بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، جیوه و کادمیوم) در بافت عضله و پوست ماهی صبور *Tanoalosa ilisha* در استان خوزستان

سپیده رحیمی و سحر جلیلی*

گروه شیلات و فرآوری آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۱۵

چکیده

در این مطالعه به بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، جیوه وکادمیوم) در بافت عضله و پوست ماهی صبور *Tanoalosa ilisha* در استان خوزستان (رودخانه کارون، رودخانه اروند رود، بحرکان) پرداخته شده است. بدین منظور اقدام به نمونه گیری از ماهیان صبور با استفاده از تور صیادی گوشگیر گردید. پس از صید ماهیان بصورت کاملاً تصادفی و درون یخ به سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، بیشترین میزان غلظت عناصر سنگین مورد ارزیابی در این تحقیق در ایستگاه بحرکان و کمترین میزان غلظت فلزات در ایستگاه اروندرود می باشد. بطور کلی غلظت فلز نیکل موجود در عضله ماهی صبور در ایستگاه کارون ۰/۱۱۵b±۱/۱۶۲و اروندرود ۰/۰۹۵c±۰/۹۰۸ بالاتر از حد مجاز FDA است. اما فلز نیکل موجود در پوست ماهی صبور در هر سه ایستگاه بحرکان، کارون و اروند به ترتیب ۰/۲۱۹a±۱/۹۰۱ . ۰/۲۲۱b±۱/۵۵۸و۰/۱۵۵b±۱/۲۲۲ می باشد که بالاتر از حد مجاز است. در رابطه با فلز کادمیوم نیز مقادیر موجود در بافت عضله در ایستگاه بحرکان و کارون به ترتیب ۰/۰۸۲a±۰/۵۴۷ ۰/۰۵۰b±۰/۴۲۱ بالاتر از حد مجاز WHO و پایین تر از حد مجازFDA است، اما مقادیر موجود در ایستگاه اروند رود۰/۰۱۳c±۰/۲۸۵ پایین تر از حد مجاز WHO و FDA بود. اما میزان کادمیوم موجود در پوست ماهیان صبور هر سه ایستگاه به ترتیب۰/۱۰۶a±۰/۶۴۸ و ۰/۰۷۷b±۰/۴۹۴ و ۰/۰۰۹c±۰/۳۴۰ بالاتر از حد استاندارد WHO و پایین تر از حد استانداردFDA بود. میزان تجمع فلز جیوه در بافت پوست و عضله ماهی صبور در هر سه ایستگاه پایین تر از حد مجاز FDA وFAO بدست آمد.

