



دانشگاه گیلان، دانشکده شیلات و پرورش ماهی
بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد سوم، شماره اول، بهار ۱۳۹۳
<http://japu.gau.ac.ir>

بررسی و تعیین غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین کن دم‌نواری *Platycephalus indicus* در مناطق میناب، قشم و بندر خمیر (شمال خلیج فارس)

* صادق صمصام‌پور^۱، عبدالواحد رحمانی^۲، احسان کامرانی^۳،

اسما گلمرادی‌زاده^۴ و میرمسعود سجادی^۵

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات پارک علم و فناوری هرمزگان، بندرعباس، ^۲ استادیار گروه شیمی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ^۳ دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ^۴ دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشگاه جیرفت، کرمان، جیرفت، ^۵ دانشیار گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۳

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی و تعیین غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین‌کن دم‌نواری *Platycephalus indicus* در سه منطقه از ناحیه شمالی خلیج فارس (میناب، قشم و بندرخمیر) صورت گرفت. همچنین در این پژوهش به بررسی تأثیر فصل (زمستان و تابستان) و جنسیت (نر و ماده) نیز بر روی میزان تجمع عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین‌کن دم‌نواری پرداخته شد. (n=۳۰ برای هر ایستگاه در هر فصل) و عنصر مورد نظر توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. از لحاظ غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین‌کن دم‌نواری بین مناطق میناب، قشم و بندر خمیر اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0/05$) و میناب بیشترین مقدار را نشان داد. در فصل زمستان و تابستان منطقه میناب بیشترین غلظت عنصر کادمیوم را نسبت به مناطق بندرخمیر و قشم داشت. نتایج نشان داد که غلظت عنصر کادمیوم بین جنس‌های نر و ماده ماهی زمین‌کن دم‌نواری در مناطق نمونه‌برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشت ($P > 0/05$). با توجه به نتایج پژوهش کنونی می‌توان گفت که آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های آبی‌پروری، نفتی، صنعتی و شهری در مناطق مختلف ناحیه

*مسئول مکاتبه: sadegh_samsampour62@yahoo.com

خلیج فارس (میناب، قشم و بندر خمیر) طی فصول متفاوت بر روند تجمع عنصر کادمیوم در ماهی زمین کن دم نواری موثر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ماهی زمین کن دم نواری، کادمیوم، کبد، خلیج فارس

مقدمه

پیشرفت فن‌آوری و افزایش جمعیت در مناطق شهری و روستایی سبب ورود آلاینده‌های گوناگون نظیر عناصر سنگین از طریق پساب‌های کشاورزی، صنعتی و فاضلاب‌های شهری به اکوسیستم‌های آبی گردیده است (آگاه و همکاران، ۲۰۰۹؛ گنجوی و همکاران، ۲۰۱۰؛ ساعی دهکردی و همکاران، ۲۰۱۰). خلیج فارس به‌عنوان یک محیط دریایی نیمه بسته به علت بهره‌برداری گسترده از ذخایر عظیم نفتی در فلات قاره و نقل و انتقالات فراوان مواد نفتی و نفت‌کش‌ها است که میزان بار آلودگی موجود در هر کیلومتر مربع از سطح خلیج فارس بیش از مقدار متوسط جهانی می‌باشد. به طوری که طبق آمار حدود نیمی از نفت خام و فرآورده‌های نفتی که توسط کشتی‌ها صادر می‌گردد از این خلیج می‌گذرد و آلودگی حاصل از حمل و نقل مواد نفتی در خلیج فارس حدود ۸۶ درصد کل آلودگی نفتی آن تخمین زده شده است که در مقام مقایسه حدود ۲ برابر سهم آلودگی در اثر حمل و نقل دریایی در سطح جهانی می‌باشد (دوئگو و همکاران، ۲۰۰۶؛ آگاه و همکاران، ۲۰۰۹؛ گنجوی و همکاران، ۲۰۱۰؛ ساعی دهکردی و همکاران، ۲۰۱۰). از جمله آلاینده‌های مهم محیطی می‌توان به فلزات سنگین اشاره نمود. برخی از این عناصر در محیط پایدار بوده و مشکلات مهمی را برای اکوسیستم و موجودات آبی ایجاد می‌نمایند. علاوه بر این، امروزه یکی از نگرانی‌های مهم در تمام سطح جهان تخلیه فلزات سنگین به محیط دریایی می‌باشد و به خوبی اثبات شده است که فلزات سنگین به علت سمیت و انباشتگی دارای اهمیت بوم‌شناختی بسیاری هستند، این عناصر بر روی اکوسیستم و تنوع گونه‌های دریایی اثرات مخرب دارند (گنجوی و همکاران، ۲۰۱۰؛ ساعی دهکردی و همکاران، ۲۰۱۰). کادمیوم معمولاً به طور طبیعی در آب‌های سطحی زیر زمینی وجود دارد (اسماعیلی ساری، ۲۰۰۲). امروزه، ماهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پروتئین‌های حیوانی مفید مطرح شده تا نیازهای غذایی را فراهم ساخته و از سلامت بشر در سراسر جهان حمایت کند. ماهی دارای کلسترول کم، مقدار پروتئین زیاد و اسیدهای چرب ارزشمند غیر اشباع می‌باشد. بنابراین در معرض قرار گرفتن انسان در مقابل مواد

