بررسی آلودگی فلزات سنگین در بافت های ماهیچه و آبشش خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) در سواحل جزر و مدی چابهار

امداد دادور[1*]
مریم شاپوری [2]
محمود سینایی[3]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی تکثیر و پرورش آبزیان، سوادکوه، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سوادکوه، گروه منابع طبیعی، استادیار گروه شیلات، سوادکوه، ایران
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چابهار، گروه شیلات، چابهار، ایران

***مسئول مکاتبات:**
Dadwar2002@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۸/۳۰
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی می‌باشد.

چکیده

فلزات سنگین به دلیل پایداری زیاد با تجمع در بافت آبزیان نظیر خرچنگ‌ها قابل انتقال به سطوح مختلف غذایی و در نهایت به انسان می‌باشد. در این مطالعه به منظور آگاهی از سطوح فلزات سنگین در بافت آبشش و ماهیچه خرچنگ روح (*Ocypode saratan*)، نمونه‌برداری از خرچنگ‌های مورد نظر در سواحل چابهار در اسفند ماه ۱۳۹۱ در ۵ ایستگاه اسکله شهید بهشتی، اسکله تیس، پارک، جزیره خرچنگ و اسکله پزم انجام و پس از انتقال به آزمایشگاه و عملیات آماده‌سازی و هضم شیمیایی توسط اسید نیتریک، میزان فلزات سنگین نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی (AAS) اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که میانگین سطوح جیوه، نیکل، کروم، کبالت، سرب و کادمیوم در بافت آبشش نمونه‌های خرچنگ جمع‌آوری شده از ایستگاه‌های مختلف به ترتیب ۰/۲۰ ± ۱/۵۲، ۰/۱۳ ± ۰/۹۹، ۰/۰۵ ± ۰/۵۲، ۰/۰۳ ± ۰/۲۵، ۰/۰۸ ± ۰/۷۱ و ۰/۰۴ ± ۰/۲۹ قسمت در میلیون، و در بافت ماهیچه نیز به ترتیب ۰/۱۴ ± ۰/۹۱، ۰/۰۱ ± ۰/۱۲، ۰/۰۵ ± ۰/۲۴، ۰/۰۱ ± ۰/۰۶، ۰/۰۵ ± ۰/۲۵ و ۰/۰۳ ± ۰/۰۷ قسمت در میلیون می‌باشد. مقایسه آماری میزان فلزات جیوه، نیکل و سرب در بافت آبشش نمونه‌های خرچنگ مربوط به ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان داد و فلز جیوه در بافت ماهیچه خرچنگ ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0/05$). نتایج حاصله نشان داد که میزان جیوه و نیکل در بافت ماهیچه نمونه‌های خرچنگ در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بالاتر و میزان سرب و کادمیوم در مقایسه با استاندارد سازمان خواربار جهانی (FAO)، وزارت کشاورزی ـ شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF) انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC)، و مدیریت غذا و داروی آمریکا (US FDA)، کمتر بود.

واژگان کلیدی: آلودگی، فلزات سنگین، خلیج چابهار، *Ocypode saratan*.

مقدمه

تحولات ایجاد شده در بخش‌های صنعتی و کشاورزی و ارتقاء سطح زندگی بشر در دهه‌های اخیر، کاربرد فلزات سنگین را در زمینه‌های مختلف اجتناب ناپذیر نموده است. فلزات سنگین که به روش‌های مختلف نظیر استخراج، فرآیند ذوب، احتراق مواد سوختی و صنعتی شدن به محیط زیست راه یافته‌اند، از مسیرهای گوناگون مانند نزولات جوی، تخلیه مواد زائد، نشت اتفاقی، تخلیه آب توازن کشتی، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی، خانگی و فرسایش خاک به محیط‌های آبی منتقل می‌شوند (Al-Yosouf *et al.*, 2000; Filazi *et al.*, 2003; Karadede *et al.*, 2004).

به دنبال انتقال آلاینده‌های ذکر شده به محیط‌های دریایی این احتمال بوجود می‌آید که خرچنگ مقادیری از برخی فلزات سنگین را از طریق زنجیره غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید (Canli and Atli, 2002). سن، طول، وزن، جنسیت، عادت تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری آبزی در محیط آبی، فصل صید و خواص شیمیایی آب (شوری، سختی،

دما) عوامل موثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف خرچنگ روح می‌باشند (Demirak *et al*., 2006). حتی به نظر می‌رسد میزان چربی بافت‌ها نیز می‌تواند عامل مهمی در تجمع آلاینده‌ها در اندام‌های مختلف مانند استخوان، مغز، عضله، آبشش، گناد و کبد باشد (Farkas *et al*., 2003). آلاینده‌های آلی و معدنی از جمله عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم آبی در بدن آبزیان تجمع یافته و در جریان چرخه‌های زیستی به سطوح غذایی بالاتر و در نهایت به انسان منتقل می‌شوند. فلزات سنگین به علت اثرات سمی و توان تجمع زیستی در گونه‌های مختلف آبزیان و حتی به دلیل وارد شدن به زنجیره‌های غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (حبیبیان، ۱۳۸۷). همچنین اهمیت اندازه‌گیری و سنجش میزان عناصر سنگین در آبزیان به دو مبحث مهم مدیریت و سلامت غذایی انسان باز می‌گردد (Romeoa *et al*., 1999).