واژگان کلیدی: ماهی صبور، فلزات سنگین، خوزستان، آلودگی

---

*نگارنده پاسخگو: sahar.jalili2005@gmail.com

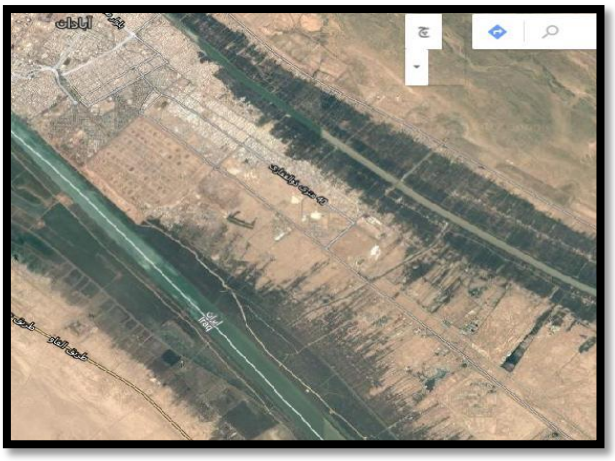
مقدمه

رودخانه‌ها و آب‌های جاری، از دیرباز موردنیاز و توجه جوامع بشری بوده‌اند و برای بهره بردن از منابع آب مناسب، شهرها و مراکز صنعتی و کشاورزی معمولاً در نزدیکی رودخانه‌ها بر پا شده‌اند. با گذشت زمان و گسترش این جوامع و به تبع آن افزایش استفاده از منابع آبی، دخل و تصرف غیرطبیعی و تغییر شرایط کیفی آب رودخانه‌ها افزایش پیداکرده است. رشد جمعیت و آلودگی‌های ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل‌های دفع زباله، رواناب‌های سطحی باعث گسترش آلودگی و محدودتر شدن منابع آب‌شده‌اند(Samadi *et al*., 2015). یکی از عوامل آلوده کننده ی آب سدها و رودخانه ها، عناصر بالقوه ی سمی‌اند که می توانند منشاء زمین زاد یا انسان زاد داشته باشند. عناصر بالقوه ی سمی و فلزات سنگین در محیط های آبی معمولاً به صورت محلول در آب یا کلوئیدی نمایان می شوند که می توانند در رسوبات رودخانه تجمع و در ارگانیزم ها ذخیره شوند. (Salomons, 2005). فلزات سنگین از آلاینده‌های مهم محیط‌های طبیعی می‌باشند، زیرا به دلیل سمیت، پایداری و عدم تجزیه‌ی بیولوژیکی، این عناصر تمایل زیادی به تجمع در موجودات آبزی دارند و در بافت-های نرمتنان، دوکفه‌ای‌ها و ماهیان تجمع می‌یابند، با تغذیه‌ی دیگر موجودات از این آبزیان، گسترش آلایندگی به سطوح بالاتر و بالاخره به انسان که در رأس زنجیره‌های غذایی قرار دارد، می‌رسد و در بسیاری موارد سلامتی را تهدید می‌نماید (Mojtahid *et al*., 2008). فعالیت‌های مختلف انسانی باعث ورود این آلاینده‌ها به اکوسیستم می-شوند. این عناصر از راه تخلیه‌ی مستقیم و یا به طور غیر مستقیم توسط رواناب‌های ناشی از باران و همچنین از طریق اتمسفر وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شوند (Szalinska *et al*., 2006). از جمله منابع عمده‌ی ورود مستقیم فلزات سنگین به اکوسیستم‌های آبی، پساب‌ها و فاضلاب‌های صنعتی، شهری، رواناب‌های کشاورزی، فعالیت‌های قایق‌رانی و معدن‌کاوی است (چراغی، ۱۳۹۰).

ماهی‌ها شاخصی مناسب برای ارزیابی آلودگی محیط های آبی است(Moiseenko *et al*., 2008؛ Yim *et al*., 2005) ، زیرا ماهی ها آلاینده ها را هم بصورت مستقیم و هم از طریق رژیم غذایی دریافت و در بافت های خود انباشته می کنند (Sayg & Yigit, 2012). طی فرآیند بزرگنمایی زیستی، غلظت آلاینده ها در ماهی حداقل یک میلیون بار از آب های احاطه کننده‌ی آن ها بیشتر است. ماهی و محصولات مرتبط با آن با اینکه کمتر از ۱۰ درصد از رژیم غذایی را تشکیل می دهند، یکی از مسیرهای اصلی ورود آلاینده ها به بدن انسان بشمار می روند(شاکری و همکاران، ۱۳۹۴). ماهی صبور (*Tenualosa ilisha*) از خانواده شگ ماهیان بوده و از جمله ماهیان مهاجر آب های گرمسیری و نیمه گرمسیری است که مسافت های زیادی از رودخانه را برای تخمریزی طی می نماید. میزان صید ماهی صبور در جهان بیش از ۲۸۱/۰۰۰/۰۰۰ تن بوده که مرکز عمده صید آن، اقیانوس هند می باشد. با توجه به اهمیت این ماهی در اقتصاد شیلاتی کشورهای سواحل اقیانوس هند، محققان این منطقه به ویژه در کشورهای هند، بنگلادش و پاکستان مطالعات زیادی تاکنون در مورد آن به عمل آورده اند(محمدی و همکاران، ۱۳۸۴). میزان صید این گونه در استان های ساحلی جنوبی حدود ۵۴۴۱ تن بوده و بیش از ۸۵ درصد آن در صید آن در استان خوزستان (۴۳۶۷ تن) انجام می گیرد و حدود ۹/۵ درصد میزان صید کل استان خوزستان (۴۵۷۰۷ تن) را ماهی صبور تشکیل می دهد(سازمان شیلات ایران، ۱۳۸۶). هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی میزان فلزات سنگین کادمیوم، نیکل و جیوه در پوست و عضله ماهی صبور در خوزستان و مقایسه آن با استانداردهای بین المللی می باشد.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر در سه منطقه واقع در استان خوزستان انجام شده است. منطقه اول شامل بخشی از رودخانه کارون در محدوده شهرستان خرمشهر شکل(۱)، منطقه دوم شامل بخشی از رودخانه اروند رود در محدوده شکل(۲) و منطقه سوم شامل بخشی از بحرکان شکل (۳) انجام گردید. موقعیت تمامی ایستگاه‌ها توسط دستگاه GPS تعیین شد.