شیمیایی مضر مانند فلزات سنگین از طریق مصرف غذاهای دریایی اجتناب ناپذیر می‌باشد (گنجوی و همکاران، ۲۰۱۰؛ ساعی دهکردی و همکاران، ۲۰۱۰؛ استورلی و همکاران، ۲۰۱۰). از مهم‌ترین روش‌های کنترل، انتخاب گونه‌های مختلف ماهی به عنوان شاخص آلاینده‌های فلزی در محیط‌های آبی می‌باشد که در این مورد بافت‌های مختلف ماهیان به طور گسترده‌ای به منظور بررسی اثرات فیزیولوژیک فلزات سنگین می‌توانند به کار روند. بنابراین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های بدن ماهی می‌تواند مقدمه‌ای برای شناسایی سطح آلودگی اکوسیستم‌های آبی باشد (دوئگو و همکاران، ۲۰۰۶).

از جمله گونه‌های شاخص جهت سنجش میزان آلودگی می‌توان به ماهی زمین‌کن دم نواری *Platycephalus indicus* اشاره نمود. با توجه به این‌که منطقه میناب دارای مزارع پرورش میگو در ناحیه تیاب و بندر کلاهی است، پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر فعالیت‌های آبی پروری، جنسیت و فصول متفاوت بر غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین‌کن دم نواری در دو منطقه میناب، قشم و بندر خمیر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده، نمونه‌برداری ماهی زمین‌کن دم نواری *Platycephalus indicus* در فصل گرم اواخر تیر ماه ۱۳۸۸ و اوایل مرداد ماه و در فصل سرد در اواخر دی ماه و اوایل بهمن ماه در سه منطقه میناب، قشم و بندر خمیر انجام شد. نمونه‌برداری در منطقه میناب با مختصات جغرافیایی ۲۷ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ۵۶ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی، در منطقه قشم با مختصات جغرافیایی ۲۶ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و ۵۶ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی و در منطقه بندر خمیر با مختصات جغرافیایی ۲۶ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و ۵۵ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی صورت گرفت.

با توجه به روش‌های صید در مناطق جنوبی کشور و با لحاظ نمودن امکانات موجود نمونه‌برداری عمدتاً از صیدهای استحصال شده به وسیله تور ترال و مشت‌ها تهیه گردید (در هر فصل از هر ایستگاه ۳۰ نمونه جمع‌آوری شد). جمع‌آوری نمونه‌ها از صید به روش ترال عمدتاً از لنج‌های محلی که در آب‌های ساحلی و آب‌های کمتر از ۱۲ مایل از ساحل مبادرت به صید می‌نمایند، صورت گرفت. همچنین با هماهنگی به عمل آمده با صیادان صید به روش مشت‌ها و با توجه به جدول جزر و مد سعی

