

بررسی میزان ارتباط طول بدن با میزان تجمع سرب در ماهی گل خورک والتونی *Periophthalmus waltoni* در شمال خلیج فارس

ناصر کوسج^{۱*}، عبدالواحد رحمانی^۲، احسان کامرانی^۳، محمدرضا طاهری زاده^۴، ماندانا علی نیا^۵

۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، پست الکترونیکی: naserkooseg@yahoo.com
۲- گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، پست الکترونیکی: rahmaniabdolvahed@yahoo.com
۳- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، پست الکترونیکی: ezas47@yahoo.com
۴- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، پست الکترونیکی: taheri.1965@gmail.com
۵- دبیر، آموزش و پرورش ناحیه ۲، بندر عباس، پست الکترونیکی: mandana.alinia@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۶

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۸

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس شناسی است.

چکیده

این تحقیق به منظور مطالعه تاثیر اندازه‌ی بدن (طول کل و وزن کل) بر میزان تجمع غلظت عنصر سرب در ماهی گل خورک والتونی *Periophthalmus waltoni* در سه منطقه‌ی بندر خمیر، بندر درگهان و گلشهر (خلیج فارس) انجام شد. تعداد ۱۸۰ نمونه‌ی ماهی گل خورک والتونی (در هر ایستگاه و هر فصل بطور مجزا $n=30$) در مناطق مورد مطالعه به- صورت تصادفی طی فصول زمستان ۱۳۸۸ و تابستان ۱۳۸۹ نمونه‌برداری شد که در آزمایشگاه پس از زیست‌سنجی، بافت عضله تفکیک و فلز سرب به روش هضم شیمیایی استخراج و غلظت آن توسط دستگاه جذب اتمی (AAS) تعیین گردید. نتایج حاصل بیانگر آن است که همبستگی معنی‌دار و قوی بین میزان تجمع فلز سرب در بافت عضله‌ی ماهی گل خورک والتونی با اندازه بدن (طول کل و وزن کل) وجود دارد ($p<0.05$). غلظت عنصر سرب در عضله‌ی این نوع ماهی بین سه منطقه‌ی مورد مطالعه و نیز بین دو فصل تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد ($p<0.05$). با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان گفت که آلودگی‌های حاصل از فعالیت‌های نفتی، صنعتی و شهری در مناطق مورد مطالعه در خلیج فارس (بندر خمیر، درگهان و گلشهر) طی فصول مختلف بر روند تجمع عنصر سرب در ماهی گل خورک والتونی تاثیر گذار است، هر چند که این آلودگی کمتر از حد استانداردهای جهانی (FAO/WHO 0.2 $\mu\text{g/g}$) است.

کلمات کلیدی: ماهی گل خورک والتونی، خلیج فارس، آلودگی، سرب، جذب اتمی.

۱. مقدمه

ذخائر عظیم نفتی در فلات قاره و نقل و انتقالات فراوان مواد نفتی و نفتکش‌ها در آن موجب شده تا میزان بار آلودگی تحمیل شده بر هر کیلومتر مربع از سطح این خلیج بیش از مقدار متوسط جهانی باشد، به طوری که طبق آمار حدود نیمی از نفت خام و

خلیج فارس به‌عنوان یک محیط دریایی نیمه بسته علاوه بر آلودگی معمول و متداول در سایر دریاها، بهره‌برداری گسترده از