شکل۱- نقشه ی ماهواره ایی ایستگاه کارون

شکل۲- نقشه ی ماهواره ایی ایستگاه اروندرود

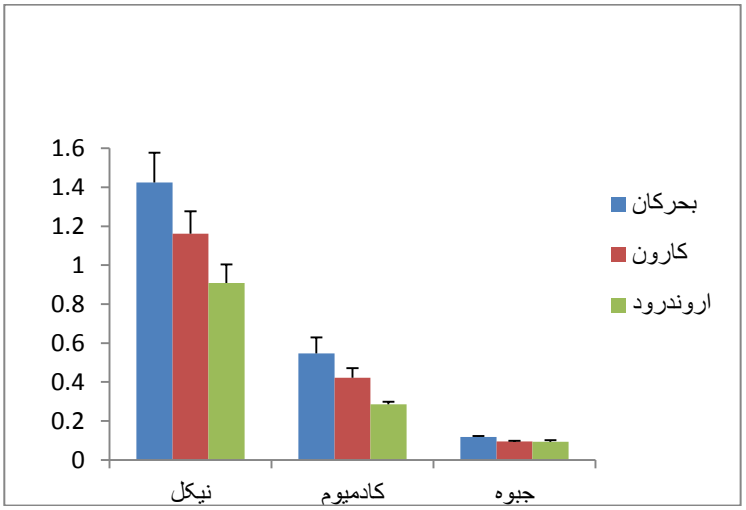
شکل ۳- نقشه ی ماهواره ایی ایستگاه بحرکان

از هر ایستگاه تعداد ۱۰ ماهی صید گردید . نمونه های ماهی پس از صید بلافاصله در پلاستیک قرار داده شده و تا هنگام انتقال به آزمایشگاه در یخ نگهداری و پس از آن تا زمان شروع عملیات هضم و اندازه گیری در فریزر $-20^{\circ}C$ صنعتی نگهداری شدند. در این مطالعه بافت نرم عضله و پوست ماهیان صید شده مورد آزمایش قرار گرفتند(Alcivar-Warren *et al.*, 2006). پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، نمونه های ماهی هر ایستگاه به صورت جداگانه به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ توزین و با استفاده از کولیس و تخته بیومتری عملیات زیست سنجی صورت گرفت. پس از جداسازی عضله و پوست ماهیان هر ایستگاه، نمونه های مورد نظر در ظروف آلومینیومی قرار داده شده و به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه قرار داده شدند. نمونه ها پس از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از زمان مورد نظر وزن شده و پس از رسیدن به وزن ثابت از آون خارج شدند. پس از آن نمونه های مورد نظر به صورت جداگانه در هاون چینی به صورت کامل خُرد و به حالت پودر در آمدند. به منظور هضم شیمیایی نمونه های هر ایستگاه (به ازای هر ایستگاه ۱۰ نمونه عضله و پوست) ، ابتدا با توجه به وزن خشک هر نمونه، مقدار ۰/۵ گرم از آن در ظروف۱۰۰ میلی لیتری ریخته شد. سپس به هر یک از نمونه های فوق، مقدار ۵ میلی لیتر نیتریک اسید غلیظ اضافه شده و دهانه آن با ورقه آلومنیومی پوشانده شد. پس از آن به مدت ۲۴ ساعت نگه داشته و سپس از محلول ۳ به ۱ کلریدریک اسید به نیتریک اسید به مقدار ۱۰ میلی لیتر اضافه نموده و ظروف را به مدت ۴ ساعت بر روی هیتر در دمای ۸۵ درجه قرار داده شد. محلول حاصل را از کاغذ صافی عبور داده و با آب مقطر دو بار تقطیر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. در پایان محلول جهت قرائت به وسیله دستگاه جذب اتمی آماده شد. در دستگاه از هر نمونه سه بار قرائت شده و میانگین آن ثبت گردید. در نهایت با استفاده از نرم افزار spss نسخه ۱۶برای مقایسه تراکم فلزات سنگین در سه ایستگاه نمونه برداری از آزمون t مستقل، همچنین برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی داربین گروه ها به کمک آنالیز واریانس یک طرفه One-Way Anova مقایسه گردید. برای بررسی میزان اختلاف میانگین ها در صورت معنی دار بودن گروه ها از آزمون Tukey استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی صبور

نتایج مقایسه مقدار فلزات سنگین دربافت عضله ماهی صبور *Tenoalosa ilisha* در سه ایستگاه مورد نظر نشان داد که بیشترین میزان تجمع نیکل در بافت عضله ماهیان منطقه بحرکان و کمترین میزان تجمع آن در بافت عضله ماهیان منطقه اروندرود بود. همچنین داده های حاصل از آنالیز واریانس نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین مقادیر نیکل در هر سه ایستگاه بود($p<0/05$). بیشترین میزان تجمع فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی صبور متعلق به ماهیان صید شده از ایستگاه بحرکان و کمترین میزان تجمع آن متعلق به ماهیان صید شده از ایستگاه اروندرود بود. مقدار این فلز در ایستگاه های مختلف دارای اختلاف معنی داری بود($p<0/05$). همچنین نتایج ارزیابی جیوه نشانگر این بود که اختلاف معنی داری میان میزان تجمع جیوه در بافت عضله ماهیان صبور صید شده از ایستگاه های مختلف وجود نداشت. در این میان بیشترین میزان تجمع فلز سنگین در بافت عضله ماهی صبور در هر سه ایستگاه متعلق به فلز نیکل و کمترین میزان تجمع متعلق به فلز جیوه می باشد(شکل۴).