گردید هنگام برداشت صید از مشتا نمونه‌برداری صورت گیرد. سپس نمونه‌ها در کیسه‌های نایلونی (زیپ کیف) شماره‌گذاری شده قرار داده شد و توسط جعبه محتوی یخ به آزمایشگاه انتقال یافت (موپان، ۱۹۹۹). پس از انتقال به آزمایشگاه نمونه‌ها تا زمان انجام عملیات آزمایشگاهی درون فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره و نگهداری گردید. پس از عملیات زیست‌سنجی، نمونه‌ها بر روی میز کار که با صفحه پلاستیکی پوشانده و با اسید نیتریک رقیق مقطر تمیز شده بود قرار گرفت (قبل از شروع کار تمام ابزار و وسایل مورد استفاده به وسیله اسید نیتریک ۵۰ درصد شستشو داده و با آب دوبار تقطیر آبکشی گردید (موپان، ۱۹۹۹؛ بو اولیان و سویرامانیام، ۱۹۹۷). جداسازی بافت کبد با استفاده از روش پیشنهادی سازمان^۱ UNEP که جهت آنالیز نمونه‌های ماهی به منظور بعضی از عناصر فلزی توصیه شده بود صورت گرفت (موپان، ۱۹۹۹). سپس جهت خشک نمودن نمونه‌ها و جلوگیری از تبخیر احتمالی مقادیر فلز کادمیوم از خشک کردن مستقیم در آون خودداری گردید. نمونه‌ها با استفاده از فریز درایر مدل (Vacos) در دمای ۴۰- درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ تا ۱۰ ساعت خشک گردید. پس از خشک شدن نمونه‌ها را از بالن دستگاه جدا نموده و درون پتری دیش شماره‌گذاری شده قرار داده شد (موپان، ۱۹۹۹). نمونه‌ها به وسیله هاون چینی پودر گردید. به منظور هضم نمونه‌ها ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از نمونه خشک و پودر شده را با استفاده از ترازوی مدل Sartorius. TE313J ساخت آلمان با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. نمونه‌های توزین شده را درون ویال‌های میکروویو مدل Thosi ساخت آمریکا ریخته و پس از افزودن ۷ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ ۶۵ درصد (پس از هر بار پودر کردن نمونه‌ها، هاون چینی با اسید نیتریک ۵۰ درصد شستشو داده شد و با آب مقطر دوبار تقطیر کاملاً آبکشی گردید) و ۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۳۰ درصد، درب ویال‌ها را بسته و در محفظه مخصوص قرار داده و به دستگاه ماکروویو منتقل و طبق دستورالعمل دستگاه اقدام به هضم نمونه‌ها گردید (موپان، ۱۹۹۹).

سپس به منظور اندازه‌گیری غلظت کادمیوم از روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی^۲ (AAS) استفاده و برای هر نمونه آزمایش سه بار تکرار و نهایتاً میانگین سه بار سنجش به عنوان مقدار غلظت واقعی فلز مورد نظر ثبت گردید. به منظور صحت آزمایش، در هر نوبت استفاده از دستگاه طیف سنجی جذب اتمی، از نمونه بافت آبزیان استاندارد شده (محلول‌های استاندارد) به‌عنوان نمونه شاهد