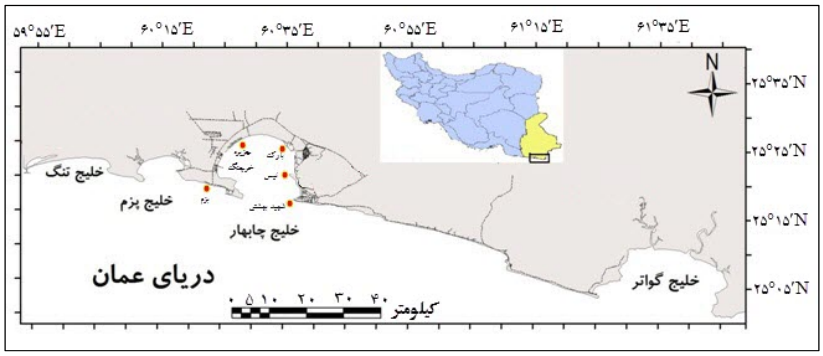
مقادیر برخی از این فلزات مانند مس، روی و آهن در غلظت‌های پایین برای متابولیسم طبیعی آبزیان ضروری هستند (Canli and Atli, 2002) و می‌توانند نقش مثبت یا منفی مهمی را در زندگی انسان ایفا نمایند (Ghaedi, 2006; Ghaedi *et al*., 2007). همچنین زمانی که مقادیر فلزات ضروری افزایش یابد، می‌توانند اثرات سمی داشته باشند (Turkmen and Ciminili, 2007; Turkmen *et al*., 2008). در حالی که نقش زیستی برخی از آنها مانند کادمیوم، سرب و جیوه هنوز شناخته نشده است و این فلزات حتی در غلظت‌های پایین نیز برای موجودات زنده سمی هستند (Canli and Atli, 2002). بنابراین با توجه به تحقیقات به عمل آمده آلودگی اکوسیستم های آبی به عناصری مانند کبالت، مس، روی، نیکل، کروم، کادمیوم، جیوه و سرب مربوط می‌باشد (Romeoa *et al*., 1999). از مهم‌ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به فلز سرب ایجاد اختلالات سیستم‌های عصبی محیطی و مرکزی می‌باشد. فلز کروم نیز موجب ایجاد درماتیت‌های پوستی و تحرک غشای مخاطی، کادمیوم ایجاد بیماری ایتاایتا و تخریب کلیه، نیکل موجب تغییر در خون و آنزیم و افزایش فشارهای روانی، کبالت موجب اسهال، کاهش فشار خون، سوزش ریه و ناراحتی‌های استخوانی و فلز جیوه منجربه ضایعات مغزی و کبد می‌شود (Berlin, 1985).

خرچنگ روح به عنوان یک منبع آبزی دارای خواص متعدد است که شامل مصارف خوراکی و درمانی، استخراج ترکیبات کیتین و کیتوزان از پوسته خرچنگ و کاربرد آنها در صنایع غذایی، عکاسی و پوشش‌های حفاظتی در بخش‌های نانوتکنولوژی و از جهتی در برخی از کشورهای نظیر فیلیپین و تایلند با ساخت هتل‌ها و اماکن تفریحی اقدام به جلب توریست و عرضه آن در رستوران کرده و از طرفی در فهرست جانوران حفاظت شده قرار دارد (Burggren and McMahon, 1988).

روند رو به رشد فعالیت‌های مختلف در سواحل جزر و مدی چابهار باعث شده که سواحل چابهار، کنارک و پزم در معرض آلودگی‌های مختلف قرار بگیرد که از مهم‌ترین این منابع آلودگی می‌توان به دفع و تخلیه فضولات کشتی‌ها، تخلیه آب خن و مواد نفتی از شناورهای کوچک و بزرگ، فاضلاب ناشی از صنایع مستقر در منطقه و پسابهای کشاورزی، تبادل آلودگی‌ها از طریق جریان‌های دریایی خلیج فارس و دریای عمان و کشیده شدن آنها به سطح منطقه و آلودگی ناشی از لایروبی و دفع فضولات ناشی از آن اشاره کرد (امینی رنجبر و میرکی، ۱۳۸۵). بنابراین به دلیل ورود آلاینده ها از منابع مختلف به این سواحل لازم است بررسی‌های کافی جهت مشخص کردن انواع آلودگی‌ها بخصوص فلزات سنگین در منطقه صورت گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در شمال دریای عمان سواحل جنوبی سیستان و بلوجستان از خلیج چابهار تا بندر صیادی پزم انتخاب گردید. ۵ ایستگاه مورد مطالعه بر اساس ماسه‌ای بودن و فعالیت‌های انسانی انتخاب گردیدند که شامل اسکله شهید بهشتی، اسکله تیس، پارک، جزیره خرچنگ و پزم بودند (جدول ۱). شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱: ایستگاه های نمونه‌برداری در امتداد سواحل چابهار (۱۳۹۱).