شکل۴- مقایسه ایستگاه های مختلف از نظر میزان فلزات سنگین موجود در عضله

جدول۱- مقایسه حداقل و حداکثر میزان هر فلز در عضله ماهی صبور با استاندارد های بین المللی

فلز سنگین	حداقل و حداکثر میزان			FDA WHO FAO
	بحرکان	کارون	اروندرود	حدود استاندارد
نیکل	۱/۵۹-۱/۲۹	1/29-1/08	1/0-0/81	1
کادمیوم	0/64-0/48	0/48-0/39	0/30-0/27	0/2- 1
جیوه	0/12-0/11	0/10-0/09	0/1-0/08	0/1-0/5

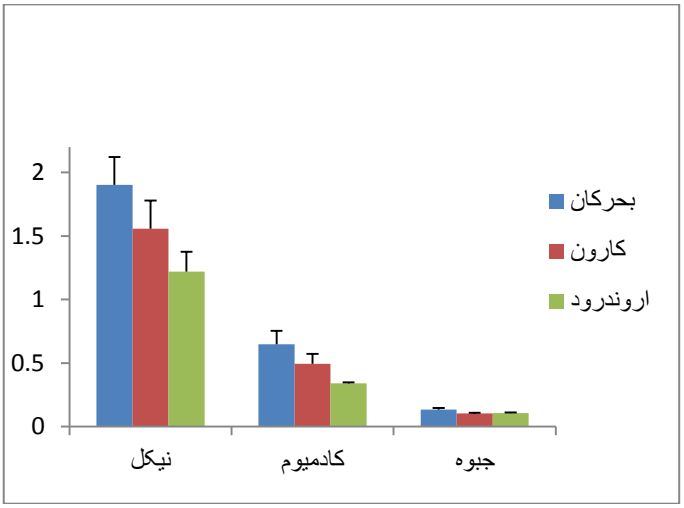
❖ مقادیر برحسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک

در جدول (۱) میزان حداقل و حداکثر هر فلز در ایستگاه های مورد نظر با استاندارد های بین المللی مقایسه شده است. طبق نتایج بدست آمده مقدار فلز نیکل در بافت عضله ماهی صبور در دو ایستگاه بحرکان و کارون بالاتر از حد مجاز FDA می باشد، اما در منطقه اروندرود پایین تر از حد استاندارد می باشد. مقدار فلز کادمیوم نیز در هر سه ایستگاه پایین تر از حد استاندارد FDA می باشد. اما از حد استاندارد تعیین شده توسط WHO بالاتر می باشد. نتایج بدست آمده از فلز جیوه نشان می دهد مقادیر این فلز در هر سه ایستگاه پایین تر از حد مجاز تعیین شده توسط FAO,WHO ,FDAمی باشد.

نتایج حاصل از تجمع فلزات سنگین در بافت پوست ماهی صبور

نتایج حاصل از ارزیابی تجمع فلزات سنگین در بافت پوست ماهیان صبور صید شده از ایستگاه های مختلف نشان می دهد که بیشترین میزان فلز کادمیوم در بافت پوست ماهی صبور مربوط به ماهیان صید شده از ایستگاه بحرکان و کمترین میزان تجمع آن مربوط ایستگاه اروندرود می باشد. همچنین بین مقادیر فلز کادمیوم در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد($p<0/05$). اما در مورد فلز جیوه بیشترین مقدار مربوط به ایستگاه بحرکان و کمترین مقدار مربوط به ایستگاه کارون می باشد. و بین مقادیر مختلف این فلز در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد.($p<0/05$). در این میان بیشترین میزان تجمع فلز سنگین در هر سه ایستگاه متعلق به فلز نیکل و

کمترین میزان تجمع مربوط به فلز جیوه بود. همچنین بین ایستگاه های کارون و اروند رود در میزان تجمع فلزات سنگین به استثناء کادمیوم، از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت(شکل۵).