1- United Nation Environmental Program

2- Atomic Absorption Spectrophotometry

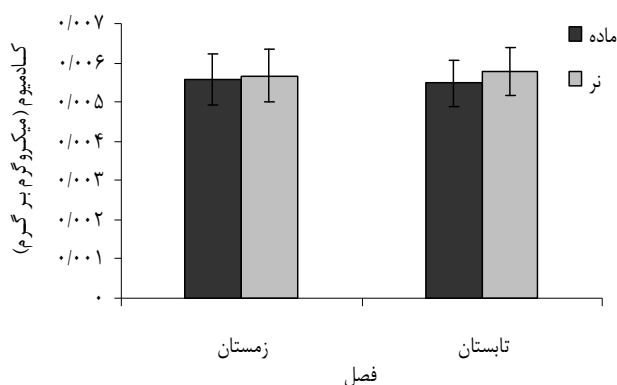
استفاده گردید و در صورت صحت غلظت مورد سنجش کار با دستگاه ادامه یافت (مویان، ۱۹۹۹). برای اطمینان از دقت^۱ (تکرارپذیری^۲) روش آنالیز فلز سنگین (کادمیوم) در بافت کبد ماهی زمین‌کن دم نواری، نمونه‌ی عنصر کادمیوم از بافت کبد انتخاب و پس از انجام ۸ بار تکرار و کارهای آماری از جمله محاسبه میانگین و انحراف معیار، نهایتاً درصد انحراف معیار نسبی (RSD)^۳ برای اندازه‌گیری‌های کادمیوم کمتر از ۱۰ درصد به دست آمد که در مقایسه با کارهای مشابه بیولوژیکی، نشان‌دهنده تکرار پذیری خوب روش جذب اتمی برای اندازه‌گیری‌های مذکور بوده و بنابراین اعداد حاصله دقت روش‌های اندازه‌گیری و آنالیز آماری را تضمین می‌نماید. سنجش صحت^۴ روش در پژوهش حاضر از طریق انتخاب چند نمونه تصادفی از کادمیوم در بافت مورد مطالعه و با استفاده از دستگاه پلاسمای جفت شده القایی (ICP)^۵ علاوه بر دستگاه جذب اتمی انجام گرفت. در همه موارد نتایج به دست آمده از دستگاه جذب اتمی و دستگاه پلاسمای القایی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. در ضمن با توجه به استفاده از روش منحنی کالیبراسیون، نمونه‌های استاندارد کادمیوم جهت کالیبره کردن دستگاه استفاده می‌شوند، که این مورد خود تضمینی برای صحت داده‌های روش جذب اتمی است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. در پایان آزمایش پس از جمع‌آوری اطلاعات ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف^۶ مشخص گردید. سپس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نمونه‌های مختلف از نظر غلظت عنصر کادمیوم با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه One-Way ANOVA و F-Test مقایسه گردیدند. جداول و شکلها با استفاده از نرم‌افزار اکسل ترسیم شد. سپس جهت مقایسه اختلاف میانگین پارامترهای بدست آمده از آزمون توکی در سطح آماری ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج

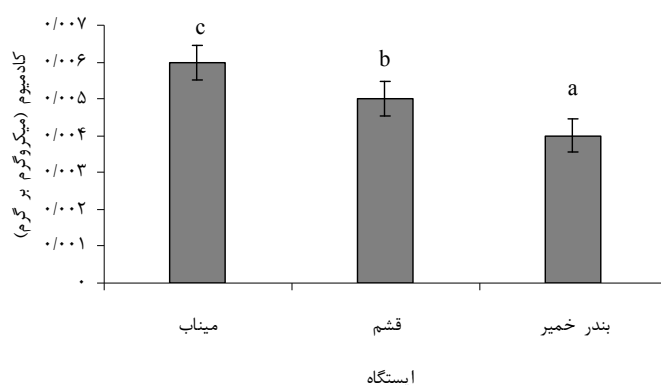
از لحاظ غلظت عنصر کادمیوم در کبد ماهی زمین‌کن دم نواری بین مناطق قشم، میناب و بندرخمیر در فصول زمستان و تابستان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). در منطقه

- 1- Precision
- 2- Reproducibility
- 3- Relative Standard deviation
- 4- Accuracy
- 5- Inductively Coupled Plasma
- 6- Kolmogorov-Smirnov

میناب از نظر میزان عنصر کادمیوم با مناطق قشم و بندر خمیر اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0/05$)، همچنین منطقه قشم نیز با منطقه بندر خمیر از نظر غلظت عنصر کادمیوم اختلاف معنی‌دار آماری نشان داد ($P < 0/05$). نتایج بدست آمده بیانگر آن است که منطقه میناب هم در فصل تابستان و هم در فصل زمستان غلظت عنصر کادمیوم بیشتری را نسبت به مناطق قشم و بندر خمیر داشت ($P < 0/05$) (شکل‌های ۱ و ۲).

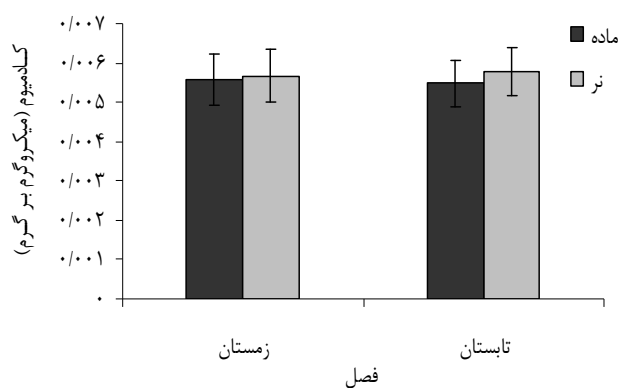


شکل ۱- نتایج حاصل از مقایسه عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین کن دم نواری در مناطق میناب، قشم و بندر خمیر در فصل تابستان (میانگین \pm انحراف از معیار)