جهت بررسی غلظت عناصر جیوه، نیکل، کروم، کبالت، سرب و کادمیوم در بافت‌های ماهیچه و آبشش از هر ایستگاه تعداد ۳۰ نمونه خرچنگ در اسفند ۱۳۹۱ به صورت دستی جمع آوری گردید (N=۱۵۰). نمونه‌ها با آب همان منطقه شسته شده و درون ظروف یونولیت یخ قرار گرفتند و به آزمایشگاه منقل گردیدند. پس از انتقال نمونه‌ها با آب دیونیزه کاملاً شستشو گردید. پس از گذشت زمان کافی برای خروج آب اضافه نمونه‌ها کد گذاری و سپس بیومتری شدند. طول کل و وزن کل نمونه‌ها توسط کولیس معمولی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد.

خرچنگ‌ها توسط آب دیونیزه شسته و کالبدشکافی شدند و بافت ماهیچه و آبشش تفکیک گردید. این بافت‌ها (۵ گرم) توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، خشک گردیدند و سپس با هاون چینی پودر شده و عمل هضم شیمیایی توسط ۶ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به ازای یک گرم پودر از هر بافت انجام گرفت (Yilmaz, 2003). پس از صرف زمان حداقل ۳ ساعت، جهت انجام عمل هضم مقدماتی در دمای اتاق، برای هضم کامل نمونه از پلیت داغ در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت استفاده گردید. پس از اتمام عمل هضم، نمونه‌ها تبخیر داده شدند و در لحظه‌ای که نمونه‌ها هنوز تر بودند از روی پلیت داغ برداشته شدند. نمونه‌ها با اسید نیتریک ۰/۰۴ رقیق شده، سپس توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون صاف گردیده و پس از انتقال به بالن‌های حجم سنجی ۲۵ میلی‌لیتری با آب مقطر به حجم رسانده شد (Moopam, 1999).

جهت اندازه‌گیری فلزات جیوه، نیکل، کروم، کبالت، سرب و کادمیوم در نمونه‌های حاصل از هضم شیمیایی از دستگاه جذب اتمی (AAS) مارک Unicam مدل ۹۱۹ استفاده گردید. لازم به ذکر است تمامی محلول‌های استاندارد مصرفی بسته به نوع فلز مورد آنالیز، از استاندارد مادر (Merck) آلمان با غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون تهیه شد.

در این بررسی تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزار SPSS ویرایش ۱۸ انجام شد و برای مقایسه میزان فلزات سنگین، اختلاف و عدم اختلاف معنی‌دار در بین ایستگاه‌های مختلف از واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) و در صورت مشاهده اختلاف معنی‌دار از پس آزمون توکی (Tukey) جهت جدا کردن گروه‌های مختلف استفاده گردید. همچنین در رسم نمودارها از نرم افزار اکسل (Excel) استفاده شد.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه (۱۳۹۱).

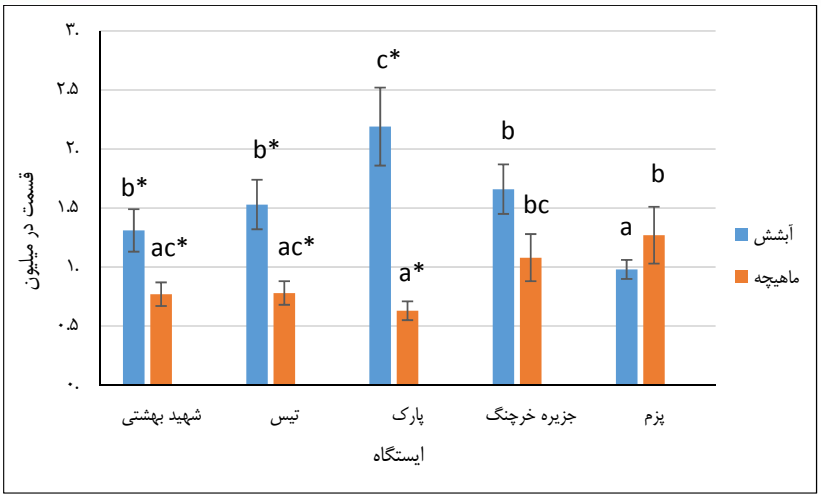
ایستگاه‌ها	مختصات جغرافیایی	ویژگی‌ها و فعالیت‌های انسانی جاری در منطقه
اسکله شهید بهشتی	E ۶۰° ۳۶' ۲۹/۸" N ۲۵° ۱۷' ۱۷/۹"	مسکونی، پهلوگیری انواع شناورها، تخلیه و بارگیری کشتی ها و فعا لیت‌های صید و صیادی
اسکله تیس	E ۶۰° ۳۶' ۱۱/۷" N ۲۵° ۲۱' ۱۲/۳"	مسکونی، انجام فعالیت های صید و صیادی، کشاورزی و نمک گیری از آب دریا
پارک	E ۶۰° ۳۵' ۳۶/۵" N ۲۵° ۲۵' ۳/۶"	مسکونی، کشاورزی و تخلیه مواد نفتی
جزیره خرچنگ	E ۶۰° ۲۹' ۱۹/۶" N ۲۵° ۲۶' ۱۹/۵"	شهرک صنعتی کنارک و کارخانه آب شیرین کن
اسکله پزم	E ۶۰° ۱۸' ۳۵/۱" N ۲۵° ۲۲' ۱۶/۸"	مسکونی، کشاورزی، استقرار صنایع مختلف بخصوص کارخانه‌های تن ماهی در اطراف اسکله و پهلوگیری انواع شناورهای صیادی