مواد و کالاهای تجاری، اشکال مواد فله‌ای معدنی و شیمیایی (نظیر: سرب، روی، کرومیت، سنگ آهن، کک، سیمان، گورگد، نفت خام، قیر و سایر مواد شیمیایی) از اسکله شهید باهنر، اسکله شهید رجائی، اسکله فولاد، اسکله نفت پالایشگاه و جایگاه‌های متعدد انباشت و برداشت مواد معدنی، فعالیت واحدهای بزرگ صنعتی، معدنی و خدماتی نظیر پالایشگاه هشتم نفت و نیروگاه توانیر برق، ساخت و تعمیر شناورهای سنگین، آب شیرین‌کن‌های متعدد، کارخانه سیمان خمیر، کارخانجات تولید روی، آلومینیوم و غیره تشدید فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی جنوب کشور در بندرعباس و تمرکز این‌گونه فعالیت‌ها در محدوده‌ای به طول حدوداً ۳۵ کیلومتر از سواحل غرب بندرعباس موجب گردیده تا محیط زیست دریایی منطقه و بوم‌سامانه‌های حساس و شکننده‌ی آن به شدت در معرض تخریب و آلودگی قرار گیرند. از میان آلاینده‌ها، مواد آلاینده غیر قابل تجزیه (آلاینده‌های پایدار) مانند فلزات سنگین که در رسوبات، گل و لای، لجن و همچنین در بدن آبزیان تجمع و تغلیظ یافته و با مصرف آبزیان موجب مسمومیت شدید انسان‌ها و عوارض سویی از قبیل اختلال در سامانه‌های عصبی، کلیوی، ایجاد جهش‌های ژنتیکی و غیره می‌گردد، از اهمیت خاصی برخوردار است. سرب از آلاینده‌های مهم زیست محیطی بوده که در تمامی بوم‌سامانه‌ها اعم از آب، هوا، غذا و گیاهان یافت می‌شود (کلارک، ۱۳۷۹). سرب از نظر انتشار، گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست است که به‌ویژه از زمان مصرف آن در بنزین از پراکنش بسیار وسیعی در سطح جهان برخوردار است به‌طوری‌که، از یخ‌های قطبی تا رسوبات اعماق دریاها اثرات آن را می‌توان یافت. ترکیبات سرب عمدتاً در نتیجه بهره‌برداری از معادن، صنایع باتری‌سازی، سوخت‌های فسیلی، رنگ‌سازی و صنایع شیشه و لعاب وارد محیط زیست می‌شود (Merian, 1992). صرف نظر از نحوه جذب، سرب با تأثیرات گسترده‌ای بر سامانه‌های متابولیسم، خون و اعصاب همراه است. مهم‌ترین اثرات سرب را می‌توان اختلال در سامانه‌های اعصاب مرکزی و اعصاب محیطی، کاهش ارتباط عصبی و مشکلات رفتاری نام برد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). مقادیر عظیمی از سرب توسط فرایند سوخت وارد جو می‌گردد. تفاوت عمده‌ای از نظر غلظت بین نواحی شهری و روستایی وجود دارد. ترکیبات سرب ممکن است تا مسافت قابل توجهی منتقل شوند که بستگی به سرعت و جهت باد، میزان بارش و رطوبت دارد. به‌رحال بیشتر سرب موجود در اتمسفر مستقیماً

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٪ کل آلودگی نفتی این خلیج تخمین زده شده است که در مقام مقایسه حدود ۲ برابر سهم آلودگی در اثر حمل و نقل دریایی در سطح جهانی است (عباس‌پور، ۱۳۷۸). اقیانوس‌ها و دریاها علیرغم وسعتشان، گنجایش محدودی برای پذیرش آلاینده‌ها دارند. آلودگی‌های زیست‌محیطی خشکی‌ها اغلب در محیط‌های دریایی بازتاب پیدا می‌کند، زیرا هر نوع آلودگی در خشکی سرانجام می‌تواند محیط زیست دریایی را نیز تحت تأثیر قرار دهد. 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 بوم‌سامانه‌های آبی گردیده است. خلیج فارس به‌دلیل شرایط خاص و نیمه بسته آن، همچنین وجود منابع مهم بوم‌شناختی و نیز گونه‌های حساس موجود در آن، این منطقه از مناطق زیستی بسیار مهم در منطقه خاورمیانه و حتی در جهان به‌شمار می‌رود. به‌منظور حفاظت از این بوم‌سامانه با ارزش، شناسایی دقیق عوامل آلاینده و میزان آنها، همچنین حذف و یا کاهش آلاینده‌های ورودی به منطقه به اطلاعات دقیق نیاز است تا در جهت برنامه ریزی صحیح و اعمال مدیریت مناسب مورد استفاده قرار گیرد. در سال‌های اخیر برای تأمین نیازهای غذایی و حفظ بوم‌سامانه‌های دریایی و محیط‌های پیرامون آن، توجه بیشتری به منابع دریایی معطوف گشته است، به‌طوری‌که عناصر سنگین شیمیایی تخلیه شده در دریاها در بدن آبزیان تجمع یافته و در جریان چرخه‌های زیستی، این مواد به سطوح غذایی بالاتر و در نهایت به انسان منتقل می‌شوند (Ruangsombom et al., 2006). از بین هزاران ماده‌ی آلی و معدنی وارد شده به بوم‌سامانه‌های آبی، فلزات سنگین به‌دلیل سمیت، پایداری و عدم تجزیه زیستی، بزرگ‌نمایی و تجمع زیستی و نیز جذب آسان در گونه‌های آبی، مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌اند (Ashraf et al., 2006). دلیل افزایش عمده‌ی آلودگی فلزات سنگین در محیط‌های دریایی، همواره فعالیت‌های انسانی می‌باشد (Agusa et al., 2007)، که نتیجه این افزایش آلودگی، افزایش یا انقراض کامل بعضی گونه‌های غیر مقاوم در این محیط‌ها و یا اختلال در سازوکارهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی موجودات دریایی است (Cogun et al., 2006). فعالیت‌های ساحلی و دریایی تأثیرگذار بر آلودگی دریا در جنوب کشور عبارتند از: تخلیه و بارگیری انواع و اقسام

