگر فلزات سنگین عناصری هستند که به مقدار کم برای بدن مورد نیازند و در واقع مقادیر بالاتر از حد استاندارد آن ها می تواند منجر به اثرات سوء گردد که روی از این دسته می باشد. (ابراهیمی سیریزی و ساکی زاده، ۱۳۹۱). دوز مصرف کادمیوم، نیکل و روی در انسان بر اساس مطالعات EPA (آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا) به ترتیب ۰/۰۰۱، ۰/۰۲، ۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم در روز گزارش شده است. (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱) پیشنهاد می گردد فعالیتهای انسانی در حاشیه تالاب و چگونگی برداشت از ذخایر غیر زیستی تالاب شناسایی و بازدید مستمر از مراکز صنعتی و سنجش و ارزیابی مواد آلاینده در پساب آنها صورت گیرد. همچنین باید تحقیقات جامع بر روی رودخانه های حوضه آبریز تالاب و برآورد سالیانه آلاینده ها به تالاب از طریق رودخانه ها انجام گیرد.

### تشکر و قدردانی

نهایت تشکر و سپاس از همکاریهای صمیمانه دکتر جلیلی، دکتر بهمنش، مهندس زلفی نژاد، مهندس بابائی، مهندس زارع، مهندس رفیع پور، مهندس وطن دوست در خلال انجام این تحقیق و همچنین از کارشناسان مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان و پژوهشکده آبری پروری جهت کمکهای بی دریغشان تشکر و قدردانی می گردد.

تجمع فلزات سنگین (نیکل، کادمیوم و روی) را در سه گونه از ماهیان تجاری مهم (*Channa punctatus*) قرار دادند. در این مطالعه فراوانی فلزات بر مبنای غلظت آنها بصورت روی < نیکل < کادمیوم تعیین شده است. Kumar و Mukherjee (۲۰۱۱) فلزات سنگین (نیکل، کادمیوم و روی) ۳۵ نمونه عضله ماهی سواحل تالاب کولکاتا آنالیز نمودند. نتایج نشان داد که ترتیب کاهشی فلزات بصورت  $Zn > Ni > Cd$  می باشد که بررسی های ذکر شده با نتایج این تحقیق هماهنگی دارند. تجمع بالای فلز روی را میتوان به نقش مهم آن در فرآیندهای آنزیمی، تنفسی و فرآیندهای متابولیسمی آبزیان و همچنین منشا زمین شناسی و حضور طبیعی این عنصر ارتباط داد. از طرفی میزان دفع فلز روی نسبت به میزان تجمع زیستی آن، بسیار آهسته می باشد. Tekin-Ozan, (2005 - حسن پور و همکاران، ۱۳۹۳). Evans و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعاتشان نشان دادند که ماهیان با رژیم غذایی مختلف، تفاوت آشکاری را در میزان تجمع آلاینده ها نشان می دهند که دلیل آن را می توان در متغیرهای بیولوژیکی، پارامترهای محیطی، فیزیولوژی و زیستگاه ماهی جستجو نمود. اثر رژیم غذایی بر روی میزان آلودگی در ماهیان شکارگر توسط Voigt و Kidwell مطالعه و گزارش شد که ماهیان شکارگر در مقایسه با ماهیان غیر شکارگر تمایل بیشتری به تجمع فلزات دارند. اردک ماهی نیز شکارچی بسیار قوی است و از طیف بسیار وسیعی از طعمه ها استفاده می کند. (ابراهیمی سیریزی و ساکی زاده، ۱۳۹۱). به همین دلیل این گونه پتانسیل بیشتری در تجمع آلاینده ها از جمله فلزات سنگین دارد. براساس نتایج بین میزان تجمع فلزات در بافت خوراکی عضله اردک ماهی در ایستگاههای مورد مطالعه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. نتایج تحقیق کنونی با استانداردهای مجاز تعیین شده فلزات سنگین FDA و WHO مقایسه شده است. (Chen & Chen, 2001 & WHO, 1996 & WHO, 1985) غلظت کادمیوم و روی در بافت خوراکی عضله گونه مورد مطالعه هر سه ایستگاه کمتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواروبار جهانی مشاهده شد. در این مطالعه