نتایج

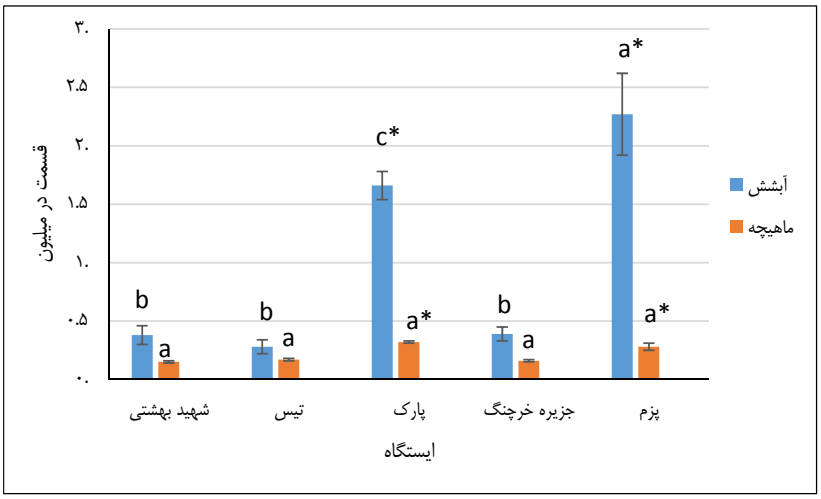
میانگین وزن کل و طول کل نمونه‌ها در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری به ترتیب و در حدود ۱۰±۱۰۰ گرم و ۱±۶ سانتی‌متر بود. بین میانگین طول و وزن نمونه های خرچنگ در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری دیده نشد ($P>0/05$).

شکل‌های ۲ تا ۷ مقادیر ثبت شده (میانگین ± انحراف معیار) از میزان تجمع زیستی فلزات سنگین بررسی شده (جیوه، نیکل، کروم، کبالت، سرب و کادمیوم) در بافت‌های آبشش و ماهیچه خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داده شده است.

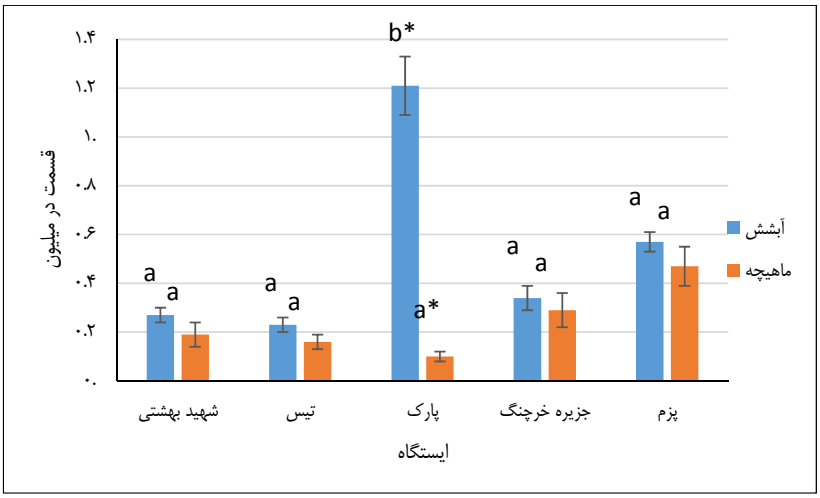
همان‌طور که در شکل ۲ تا ۷ نشان داده شده است از نظر تجمع زیستی فلزات کادمیوم و کبالت در بافت‌های آبشش و ماهیچه خرچنگ بین ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P>0/05$). همچنین تجمع زیستی فلزات نیکل و سرب در بافت ماهیچه خرچنگ بین ایستگاه‌های مختلف نیز تفاوت معنی‌داری یافت نگردید ($P>0/05$). با این حال تجمع زیستی سایر فلزات بررسی شده در بافت‌های آبشش و ماهیچه خرچنگ بین ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری یافت شد ($P<0/05$).



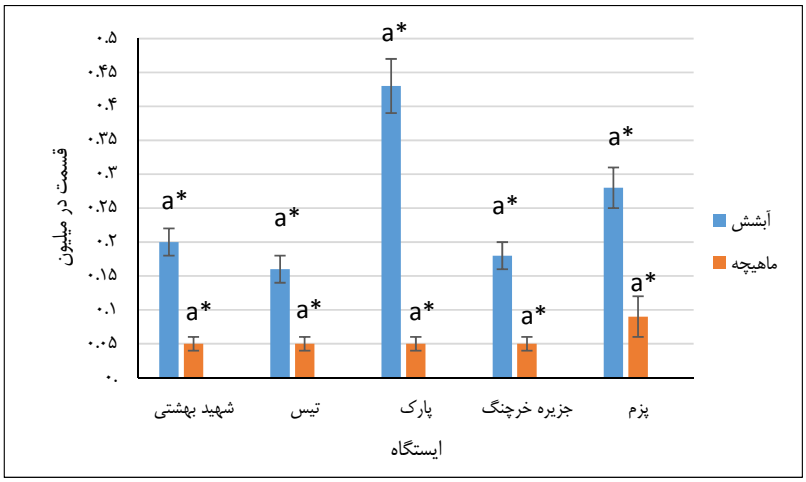
شکل ۲: میانگین غلظت فلز جیوه (بر حسب قسمت در میلیون) **در بافت‌های ماهیچه و آبشش خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) در ایستگاه‌های مختلف سواحل جزر و مدی چابهار (۱۳۹۱)** (اعداد مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است. علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین بافت ماهیچه و آبشش است).