ماهی گل خورک از هر ایستگاه به‌طور تصادفی به‌وسیله تور صید شد. هر نمونه با دقت داخل کیسه فریزری کاملاً تمیز، در داخل یخدان مخصوص نمونه‌برداری چیده شد، بین هر ردیف از نمونه‌ها پودر یخ ریخته و سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و درون فریزر و در دمای 20°C تا زمان انجام عملیات آزمایشگاهی نگهداری شدند (Ruangsombom et al., 2006).



شکل ۱: مناطق نمونه‌برداری (۱- گلشهر ۲- درگهان ۳- بندر خمیر)

پس از عملیات زیست‌سنجی تعیین (طول کل و وزن کل)، نمونه‌ها بر روی میز کاری که با صفحه‌ی پلاستیکی پوشانده شده و قبلاً با اسید نیتریک رقیق تمیز شده بود قرار گرفت. شایان ذکر است که قبل از شروع کار تمام ابزار و وسایل مورد استفاده به-وسیله‌ی اسید نیتریک ۵٪ شستشو داده و با آب مقطر دو بار تقطیر شده آبکشی گردیدند. جداسازی بافت عضله‌ی ماهی گل خورک

رسوب می‌کند یا توسط نزولات خارج می‌گردد. سرب به ذرات گرد و غبار چسبیده و بر روی پوشش‌های گیاهی و خاک‌ها می‌نشیند. جذب سرب از طریق تغذیه بیشتر از آشامیدن است. به-طوری‌که یکی از مهم‌ترین روش‌های کنترل، انتخاب گونه‌های مختلف ماهی به‌عنوان شاخص آلاینده‌های فلزی در محیط‌های آبی می‌باشد که در این مورد بافت‌های مختلف ماهیان به‌طور گسترده‌ای به‌منظور بررسی اثرات فیزیولوژیک فلزات سنگین می‌تواند به‌کار روند. بنابراین غلظت فلزات سنگین در بافت‌های بدن ماهی می‌تواند مقدمه‌ای برای شناسایی سطح آلودگی بوم‌سامانه‌های آبی باشد (Dugo et al., 2006). تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تاثیر منابع آلاینده‌ی دریایی، فعالیت‌های صنعتی، جنسیت و فصول متفاوت بر غلظت سرب در بافت عضله‌ی ماهی گل خورک والتونی در سه منطقه‌ی بندر خمیر، درگهان و گلشهر صورت گرفت.

۲. مواد و روش کار

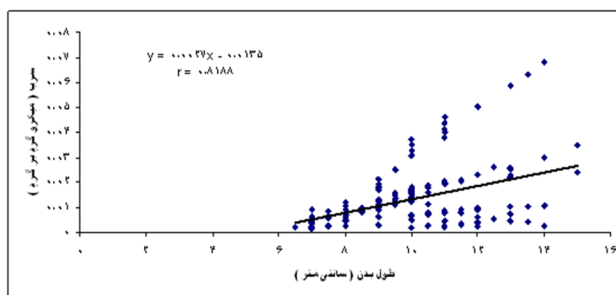
نمونه‌برداری و تعیین ایستگاه‌ها در آب‌های هرمزگان با توجه به پوشش حداکثری سطح منطقه صورت گرفت. علاوه بر این، پراکنش سه ایستگاه نمونه‌برداری به شکلی انتخاب شد که عمدتاً پیرامون مکان‌های ورود پساب‌های شهری و صنعتی و همچنین در کنار اسکله‌ها و صیدگاه‌های بزرگ آبزیان واقع شده باشند. بر این اساس سه ایستگاه که دارای جنگل‌های طبیعی و دست‌کاشت حرا، که محل زندگی ماهی گل خورک است، تعیین گردید؛ به-طوری‌که با هر پدیده‌ی جزر و مدی سواحل این مناطق شامل تعداد زیادی از ماهی گل خورک است. نمونه‌برداری از ماهی گل خورک والتونی در فصل زمستان (بهمن‌ماه ۱۳۸۸) و فصل تابستان (مردادماه ۱۳۸۹) در سه منطقه مورد مطالعه یعنی بندرخمیر با مختصات جغرافیایی ۲۶ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و ۵۶ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی، درگهان با مختصات جغرافیایی با طول جغرافیایی ۵۵/۹۵ و عرض جغرافیایی ۲۷/۱ و گلشهر با مختصات جغرافیایی ۳۶/۱۹ عرض جغرافیایی و ۵۹/۶۲ طول جغرافیایی انجام شد (شکل ۱).