شکل۵. مقایسه ایستگاه های مختلف از نظر میزان فلزات سنگین بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک موجود در پوست

جدول ۲- مقایسه میزان هر فلز در پوست ماهی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم با استاندارد های بین المللی

فلز سنگین	حداقل و حداکثر میزان فلز			FDA WHO FAO
	بحرکان	کارون	اروندرود	حد استاندارد
نیکل	2/15-1/72	1/81-1/41	1/38-1/07	1
کادمیوم	0/72-0/56	0/58-0/44	0/35-0/33	0/2- 1
جیوه	0/15-0/12	0/11-0/10	0/11-0/10	0/1-0/5

طبق جدول ۲ حداقل و حداکثر میزان هر فلز در ایستگاه های مختلف اندازه گیری شده. حداقل میزان فلز نیکل ۱/۰۷ در بافت پوست ماهیان اروندرود و حداکثر میزان آن برابر۲/۱۵ در بافت پوست ماهیان ایستگاه بحرکان بود، نتایج نشان می دهد فلز نیکل موجود در پوست ماهی صبور در هر سه ایستگاه از حد استاندارد FDA بالاتر بوده است. حداقل میزان کادمیوم موجود در پوست ماهی صبور برابر ۰/۳ و حداکثر میزان آن برابر ۰/۷۲ بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک بود که از حد استاندارد FDA پایین تر اما از حد استاندارد WHO بالاتر بود. در این میان حداقل و حداکثر مقادیر جیوه موجود در پوست ماهی صبور نشان گر پایین بودن مقادیر این فلز از حد استاندارد تعیین شده توسط FDA , FAO, بود.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که فلز نیکل بیشترین میزان تجمع را در بافت عضلانی ماهی صبور داشت. مقایسه نتایج این پژوهش با استانداردهای بین المللی نشانگر این بود که میزان فلز نیکل در این سه ایستگاه بالاتر از حد مجاز تعیین شده توسط FDA بود. این نتایج با نتیجه پژوهش های بین مختار مقانجویی در سال ۱۳۸۳ مبنی بر وجود سطوح بالای نیکل در عضله میگوی ببری و ماهی تیلاپیا

همخوانی دارد اما با پژوهش مطلبی مقانجویی در سال ۱۳۸۳ مبنی بر تجمع عمده فلزات سنگین بخصوص نیکل در بافت عضله ماهی همخوانی ندارد. همچنین سایر مطالعات همچون پژوهش های روحانی در ۱۳۷۴، زرگانی در سال ۱۳۸۷ ، و جلالی و همکاران در سال ۱۳۸۷، نشان دهنده تجمع عمده نیکل در ابشش ها ، کلیه و کبد می باشد که با نتیجه پژوهش کنونی مبنی بر تجمع نیکل در بافت عضله به میزان حداکثر بود تناقص دارد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار کادمیوم در عضله برابر ۰/۷۲ و کمترین میزان آن برابر ۰/۳۵که این مقادیر از حد استاندارد تعیین شده توسط WHO بالاتر بود اما از حد استاندارد FDA پایین تر بود. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش عسکری ساری و ولایت زاده در سال ۱۳۹۰ مبنی بر جذب بسیار کم کادمیوم نسبت به سایر عناصر در بافت عضله که بدلیل فاکتور های شیمی آب، پیچیدگی و جایگاه موجود زنده در زنجیره ی غذایی، اندازه و سن موجود بود، و نتایج حاصل از پژوهش خانی پور و همکاران در سال ۱۳۹۵ مبنی بر بالا تر بودن میزان تجمع فلزات سنگین سرب و روی و پایین تر بودن مقدار کادمیوم از حد مجاز استانداردهای FDA و WHO در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس (*Carassiu sauratus*) تالاب بین المللی بندر انزلی و مطالعات انجام شده توسط رضوی و همکاران در سال ۱۳۹۰ بر روی میگوی سفید هندی همخوانی ندارد. . اما نتایج حاصل از پژوهش حسن پور و همکاران در سال ۱۳۹۳ مبنی بربالاتر بودن میزان فلز کادمیوم نسبت به استانداردهای جهانی با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. در این پژوهش کمترین مقدار مربوط به فلز جیوه بوده، که با نتایج مطالعات انجام شده توسط رضوی و همکاران در سال ۱۳۹۰ بر روی میگوی سفید هندی که نشان دهنده کمترین میزان تجمع جیوه در بافت میگو نسبت به کادمیوم و سرب بود همخوانی دارد .همچنین نتایج این پژوهش با پژوهش انجام شده توسط موحدی و همکاران در سال ۱۳۹۲مبنی بر اینکه غلظت فلزات سنگین روی، مس و جیوه از استانداردهای گزارش شده توسط سازمان جهانی بهداشت کمتر بوده و نگران کننده نمی باشد. و میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در هر دو نوع میگوی دریایی و پرورشی استان بوشهر از حداکثر مجاز برای مصارف انسانی بالاتر بوده و نیاز به بررسی و حساسیت بیشتری دارد همخوانی دارد. نتایج مطالعات صفاهیه و محمدی نیز مبین این مسئله بود که در ایستگاه بحرکان میزان غلظت کادمیوم در مقایسه با سایر فلزات از مقدار کمتری برخوردار است. پایین بودن آلودگی به کادمیوم در نمونه های مورد بررسی احتمالاً به دلیل کمتر بودن مقدار ورود این فلز در منطقه نمونه برداری و ویژگی های گونه ای (مانند اندازه و جنس) است(پورباقر و همکاران، ۱۳۹۲).