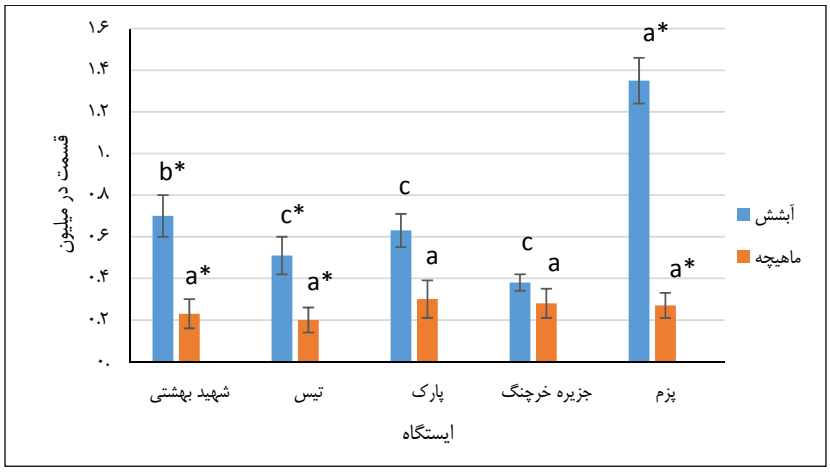
شکل ۳: میانگین غلظت فلز نیکل (بر حسب قسمت در میلیون) **در بافت‌های ماهیچه و آبشش خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) در ایستگاه‌های مختلف سواحل جزر و مدی چابهار (۱۳۹۱)** (اعداد مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است. علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین بافت ماهیچه و آبشش است).



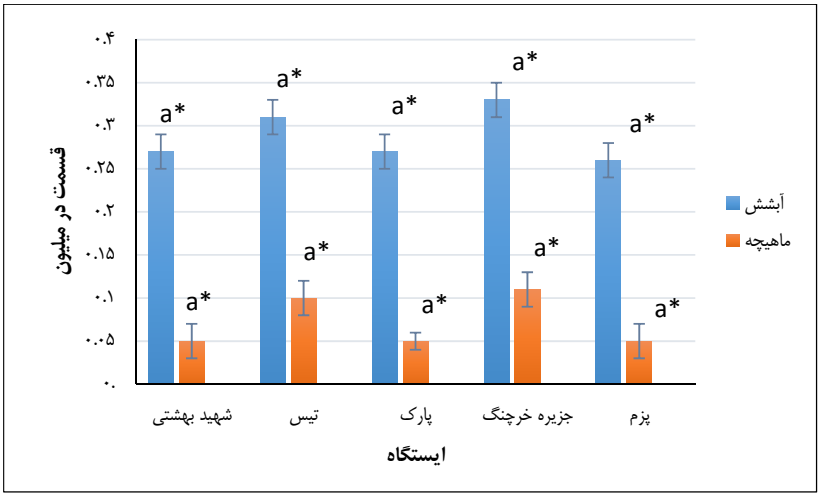
شکل ٤: میانگین غلظت فلز کروم (بر حسب قسمت در میلیون) **در بافت‌های ماهیچه و آبشش خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) در ایستگاه‌های مختلف سواحل جزر و مدی چابهار (۱۳۹۱)** (اعداد مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است. علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین بافت ماهیچه و آبشش است).



شکل ٥: میانگین غلظت فلز کبالت (بر حسب قسمت در میلیون) **در بافت‌های ماهیچه و آبشش خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) در ایستگاه‌های مختلف سواحل جزر و مدی چابهار (۱۳۹۱)** (اعداد مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است. علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین بافت ماهیچه و آبشش است).



شکل ٦: میانگین غلظت فلز سرب (بر حسب قسمت در میلیون) **در بافت‌های ماهیچه و آبشش خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) در ایستگاه‌های مختلف سواحل جزر و مدی چابهار (۱۳۹۱)** (اعداد مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است. علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین بافت ماهیچه و آبشش است).



شکل ۷: میانگین غلظت فلز کادمیوم (بر حسب قسمت در میلیون) **در بافت‌های ماهیچه و آبشش خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) در ایستگاه‌های مختلف سواحل جزر و مدی چابهار (۱۳۹۱)** (اعداد مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است. علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین بافت ماهیچه و آبشش است).

بحث و نتیجه گیری

فلزات سنگین اندام هدف خود را بر اساس میزان فعالیت متابولیک آن انتخاب می‌کنند. این نکته، علت تجمع بیشتر فلزات در بافت‌هایی نظیر کبد، کلیه و آبشش را در مقایسه با بافت ماهیچه (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر می‌نمایند (Filazi *et al.*, 2003). بافت آبشش شاخص خوبی از لحاظ در معرض قرار گرفتن طولانی مدت با فلزات سنگین محسوب می‌گردد. به دلیل آن‌که این بافت جایگاه متابولیسم فلزات است می‌تواند نشانگر خوبی برای آلودگی توسط فلزات سنگین باشد (Filazi *et al.*, 2003). در این تحقیق بافت ماهیچه خرچنگ به نسبت

نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت آن جهت مصرف، آبشش به دلیل نقش آن در تنفس و تعادل اسمزی، به عنوان اندام‌های هدف انتخاب شدند.