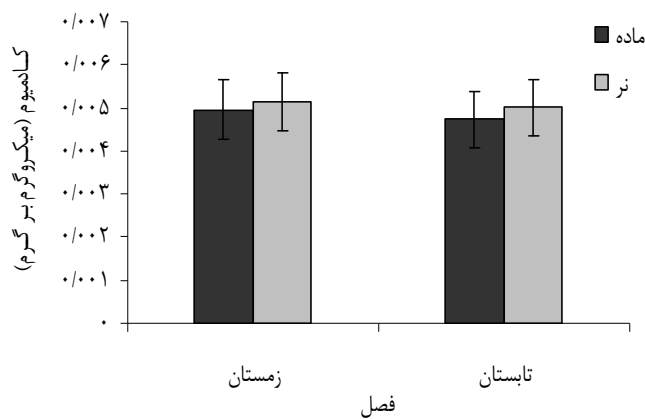


شکل ۲- نتایج حاصل از مقایسه کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین کن دم نواری در مناطق میناب، قشم و بندر خمیر در فصل زمستان (میانگین \pm انحراف از معیار)

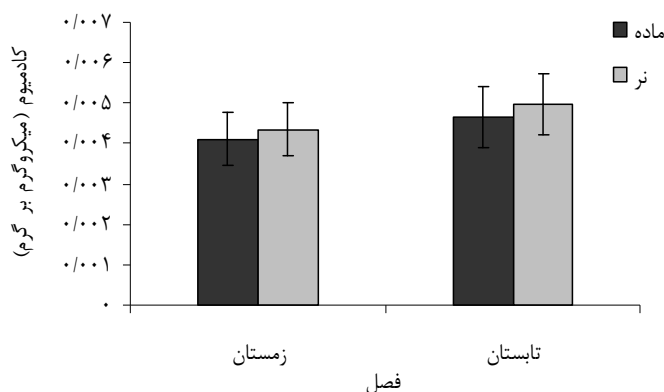
از لحاظ غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین‌کن دم نواری، در سه منطقه میناب، قشم و بندر خمیر بین جنس‌های نر و ماده اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت ($P > 0/05$) (شکل‌های ۳ تا ۵). نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که به طور کلی غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد جنس نر نسبت به جنس ماده میزان بالاتری داشت، در حالی‌که این اختلاف معنی‌دار نبود ($P > 0/05$).



شکل ۳- مقایسه غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین‌کن دم نواری طی فصول زمستان و تابستان در منطقه میناب در دو جنس نر و ماده (میانگین \pm انحراف از معیار)



شکل ۴- مقایسه غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین‌کن دم نواری طی فصول زمستان و تابستان در منطقه قشم در دو جنس نر و ماده (میانگین \pm انحراف از معیار)



شکل ۵- مقایسه غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین کن دم نواری طی فصول زمستان و تابستان در منطقه بندر خمیر در دو جنس نر و ماده (میانگین \pm انحراف از معیار)

بحث

نتایج بدست آمده بیانگر آن است که غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین کن دم نواری در مناطق مختلف (میناب، قشم و بندر خمیر) با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارد، در حالی که عامل جنسیت بر روند تجمع غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد این ماهی بی‌تأثیر می‌باشد. همچنین غلظت عنصر کادمیوم در بافت کبد ماهی زمین کن دم نواری طی فصول زمستان و تابستان در منطقه میناب نسبت به منطقه قشم و بندر خمیر میزان بالاتری دارد.

رومئو و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی توزیع فلزات سنگین در گونه‌های مختلف ماهی آب‌های ساحلی منطقه Mauritania در فرانسه نشان دادند که غلظت عناصر کادمیوم، مس، روی و جیوه در عضله گونه‌های ناحیه سطح‌زی نسبت به گونه‌های کف‌زی کمتر است. چن (۲۰۰۲) نشان داد که اختلاف معنی‌داری در غلظت عناصر سرب، کادمیوم، جیوه، نقره، مس و آهن در نمونه‌های مناطق مختلف تالاب چی - کو وجود داشت.