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که میزان تجمع فلزات سنگین در پوست ماهی صبور بیشتر از میزان تجمع این فلزات در عضلات ماهی صبور می باشد. نتایج این تحقیق با مطالعات سایر محققان از جمله رضوی و همکاران در سال ۱۳۹۰ در منطقه بحرکان، صمصمام پور در سال ۱۳۹۰ بر روی ماهی زمین کن دم نواری(*Platy cephalus*) در مناطق بندر خمیر، میناب و قشم، Yilmaz (۲۰۰۷) در خصوص تجمع فلزات سنگین در عضله ماهی *Sparus auratus* از جنوب خلیج Iskenderun ترکیه مبنی بر حداقل میزان جذب و تجمع فلزات سنگین در اندام عضله و حداکثر جذب در پوست همخوانی دارد. فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت های متابولیک آن انتخاب می کنند، این نکته علت تجمع بیشتر فلزات سنگین در بافت های دیگر در مقایسه با بافت عضله (با فعالیت متابولیک پایین) را تفسیر می نماید(Filazi *et al.*, 2003).از آنجایی که پوست یکی از مکان هایی است که متابولیت ها، مواد زائد و شیمیایی زیان آور برای ذخیره یا زدوده شدن به آن منتقل می شوند، می تواند بافتی مناسب (به عنوان اندیکاتور) جهت تشخیص آلودگی به فلزات سنگین باشد(Singh *et al.*, 2005). شاید از دلایل مهم این مسئله این باشد که گاهی اوقات فلزات سنگین می توانند جایگزین برخی عناصر در بدن موجود شوند، مثلا می توانند جایگزین کلسیم شوند(چراغی و همکاران،۱۳۹۳).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر سه ایستگاه مورد مطالعه دارای مقادیری از فلزات سنگین هستند.در این

میان ایستگاه بحرکان دارای بیشترین میزان فلز سنگین و ایستگاه اروند رود دارای کمترین میزان تجمع فلزات سنگین بود. با توجه به نتایج میتوان گفت که در ایستگاه بحرکان به دلیل قرار گرفتن در قسمت شمال غربی خلیج فارس و پادساعتگر بودن جریان آب در خلیج فارس تمرکز آلاینده ها در این منطقه افزایش می یابد و از سوی دیگر قرار گرفتن پتروشیمی ماهشهر در خوریات ماهشهر و ورود پساب های آن به این مجموعه آبی و تردد زیادکشتی های نفتکش سبب افزایش آلاینده های مختلف به این منطقه شده و همان طور که در نتایج نیز مشخص است، میزان آلاینده ها در این منطقه به مراتب بالاتر از سایر ایستگاه ها بدست امده است. فعالیت ماهیگیران، هم در رودخانه و هم در منطقه بحرکان و فعالیت های مربوط به استخراج و حمل نفت به علاوه وقوع جریان های فراچاهنده و افزایش تبخیر می تواند از دلایل احتمالی افزایش غلظت فلزات سنگین باشد در منطقه بحرکان باشد.(صفاهیه و محمدی، ۱۳۸۹).

منابع

اعتدالی، پ.۱۳۹۲. سنجش میزان غلظت فلزات سنگین (Ni,Cd,Zn,Fe) در بافت اندام های مختلف میگوی سفید (*Metapenaeus affinis*) در بحرکان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان. ایران.

پورباقر، ه .، حسینی، و.، خراسانی، ن.، حسینی، م. و دلفید، پ.۱۳۹۳. مقدار فلزات سنگین در عضله میگوی سفید هندی*Fennerpenaeus indicus*)). *مجله منابع طبیعی ایران*، ۲۴: ۶۷- ۱۳.

جلالی جعفری، ب.، آقا زاده مشگی، م. ۱۳۸۶. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب، چاپ اول. ایران.

چراغی، م. کارگر، ا.، لرستانی، ب. و طبیعی، ا.۱۳۹۳. بررسی غلظت کادمیوم، نیکل، سرب و وانادیوم در میگوی سفید هندی بازار مصرف شیراز. *مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد*، ۱۶: ۶۱- ۵۴.