در این بررسی بیشترین غلظت فلزات سنگین در بافت آبشش خرچنگ روح در مقایسه با بافت ماهیچه در سواحل جزر و مدی چابهار در اندام آبشش مشاهده شد. بالا بودن غلظت فلزات سنگین در بافت آبشش، ممکن است به دلیل عملکرد فیزیولوژیک ویژه این اندام در تنفس و تعادل اسمزی باشد (Heath, 1987). تفاوت غلظت فلزات سنگین در بافت‌های مختلف آبزیان می‌تواند ناشی از متغیر بودن فلزات سنگین در زمینه غلبه بر پیوندهای فلزی پروتئین‌ها نظیر متالوتیونین‌ها باشد. همچنین تفاوت نیازهای اکولوژیک، فعالیت‌های متابولیک آبزیان و نوسانات در آلودگی آب، غذا و رسوبات می‌تواند از دیگر عوامل مهم تلقی شوند (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴). مشابه این نتایج همچنین در سایر مطالعات نظیر Turoczy و همکاران در سال ۲۰۰۱ در خرچنگ *Pseudocarcinus gigas* نشان داده شده است.

توالی غلظت میانگین مجموع فلزات سنگین در بافت ماهیچه خرچنگ روح در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در سواحل چابهار را می‌توان به صورت Hg> Pb> Cr> Ni> Cd> Co نشان داد. غلظت فلز جیوه به مراتب بیشتر از سایر فلزات در بافت‌های آبشش و ماهیچه خرچنگ بود. توالی به دست آمده که غلظت فلز جیوه در بافت آبشش و ماهیچه بیشتر از سایر فلزات بود. با تعدادی از مطالعات که بر روی سخت پوستان در بافت آبشش و ماهیچه در سایر مناطق جهان مشابه با منطقه سواحل جزر و مدی چابهار انجام شده توسط سایر محققین همخوانی داشت (Turoczy *et al.*, 2001; Joanna *et al.*, 2001; Weis, 2004; Burger *et al.*, 2002).

بر اساس مقایسات آماری انجام شده توالی غلظت میانگین مجموع فلزات سنگین در بافت آبشش خرچنگ روح در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در سواحل چابهار بدین صورت زیر می‌باشد: Hg > Ni> Pb> Cr> Cd > Co. این روند نشان می‌دهد که فلز جیوه در خرچنگ روح نسبت به نیکل، سرب، کروم، کادمیوم و کبالت دارای تجمع بیشتری می‌باشد. غلظت فلز جیوه در بافت آبشش خرچنگ‌ها در منطقه جزر و مدی سواحل چابهار به طور کلی بالا بود. بالا بودن غلظت فلز جیوه در بافت آبشش در مقایسه با سایر فلزات بررسی شده از یک سو می‌تواند ناشی از بالا بودن غلظت این فلز در محیط و به ویژه رسوبات باشد و از سوی دیگر می‌تواند موکد این نکته باشد که میزان دسترسی زیستی این فلز در مقایسه با سایر فلزات بررسی شده (به دلایل مختلف از جمله فعالیت باکتریایی و یا حجم بالاتر ورودی به محیط) بیشتر است (Turoczy *et al.*, 2001). مقادیر جیوه، نیکل و سرب در بافت آبشش در بین ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$). این امر می‌تواند حاکی از این باشد که منابع آلودگی به صورت نقطه‌ای در این سواحل وجود دارد. میزان جیوه در بافت آبشش خرچنگ‌های ایستگاه پارک و جزیره خرچنگ بالا می‌باشد. شهرک صنعتی کنارک در ایستگاه جزیره خرچنگ از فلزاتی همچون جیوه استفاده می‌کنند (Shastri and Diwekar, 2008). کارخانه آب شیرین‌کن کنارک واقع در ایستگاه جزیره خرچنگ پساب این کارخانه که حاوی جیوه می‌باشد، مستقیماً وارد دریا می‌گردد و باعث ورود میزان بالای آلودگی جیوه به منطقه می‌شود. در منطقه پارک فاضلاب روستایی، کشاورزی و میزان زیادی زباله انباشته شده بود که یکی از منابع دیگر وارد کننده جیوه به محیط‌های آبی، شسته شدن فلزات از زباله‌ها و مواد جامد در محل جمع آوری زباله‌ها می‌باشد. با فاصله گرفتن از مراکز صنعتی و منطقه ویژه از میزان جیوه در خرچنگ‌ها کاسته شد. UNEP نیز در سال ۱۹۹۷ بیان نمود فعالیت کارخانه‌های کلر آلکالی می‌توانند سبب افزایش جیوه در منطقه شوند. Weis در سال ۲۰۰۴ غلظت جیوه را در بافت ۶ گونه ماهی در ۱۷ ناحیه از کانادا مورد بررسی قرار داد. این محقق علت وجود مقادیر بالای جیوه در برخی مناطق کارخانجات کلر آلکی بیان نمود. بالا بودن غلظت فلز جیوه در ایستگاه‌های جزیره خرچنگ و پزم می‌تواند به علت وجود کارخانه‌های کلر آلکالی در این مناطق باشد.