## منابع

- الصاق، ا.، ۱۳۸۹، تعیین برخی فلزات سنگین در عضلات ماهی سفید و کپور معمولی جنوب مرکزی دریای خزر. نشریه دامپزشکی، شماره ۸۹.
- ابراهیمی سیریزی، ز. و ساکی زاده.م.۱۳۹۱. بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی دریافت عضله اردکی ماهی تالاب بین المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. دوره بیست و دوم شماره ۸۷.
- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱، آلاینده ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر.
- اشجع اردلان، آ.، سهرابی، م.، میرحیدری، س. و عبدالله بیگی، ع.، ۱۳۸۸. بررسی میزان جیوه، سرب، روی و مس در بافت عضله و کبد ماهی سوف حاجی طرخان در دو ناحیه آبکنار و شیجان از تالاب انزلی در فصل بهار. پژوهش های مجله علوم و فنون دریایی.
- بندانی، غ.، رستمی، ح. و یلقی، س.، ۱۳۸۹. سطح فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، کروم و روی) در بافت عضله و کبد ماهی کپور (*Cyprinus carpio* L., 1758). سواحل استان گلستان. مجله علمی شیلات ایران سال نوزدهم / شماره ۴.
- پناهنده، م.، منصوری، ن.، خراسانی، ن.، کرباسی، ع. و ریاضی، ب.، ۱۳۹۱. تخمین مواجهه و خطر بالقوه ناشی از مصرف اردک ماهی (*Esox lucius*)، شاه کولی (*Chaleaiburnus*) و کپور محلی (*Cyprinus carpio*) حاوی سه فلز سرب، کادمیوم و کروم در بومیان حاشیه تالاب انزلی. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸۳-۹۰، ۱۶(۵).
- حسن پور، م.، رجایی، ق.، کریمی، م.، فردوسیان، ف. و مقصود لو راد، ر.، ۱۳۹۳. تعیین غلظت و ارزیابی خطر غذایی فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی ناشی از مصرف ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) در تالاب بین المللی میانکاله. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۱۸۱-۱۷۱، ۲۴(۱۱۱).
- خراسانی، ن.، حسینی، س.، پور باقر، ه. و حسینی، و.، ۱۳۹۲. اندازه گیری برخی فلزات سنگین در ماهی
- شوریده *Otolithes ruber*، مطالعه موردی بندر ماهشهر. نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۶. شماره ۲.
- شریعتی، ف. و شریعتی، ش.، ۱۳۹۲. فلزات سنگین و متالوتیونین در ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) دریای خزر. شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران- مهر ۱۳۹۲.
- فتح الهی دهکردی، ف.، ۱۳۸۲، بررسی عملکرد سیستم تالاب انزلی در کاهش و حذف آلاینده های شهری، صنعتی، کشاورزی- دانشگاه اصفهان- پایان نامه کارشناسی ارشد، مهندسی محیط زیست. ۸۲ صفحه.
- Campbell, K., 2000. Concentrations of heavy metals associated with urban runoff in fish living in storm water treatment ponds. Arch Environ Con Tox, 27(3), 352-356.
- Carvalho, M.L., Santiago, S. and Nunes, M. L., 2005. Assessment of the essential element and heavy metal content of edible fish muscle. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 382, 426-428
- Chen, Y.C. and Chen, M.H., 2001. Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis, 9, 107-114.
- Evans, Ms., Lockhart, W.I., Doetzel, L., Low, G., Muir, D. and Kidd, K., 2005. Elevated mercury concentration in fish in lakes in the Mackenzie River basin: The role of physical, chemical and biological factors. Sci Total Environ; pp. 351-352: 479-500.
- Humtsoe. N., Davoodi, R., Kulkarni, B.G. and Chavan, B., 2007. Effect of arsenic on the enzymes of the rohu carp, *Labeo rohita*. The Raffles Bulletin of Zoology, 14, 17-19.