حسن پور، م.، رجایی، ق.، سینکا کریمی، م.، فردوسیان، ف. و مقصودلوراد،ر.۱۳۹۳ارزیابی خطر غذایی فلزات سرب، کادمیوم، مس و روی ناشی از مصرف ماهی سفید بدست آمده از تالاب بین المللی میانکاله. *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*، ۲۴: ۱۷۰- ۱۶۳.

خانی پور، ع.، احمدی، م.، سیف زاده، م.، زارع گشتی، ق. و زلفی نژاد، ک.۱۳۹۵. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی در بافت خوراکی عضله ماهی کاراس (*Carassiu sauratus*)تالاب بین المللی بندر انزلی. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*،۱۳(۵۴): ۱۶۳- ۱۵۵.

رضوی، م.، وهابزاده، ح.، زمینی، ع.، عسگری ساری، ا. و ولایت زاده، م.۱۳۹۲. اندازه گیری فلزات سنگین جیوه، سرب،کادمیوم در عضله و پوست میگوی سفید هندی پرورشی. مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، ۳: ۷۲- ۶۳.

روحانی، م . ۱۳۷۴. تشخیص ، پیشگیری، درمان بیماریها و مسمومیت های ماهی. (ترجمه)، انتشارات اداره کل آموزش و ترویج . معاونت تکثیر و پرورش شیلات ایران. ایران.

زرگانی، ز.۱۳۸۷. بررسی میزان پراکنش و تعیین منشا برخی فلزات سنگین Ni, Zn ,Cu , Cr در خاک‌های محدوده شهرک صنعتی اهواز۲ . پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم وتحقیقات خوزستان. ایران.

سالنامه آماری سازمان شیلات ایران .۱۳۸۱-۱۳۹۱. سازمان شیلات ایران. ایران.

شاکری، ع .، شاکری، ر. و مهرابی ب.۱۳۹۴. بررسی آلودگی عناصر کروم، نیکل، آرسنیک و کادمیوم در آب، رسوب و ماهی سد شهید رجایی مازندران. *محیط شناسی*،۴۱: ۲۴- ۱۳.

صفاهیه، ع. و محمدی، م. . ۱۳۸۹. تغییرات فصلی فلزات سنگین (Cu, Pb, Cd)در رسوبات بین جزر و مدی ساحل بحرکان. *مجله علوم و فنون دریایی*، ۹(۳): ۴۸-۳۶.

صمصام پور،۱۳۹۰، تجمع فلزات سنگین بر روی ماهی زمین کن دم نواری(*Platy cephalus*) در مناطق بندر خمیر، میناب و قشم، فصلنامه بهره برداری و پرورش آبزیان، سال سوم، شماره ۱

عسگری ساری، ا. و ولایت زاده، م. ۱۳۹۰. اندازه گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین سرب و روی در عضله و کبد سه

گونه ماهی شوریده، قباد و شیر خلیج فارس. *مجله شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر*،۵: ۴۶- ۳۹.

محمدی،م.۱۳۸۴.تجمع فلزات سنگین(سر، نیکل و کادمیوم وجیوه) در بافت آبشش و ماهیچه ماهی های رودخانه کارون، پایانامه کارشناسی ارشد،دانشگاه آزاد اسلامی اهواز.

مطلبی مقانجویی، ع .۱۳۸۳. بررسی فلزات سنگین جیوه و سرب در میگوی پرورشی سفید هندی در ایران . *مجله علمی شیلات ایران* ،۱۳: ۱۶۶-۱۵۹.

موحدی، ع.، دهقان، ع.، حاجی حسینی، ر.، اکبر زاده، ص.، زنده بودی، ع. ع.، نفیسی بهابادی، م.، محمدی، م.م.، حاجیان، ن.، پاکدل، ف.، حفظ الله، ع. و ایران پور، د. ۱۳۹۲. بررسی غلظت فلزات سنگین در بافت خوراکی میگوهای نمونه برداری شده از آب های سواحل استان بوشهر. *فصلنامه طب جنوب*، ۱۶: ۱۰۹- ۱۰۰.

Alcivar-Warren, A., J. H. Primavera, L. D. de la Pena, P. Pettit & J.Belak. 1999. Heavy metals, PCBs and PAHs in *Penaeus monodon* from the Philippines: indicatorsof enviro nmental contaminant exposure. Book of abstracts, world aquaculture society meeting, Sydney, Australia, April 27–30.

De Mora, S. & Sheikholeslami, M.R. 2002. Contaminant screening program. Final report: interpretation of Caspian Sea sediment data. AEA-Marine Environment Laboratory Internal Report.

FAO/WHO. 1989. WHO technical report series No 505, Evaluation of certain food additives and the contaminants, mercury, lead and cadmium for environment monitory report No 52 center for environment. Tech. Rep., Fisheries and Aquaculture Science Lowest Tofit, UK.