بیش‌ترین غلظت فلز نیکل و سرب در بافت آبشش خرچنگ در ایستگاه اسکله پزم بدست آمد. ورود و خروج و پهلوگیری شناورهای صیادی و دفع ضایعات مربوط به آن‌ها، تعمیر کشتی‌ها و شناورهای صیادی، تعویض روغن قایق‌ها، همچنین فاضلاب ناشی از کارخانجات کنسروسازی و مناطق مسکونی در اسکله پزم می‌تواند موجب افزایش غلظت فلز سرب و نیکل در این منطقه شود. از طرف دیگر به دلیل وجود کمترین فاصله در بین کوه و ساحل در این ایستگاه، اسکله مذکور ممکن است تحت تاثیر فلزات سنگین حاصل از فرسایش کوه‌ها نیز قرار گیرد. با بررسی غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل و مس در سواحل هونگ کونگ، عامل اصلی افزایش غلظت فلزات در این سواحل، فاضلاب‌های

ناشی از فعالیت‌های انسانی و تعمیر کشتی‌ها، کارخانه‌های آبکاری الکترونیکی و منسوجات تخلیه ناشی از هوازدگی کوه‌ها عنوان گردید (Zhao *et al*., 2007).

در جدول ۲ نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات جیوه، نیکل، سرب و کادمیوم در بافت آبشش خرچنگ روح در سواحل جزر و مدی چابهار با استانداردهای جهانی نظیر سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان خوار بار جهانی (FAO)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC)، وزارت کشاورزی – شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF) و مدیریت غذا و داروی آمریکا (US FDA)، مقایسه شده است.

جدول ۲: مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب و نیکل) در بافت ماهیچه خرچنگ روح (*Ocypode saratan*) با استانداردهای جهانی مختلف (بر حسب قسمت در میلیون).

استانداردها و خرچنگ	جیوه	کادمیوم	سرب	نیکل	منابع
WHO	۰/۵	۰/۲	۰/۵	۰/۲	Shulkin and Persley, 2003
FAO	۰/۵	۰/۵۷	۱	۰/۵	Shulkin and Persley, 2003
US FDA	۰/۵	۱	۱/۷	۰/۸	Han *et al*., 1998
NHMRC	۱	۲	۱/۵	–	Chen and Chen, 2003
UK MAFF	۰/۳	۰/۲	۱	–	Chen and Chen, 2003
بافت ماهیچه خرچنگ	۰/۹۱	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۱۲	مطالعه حاضر

WHO: World Health Organization
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations
US FDA: USA Food and Drug Administration
NHMRC: National Health Medical Research Council
UK MAFF: United Kingdom Ministry of Agriculture, Fisheries and Food

نتایج این بررسی نشان دهنده آلودگی بالای جیوه و نیکل در منطقه می‌باشد. با توجه به اهمیت سواحل چابهار (دریای عمان) در تردد کشتی‌ها، شناورهای صیادی و شهرک‌های صنعتی همواره مقادیر زیادی از این آلاینده‌ها به این اکوسیستم آبی وارد می‌گردد. از این رو بررسی مداوم و منظم آلودگی فلزات سنگین در خلیج چابهار در کنار سنجش انواع بیومارکرها ضروری می‌باشد.

منابع

امینی رنجبر، غ. و ستوده نیا، ف.، ۱۳۸٤. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۳.

امینی رنجبر، غ. و میرکی، غ. ۱۳۸۵. بررسی و شناخت میزان و نوع آلودگی های ساحلی دریای عمام در محدوده خلیج چابهار. جهاد دانشگاهی سیستان و بلوچستان، صفحات ۱۲-۸.

حبیبان، ط.، ۱۳۸۷. بررسی میزان تجمع بیولوژیکی فلزات سنگین (Ni, Zn, Pb) در عضله شبه شوریده و رسوبات خور موسی (ماهشهر و معاوی). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

Al-Yousef, M. H., El-Shahwi, M. S. and Al-Ghais, S. M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of (*Lethrinus lentjan*) fish species in relation to body length and sex. Science of the Total Environmental, 256: 87-94.

Aminipouri, B., Jalali, N., Noroozi, A. A. and Akbar, A. A., 1998. Tracking of oil spills and smoke plumes of Kuwait's oil well fires to the and territory of Iran as a result of the 1991 Persian Gulf war. Soil Conservation and Watershed Management Research Center of Iran, ISBN 906164 1489, 282 p.

Berlin, M., 1985. Handbook of the Toxicology of Metals. Elsevier Science Publishers. (Editors), 2nd ed. Vol. 2, pp. 376-405. London.

Burger, J., Gaines, K.F., Shne Boring, C., Stephenes, W.L., Snodgrass, J., Dixon, C., McMahon, M., Shukla, S., Shukla, J. and Gochfeld, M., 2002. Metal levels in fish and crab from the Savannah River: Potential hazards to fish and other receptors. Environmental Research, 89: 85-97.

Burggren, W. W. and McMahon, B. R., 1988. Biology of Land Crabs. Cambridge University Press, 479 p.