فابریس و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که غلظت فلزات سنگین مثل آرسنیک، کادمیوم و جیوه در ماهی زمین کن *Platycephalus bassenis* و لایستر *Jasus edwardsis* و آبالونی *Haliotis rubra* به مکانی که ماهی در آن زیست می‌کند بستگی دارد و بین غلظت عناصر در این گونه‌های در مناطق

مختلف آب‌های ساحل ویکتوریا در استرالیا تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ولی یک الگو و روند ثابت در بین مناطق در غلظت فلزات سنگین وجود نداشت. وجود تفاوت معنی‌دار در بین میزان غلظت عناصر سنگین در گونه‌ها مختلف و در مناطق مختلف می‌تواند به دلیل کاربرد مدیریتی مختلف، شرایط محیطی، تخلیه فاضلاب‌ها، وجود کارخانه‌های صنعتی و فعالیت‌های آبرزی پروری در مناطق باشد (آی هوسان و همکاران، ۲۰۰۵).

در بدن موجودات آبرزی غلظت اغلب فلزات سنگین در فصل تابستان هم در مکان‌های فاقد آلودگی و هم در مناطقی که دارای فعالیت‌های صنعتی هستند، بیشتر می‌باشد (مندیل و همکاران، ۲۰۱۰). ونگ و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی میزان فلزات کادمیوم، سرب، مس و روی بر روی گونه *Perna viridis* در منطقه هنگ‌کنگ نشان داد که بین غلظت تمامی عناصر ذکر شده به غیر از کادمیوم و مس در فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌دار وجود دارد. زیستگاه موجود آبرزی تأثیر به‌سزایی در غلظت عناصر سنگین دارد به طوری که، فلزات سنگین در موجوداتی که در آب‌های آزاد خلیج زیست می‌کنند کمتر از میزان فلزات سنگین در بدن موجوداتی است که در آب‌های ساحلی و ورودی خلیج‌ها و مصب‌ها حضور دارند. فرانکا و همکاران (۲۰۰۵) به منظور ارزیابی غلظت فلزات سنگین در سطوح زنجیره‌های غذایی و مقایسه آن‌ها با بافت‌های چند موجود زنده و رسوبات آزمایش‌هایی انجام دادند و در سه منطقه مصبی متفاوت به بررسی میزان فلزات کادمیوم، مس، سرب و روی در گونه‌هایی که در مصب‌ها فراوان بودند و به سطوح متفاوت زنجیره غذایی در مصب تعلق داشتند، پرداختند و نشان دادند که در مناطق متفاوت اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بررسی غلظت عنصر کادمیوم در کبد گونه‌های *Valamugil cunnesius* و *Liza macrolepis*, *Acanthopagrus berda* در دو منطقه متفاوت دارای آلودگی و فاقد آلودگی در تونس و یوگسلاوی نشان داد که غلظت این عنصر در مناطق مختلف تفاوت معنی‌دار دارد (چن، ۲۰۰۲).

تورکمن و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که غلظت فلزات سنگین در عضله ماهی با توجه به منطقه‌ای که ماهی صید شده است و با توجه به گونه ماهی می‌تواند بسیار متنوع و متغیر باشد، همچنین نشان دادند که غلظت فلزات سنگین گونه‌های مختلف ماهیان در مناطق متفاوت نمونه‌برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارد. دورال و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که در ماهی *Sparus aurata* غلظت عنصر کادمیوم و سرب در فصول مختلف متفاوت بوده و میزان تجمع عناصر در بافت عضله