Filazi, A., Baskaya, R. & kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. *Human & Experimental Toxicology*, 22:85-87.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011. Fishery and aquaculture statistics. Available at: http://www.fao.org/ fishery/statistics/en.

Food and Drug Administration. 2012. Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990-2012). FDA. USA.

Moiseenko,T. I., Gashkina, N. A., Sharova, Y. N. & Kudriavtseva, L. P. 2008. Ecotoxicological assessment of water quality and ecosystem health: a case study of the Volga river. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 71: 837-850.

Mojtahid, M., Jorissen, F. & Pearson, T.H. 2008.Comparison of benthic foraminiferal and macrofaunal responses to organic pollution in the Firth of Clyde (Scotland). *Marine pollution Bulletin*, 56: 42-76.

Salmons, W. 2005. Sediments in the catchment-coast continuum. *Journal of Soil Sediment*, 5: 2-8.

Samadi, M.T., Sadeghi, Sh., Rahmani, A. & Saghi, M.H. 2015. Survey of water quality in Moradbeik river basis on WQI index by GIS. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 2(1): 7–11.

Sayg, Y. & Yigit, S. A. 2012. Assessment of Metal Concentrations in Two Cyprinid Fish Species (*L. cephalus* and *Tinca tinca*) Captured from Yenic, Aga Lake, Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89: 86–90.

Singh, V.K. 2005. Toxic metals and environmental issues. *Water SA*, 103, 76-85.

Szalinska, K., Fodor, M., Kotai, J., Blazovics, L., Somogyi, A. & Then, A. 2006. In vitro study of elements in herbal remedies. *Biological Trace metal research*, 114: 143-150.

WHO (World Health Organization). 1993. Guidelines for drinking water quality. Recommendations, vol. 1, 2nd ed., Geneva.

WHO World Health Organization.1995. Heavy metals environmental aspects. Tech. Rep., Environmental Health Criteria No. 85, Geneva, Switzerland.

WHO, 1979. Mercury, In Environmental Health Criteria 1. Geneva: World Health Organization.

WHO. 1992. Cadmium. Environmental Health Criteria, vol. 134. Geneva: World Health Organization.

Yılmaz, A.B. & Yılmaz, L. 2007. Influences of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* de Hann, 1844). *Food Chemistry*, 101: 1664–1669.

Yim, U. H., Hong, S. H., Shim, W. J. & Oh, J. R. 2005. Levels of persistent organochlorine contaminants in fish from Korea and their potential health risk. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 48: 358-366.

Evaluating of Heavy Metal Contamination of Hg, Cd and Ni in Muscle Tissue and Skin of Ilish fish (*Tenualosa ilisha*) in Khuzestan Province

Rahimi, S. & Jalili, * S.
Dept. of Fisheries, Islamic Azad University, Abadan Branch, Iran

Abstract
The aim of this study was to determine the accumulation of heavy metals (nickel, mercury and cadmium) in muscle and skin tissue of Tanoalosa ilisha in Khuzestan province (Karun River, Arvand Rud River, Bahrakan). For this purpose, after determining the stations by GPS, sampling of the Tanoalosa ilisha fish was performed using a fishing trip. After catching fish randomly, fish were placed in contact with ice in standard conditions and quickly transferred to the laboratory. Subsequently, the samples were evaluated for measuring the factors of this study based on international standard methods. The results of this experiment showed that the highest concentrations of heavy metals evaluated in this research (nickel, cadmium and mercury) were at the Bahrakan station and the lowest concentration of metals were in the Arvand Rud station. Generally, the concentration of nickel metal found in the fish muscle in Karun was 1±162.11 ???and Arvandroud Rud station, 0.0±908.09, was higher than the FDA limit. However, nickel in the Tanoalosa ilisha fish skin was higher than the permissible level in all three stations, 1±901.219, 1±588.22. 1±222.15. Regarding cadmium levels in muscle tissue at the Bahrekan and Karun stations, 0.0±547.08, 0.0±421.05, were higher than the WHO and below the FDA recommendations, but at Arvand river the levels were lower than WHO and FDA limits. However, the cadmium content of the endangered fish of all three stations, 0.0±648.106, 0.0±494.07, 0.0±340.09 was higher than the WHO standard and was below the FDA standard. The accumulation of mercury metal in skin tissue and Tanoalosa ilisha fish muscle in all three stations was lower than the FDA and FAO limits. In addition, the amount of elemental accumulation in fish skin was more intense than in muscle tissue.

Key words: Ilish fish (*Tenualosa ilisha*), Heavy metals, Khuzestan, Pollution

***Corresponding author: sahar.jalili2005@gmail.com**