Canli, M. and Atli, G., 2002. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Meediterranean fish species. Environmental pollution, 121: 129-136.

Chen, C. Y. and Chen, M. H., 2003. Investigation of Zn, Cu, Cd and Hg Concentrations in the Oyster of Chi-ku, Tai-shi and Tapeng Bay, Southwestern Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis, 11: 32-38.

Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna A. L. and Ozdemir, N., 2006. Heavy metals in water, sediment and tissue of Leuciscus from a stream in southwestern Turkey. Chemosohere, Vol.63, 9: 1451-1458.

FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 1989. WHO Technical Report Series 411 759. WHO, Geneva, Switzerland.

Farkas, A., Salanki, J. and Specziar, A., 2003. Age and size specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama L*. Populating a Low-contaminated site. Water Research, 37: 959-964.

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

Ghaedi, M., 2006. Pyrimidine-2-thiol as selective and sensitive ligand for preconcentration and determination of Pb2+. Chemia Analityczna, 51: 593–602.

Ghaedi, M., Ahmadi, F. and Soylak, M., 2007. Simultaneous preconcentration of copper, nickel, cobalt and lead ions prior to their flame atomic absorption spectrometric determination. Annali di Chimica, 97: 277–285.

Ghaedi, M., Shokrollahi, A., Kianfar, A. H., Mirsadeghi, A. S., Pourfarokhi, A. and Soylak, M., 2008. The determination of some heavy metals in food samples by flame atomic absorption spectrometry after their separation–preconcentration on bisalicy l aldehyde, 1,3 propan diimine (BSPDI) loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Material, 154: 128–134.

Ghaedi, M., Shokrollahi, A., Kianfar, A. H., Pourfarokhi, A., Khanjari, N., Mirsadeghi A. S. and Soylak, M., 2009. Preconcentration and separation of trace amount of heavy metal ions on bis (2-hydroxy acetophenone) ethylendiimine loaded on activated carbon. Journal of Hazardous Materials, 162: 1408–1414.

Han, B. C., Jeng, W. L., Chen, R.Y., Fang, G. T., Hung, T. C. and Tseng, R. J. 1998. Estimation of target hazard quotients and potential health risks for metals by consumption of seafood in Taiwan. Archives Of environmental contamination and toxicology, 35: 711-720.

Heath, A. G., 1987. Water pollution and fish physiology DRS press. Boston, USA, 245 p.

Ismail, A., Badri, M. A. and Ramlan, M. N., 2001. Heavy metal contamination in fiddler crabs (Uca annulipes) and hermit crabs (Clibanarius sp.) in a coastal area of northern peninsular Malaysia. DOI: 10.1080/09593339109385087

Joanna, B., Carlin, D., Tara, S., Nellie, T. and Michael, G., 2001. Metal levels in horseshoe crabs (*Limulus polyphemus*) from Maine to Florida. Environmental Research, 90: 227–236.

Karadede, H., Oymak, S. A. and Unlu, E., 2004. Heavy metals in mullet, (*Liza abu*), and catfish, (*Silurus triostegus*), from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Environmental International, In press, Corrected proof available online at www. Scincedirect.com.

Moopam., 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, V1 20.

Romeoa, M., Siaub, Y., Sidoumou, Z. and Gnassia-Barelli, M., 1999. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. Science of Total Environment, 232: 169-75.

Shastri, Y. and Diwekar, U., 2008. Optimal control of lake pH for mercury bioaccumulation control. Ecological Modeling, 216: 1-7.

Shulkin, V. M. and Presley, B. J., 2003. Metal concentration in mussel *Crenomytillus grayanus* and oyster *Crassostrea gigas* in relation to contamination of ambient sediment. Environmental International, 29: 493- 502.

Turkmen, M. and Ciminli, C., 2007. Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Food Chemistry, 103: 670-675.

Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., Ates, A. and Gokkus, K., 2008. Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: Twelve fish species. Food Chemistry, 108: 794-800.

Turoczy, N., Bradly, D., Andrew, H. and Vijaya, S., 2001. Cadmium, copper, mercury, and zinc concentrations in tissues of the King Crab (*Pseudocarcinus gigas*) from southeast Australian waters. Environment International, Volume 27, Issue 4, pp. 327–334.

UNEP, 1997. Assessment of land-based sources and activities affect-ing the marine sediment in the Red sea and Gulf of Aden, UNEP Regional Seas Reports Studies, No. 166.

Weis, I. M., 2004. Mercury Concentration in fish from Canadian Great lakes areas of concern: an analysis of data from the Canadian Department of Environment database. Environmental Research, 95:341-350

WHO, 1985. Review of potentially harmful substances- cadmium, lead and tin. WHO, Geneva. (Repotrs and Studies No. 22. MO/ FAO/ UNESCO/ WMO/ WHO/ IAEA/ UN/ UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution).

WHO, 1995. Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part 1 Implications for Policy Makers. 255p.

Yilmaz, L., 2003. Chemical Composition. Biological Properties and Health Effects of Propolis, pp. 28–30.

Zhao, S., Feng, C., Quen, W., Chen, H., Hao, Z., Niu, J. and She, Z., 2007. Role of living environments in the accumulation characteristics of heavy metals in fishes and crabs in the Yangtze River Estuary, China. Marine Pollution Bulletin, 64: 1163-1171.