در فصول بهار و زمستان بیشتر از سایر فصول می‌باشد. فابریس و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که در اکثر موارد در ماهی زمین کن *P. bassensis* و لایستر *J. edwardsis* و آبالون *H. rubra* بین غلظت عناصر در بدن موجود و در جنس‌های نر و ماده ماهی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. پژوهش‌ها بیانگر آن است که، جنسیت موجود آبی در غلظت عناصر در بافت‌های کبد، عضله و آبشش بی‌تأثیر می‌باشد (آی هوسان و همکاران، ۲۰۰۵؛ بورگر و همکاران، ۲۰۰۷؛ دی ماری و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان عنصر کادمیوم در دو فصل زمستان و تابستان در ماهی زمین‌کن دم‌نواری در منطقه میناب بیشتر از مناطق قشم و بندر خمیر می‌باشد. به خوبی اثبات شده است که عنصر کادمیوم یک رفتار بسیار قوی جهت اتصال و ترکیب با فسفر در آب نشان می‌دهد و پراکنش آن به ارتباط با عنصر فسفر بستگی دارد (کنانور و مارتین، ۱۹۸۰). همچنین آزمایشات نشان داده‌اند که عنصر کادمیوم یک عنصر پایدار در محیط می‌باشد و ترکیب آن با فسفر موجب حلالیت بالاتر کادمیوم و در نتیجه قابلیت دسترسی زیستی بیشتر می‌شود (کنانور و مارتین، ۱۹۸۰؛ ونما، ۱۹۸۴؛ اسمیت، ۲۰۰۱؛ فاولر و همکاران، ۲۰۰۶). دالمن و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که غلظت عناصر کادمیوم، مس و روی در مناطقی که فعالیت‌های آبی پروری صورت می‌گیرد نسبت به دیگر مکان‌ها بالاتر بود. با استناد به پژوهش‌های پیشین و با توجه به این که منطقه میناب دارای مزارع پرورش میگو در ناحیه تیاب و بندر کلاهی است و از آنجایی که خروجی این مزارع غنی از فسفر می‌باشد می‌توان چنین گفت که حضور فسفر در محیط باعث جذب بیشتر و قابلیت دسترسی زیستی بالاتر عنصر کادمیوم در ماهی زمین‌کن دم‌نواری در منطقه میناب شده است. علاوه بر فعالیت‌های آبی پروری، عمده فعالیت‌های کشاورزی استان نیز در منطقه رودان و میناب صورت می‌گیرد که استفاده از کودهای فسفاته در این راستا و آبشویی ناشی از بارندگی می‌تواند عامل دیگری جهت افزایش میزان کادمیوم در ماهی زمین‌کن دم‌نواری در منطقه میناب باشد.

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت که عواملی نظیر فصل و زیستگاه ماهی زمین‌کن دم‌نواری بر روی میزان تجمع عنصر کادمیوم موثر می‌باشند. علاوه بر این، نوع جنسیت (نر و ماده) در ماهی زمین‌کن دم‌نواری بر روی غلظت عنصر کادمیوم در بافت‌های کبد این ماهی بی‌تأثیر است و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های آبی پروری، نفتی، صنعتی و شهری در مناطق مختلف ناحیه خلیج فارس (میناب، قشم و بندر خمیر) طی فصول متفاوت بر روند تجمع عنصر کادمیوم در ماهی زمین‌کن دم‌نواری موثر می‌باشد.

سپاسگزاری

به این وسیله لازم است از زحمات و همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس داریوش صمصام‌پور ریاست محترم اداره کل محیط زیست شهرستان بندر خمیر در اجرای مراحل این پژوهش سپاسگزاری نمایم.

منابع

1. Agah, H., Leermakers, M., Marc Elskens, S., and Fatemi, M. 2009. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. *Environmental Monitoring Assess*, 157: 499-514.
2. Bu- Olayan, A.H., and Subrahmanyam, M.N. 1997. Accumulation of copper, nickel, lead and zinc by snail, *Lunella coronatus* and *Pearl oyster, Pinctada radiata* from the Kuwait coast before and after the Gulf War oil spill. *Science Total Environment*, 97: 161-165.
3. Burger, J., Gochfeld, M., Jeitner, C., Burke, S., and Stamm, T. 2007. Metal levels in flathead Sole (*Hippoglossoides elassodon*) and great sculpin (*Myoxocephalus polyacanthus elassodon*) from Adak Island, Alaska: Potential risk to predators and fishermen. *Environmental Research*, 103: 62-69.
4. Chen, M.H. 2002. Baseline metal concentration in sediments and fish and the determination of bioindicators in the subtropical, *Baseline Marine Pollution Bulletin*, 44: 703-714.
5. Dalman, O., Demirak, A., and Balç, A. 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry, *Food Chemistry*, 95: 157-162.
6. Dimari, G.A., Abdulrahman, F.I., Akan, J.C., and Garba, S.T. 2008. Metal Concentration in Tissues of *Tilapia gallica*, *Craias lazera* and *Osteoglossidae* Caught from Alau Dam, Maiduguri, Borono State, Nigeria. *American Journal of Environmental Sciences*, 4: 373-379.
7. Dugo, G., Lopera, L., Bruzzes, A., Pellicano, T.M., and Lotorco, V. 2006. Concentration of Cd, Cu, Cd, Se and Zn in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) tissue from Tyrrhenian sea and Sicilian sea by derivative stripping Potentiometer. *Food Control*, 17: 146-152.
8. Dural, M., Goksu, M.Z.L., and Ozak, A. A. 2007. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. *Food Chemistry* 102: 415-421.
9. Esmaelisari, A. 2002. *Pollutants, Health and Environmental Standards*, Naghshemehr publication, 769p.
10. Fabris, G., Turoczy, N.J., and Stagnitti, F. 2006. Trace metals concentration in edible tissue of snapper, flathead, lobster and abalone from coastal waters of Victoria, Australia *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 63: 286-292.