- Imanpour Namin, J., Mohammadi, M., Heydari, S. and Monsef Rad, F., 2011.** Heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in tissue, liver of *Esox lucius* and sediment from the Anzali international lagoon- Iran. Caspian Journal Environment Science, 9(1), 1-8.
- Javed, M., 2010.** Accumulation of heavy metals in fishes: A human health concern. International Journal of Environmental Science. Volume 2, No 2.
- Kidwell, J.M., Phillips, L.J. and Birchard, G.F., 1995.** Comparative analyses of contaminant levels in bottom feeding and predatory fish using the national contaminant biomonitoring program data. Bull Environ Con Tox, 54(6), 919-923.
- Kumar, B. and Mukherjee, P., 2011.** Bioaccumulation of heavy metals in muscle tissue of fishes from selected aquaculture ponds in east Kolkata wetlands. Annals of Biological Research, ISSN 0976-1233.
- Mendil, D., Uluozlu, O.D., Hasdemir, E., Tuzen, M., Sari, H. and Suicmez, M., 2005.** Determination of trace metal levels in seven fish species in lakes in Tokat. Turkey. Food Chemistry, 90, 175-179.
- MOOPAM, 1999,** Manual of oceanographic observation and pollution analysis methods. ROPME-Kuwait.
- Roger, N.R., 1994.** Environmental analysis, John Wiley and Sons, New Yourk, USA, 263P.
- Sadeghirad, M., 1997.** Heavy metal determination in fish species of Anzali lagoon. Iran J Fish Sci, 5(4), 1-16 (Persian).
- Safiur Rahman, M., Hossain, S. and Narottam, R., 2012.** Study on heavy metals levels and its risk assessment in some edible fishes from Bangshi River, Savar, Dhaka, Bangladesh. Food Chemistry, 134, 1847-1854.
- Sertaj, M., Fatollahi, F. and Filizadeh, Y., 2005.** An Investigation of the evolution of distribution and accumulation of heavy metals (Cr, Ni, Cu, Cd, Zn and Pb) in Anzali Wetland's sediments. Iranian Journal Natural Research. Vol. 58, No. 3.
- Tekin-Ozan, S. and Kiv, I., 2005.** Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (*Tinca tinca* L. 1758) and plerocercoids of its endoparasite *Ligula intestinalis*. Parasitol Res, 97, 156-159.
- Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe Y. and Akyurt I, 2005.** Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. Food chemistry, 91, 167-172.
- Voigt, H.R., 2004.** Concentrations of mercury (Hg) and cadmium (Cd), and the condition of some coastal Baltic fishes. Environmentalica Fennica, 21, 1-26.
- WHO (World Health Organization), 1996.** Health criteria and other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed, Geneva. 2,31-388.

## Heavy metals (Cd, Ni and Zn) concentrations in the edible muscle tissue of Pike perch (*Esox lucius*) from Anzali Wetland

Ahmadi M.<sup>1</sup>; Khanipour A.A.<sup>2\*</sup>; Abolghasemi S.J.<sup>1</sup>

\* Ahmadimina64@yahoo.com

1- Department of Fisheries, Talesh Branch, Islamic Azad University, Talesh, Iran.

2-Inland waters Aquatics Resources Research Center, Anzali, Iran

**Key words:** Cd, Zn, Ni, pike, Anzali Wetland, edible tissue

### Abstract

Pike (*Esox lucius*) is a native species in Anzali Wetland and has been considered for its flesh. This study was carried out to compare the rate of accumulation and concentration of heavy metals such as cadmium, nickel and zinc in edible muscle tissue of pike at three stations (west, center and east) of Anzali wetland in 2012. Ten fishes were randomly caught by gillnet from different stations in standard weights. After removal of the tissue samples, for chemical digestion through mixed acid digestion ( $\text{HNO}_3 / \text{HClO}_4$ ) was performed on samples. Heavy metal concentrations were measured using flame atomic absorption spectrophotometer. The average concentration of cadmium in pike in western station was 0.05 and in eastern and central part of wetland was 0.09 ( $\mu\text{g/g}$  dry weight), Mean concentrations of nickel metal in west, center and east, were 0.44, 0.37 and 0.22 ( $\mu\text{g/g}$  dry weight), Average concentrations of zinc in western, central and eastern part of wetland were 28, 25.55 and 13.55 ( $\mu\text{g/g}$  dry weight) respectively. In this study, concentrations of cadmium, nickel and zinc in edible muscle tissue of pike did not show significant differences between stations ( $P > 0.05$ ). The cadmium, nickel and zinc standards in American Food and Drug Administration (FDA), World Health Organization (WHO) were compared. The results showed that toxicity of nickel in samples of central was near but in western part was more than the permissible limit compared with the standard WHO = 0.38, therefore consumption of this fish could be a warning of a threat to the health of these fish in vulnerable groups of society.

---

\*Corresponding author