11. Fowler, S.W., Villeneuve, J.P., Wyse, E., Jupp, B., and Mora, S.D. 2007. Temporal Survey of petroleum hydrocarbons, organo chlorinated compounds and heavy metals in benthic marine organisms from Dhofar Southern Oman. *Baseline, marine Pollution Bulletin*, 59: 339-367.
12. Franca, S., Vingare, C., Cador, I., and Cabral, H.N. 2005. Heavy metals concentration in sediments, benthic invertebrates and fish in three salt marsh areas subjected to different pollution loads in the Tagus Estuary (Portugal). *Baseline/ Marine Pollution Bulletin*, 50: 993-1018.
13. Ganjavi, M., Ezzatpanah, H., Givianrad, M.H., and Shams, A. 2010. Effect of canned tuna fish processing steps on cadmium and cadmium contents of Iranian tuna fish. *Food Chemistry*, 118: 525-528.
14. I-Hsun, N., CHAN, S.M., and Wang, W.X. 2005. Influences of salinity on the biokinetics of Cd, Se and Zn in the intertidal mudskipper *periophthalmus cantonensis*. *Chemosphere*, 61: 1607-1617.
15. Knanuer, G.A., Martin, J. H. 1980. Phosphorus- cadmium cycling in northeast Pacific Waters. *Journal marine Research* 39: 65-760.
16. Mendil, D., Unal, O. F., Tuzen, M., Soylak, M. 2010. Determination of trace metals in different fish species and sediments from the river Yesilirmak in Tokat, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1383-1392
17. Moopam., 1999. *Manual of oceanographic observation and pollutant analyses methods*. 3th ed, Kuwait, 321p.
18. Phillips, D.J.H. 1992. *Rainbow biomonitoring of trace aquatic contaminants*. Oxford; Elsevier science publishers, 371p.
19. Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z., and Gnassia-Barelli, M. 1999. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *The Science of Total Environment*, 232: 169-172.
20. Saei-Dehkordi, S., S., Fallah, A.Z., and Nematollahi, A. 2010. Arsenic and mercury in commercially valuable fish species from the Persian Gulf: influences of season and habitat. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2945-2950.
21. Smith, S. L., 2001. Understanding the Arabian sea; reflections on the 1999-1996 Arabian sea expedition, *Deep-sea Research*, 48: 1385-1402.
22. Storelli, M. M., Barone, G., Cuttone, G., Giungato, D., and Garofalo, R. 2010. Occurrence of toxic metals (Hg, Cd and Pb) in fresh and canned tuna: Public health implications, *Food and Chemical Toxicology*, 48: 3167-3170.
23. Turkmen, A., Turkmen, M., TQE, Y., and Akyu, I. 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, North East Mediterranean sea, Turkey. *Food Chemistry*, 91: 167-172.
24. Venema, S.C. 1984. Fishery Resources in the north Arabian Sea in adjacent waters. *deep-sea Research*, 31: 1001-1018.
25. Wong, C.K.C., Cheung, R.Y.H., Wong, M.H. 2000. Heavy metals concentration in green - lipped mussels collected from Tolo harbor and markets in Hong Kong and Shenzhen. *Environmental Pollution*, 109: 165-171.