اگرچه این ماهی به‌طور معمول به‌صورت دستی و بدون تور صید می‌شود، اما در این تحقیق جهت تسریع صید از توری ساچوک استفاده گردید، به‌طوری‌که این توری سرعت و توانایی صید ماهی گل خورک را افزایش می‌داد. در هر فصل ۳۰ عدد

تست شد. سپس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نمونه‌های مختلف از نظر غلظت عنصر سرب با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA و F-Test مقایسه گردیدند. نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل ترسیم شدند. سپس جهت مقایسه اختلاف میانگین پارامترهای به دست آمده از آزمون توکی در سطح آماری ۹۵ درصد استفاده گردید.

۳. نتایج

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که غلظت عنصر سرب در عضله ماهی گل خورک والتونی در سه منطقه بندر خمیر، درگهان و گلشهر با اندازه بدن (طول کل و وزن کل) ضریب همبستگی پیرسون مثبت و معنی داری دارد (نمودار ۱)؛ به طوری - که در بافت عضله ماهی گل خورک والتونی با افزایش طول بدن و وزن بدن میزان عنصر سرب در بدن ماهی نیز افزایش می‌یابد. همچنین از لحاظ غلظت عنصر سرب در عضله ماهی گل خورک والتونی بین مناطق بندر خمیر، درگهان و گلشهر در فصول زمستان و تابستان از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده شد ($p < 0/05$). نتایج به دست آمده نشان دهنده ی آن است که میزان عنصر سرب منطقه بندر خمیر نسبت به مناطق درگهان و گلشهر و منطقه ی درگهان نسبت به گلشهر به طور معنی داری بیشتر است ($p < 0/05$). ضمن اینکه منطقه بندر خمیر در دو فصل زمستان و تابستان غلظت عنصر سرب بیشتری را نسبت به مناطق درگهان و گلشهر دارد (جدول ۱).



نمودار ۱: رابطه‌ی بین غلظت سرب و طول بدن ماهی گل خورک در مناطق بندر عباس، بندر خمیر و درگهان ($r=0.81$ و $p<0.05$)

از لحاظ غلظت عنصر سرب در بافت عضله ماهی گل خورک والتونی، در سه منطقه بندر خمیر، درگهان و گلشهر بین

با استفاده از روش پیشنهادی سازمان UNEP که جهت آنالیز نمونه‌های ماهی به منظور اندازه‌گیری بعضی از عناصر فلزی توصیه شده بود صورت گرفت. سپس جهت خشک شدن نمونه‌ها و جلوگیری از تبخیر احتمالی مقادیر فلز سرب از خشک کردن مستقیم در آون خودداری گردید (MOOPAM, 1999).

بافت‌های عضله گل خورک‌ها در دستگاه فریز درایر (مدل VaCo 5) با دمای 40°C - به مدت ۸ تا ۱۰ ساعت خشک و به کمک هاون چینی آزمایشگاهی پودر گردیدند. ۰/۵ گرم از بافت توزین (ترازوی ساتریوس Sartorius با دقت ۰/۰۰۱ گرم) و به ویال مایکروویو (مدل ETHOS 1) انتقال یافت. ۷ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ ۶۵٪ و ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه ۳۰٪ به نمونه افزوده و در ماکروویو مورد هضم قرار گرفت، پس از هضم محتویات ویال به ظروف پلی اتیلنی درب دار انتقال و در 40°C - تا زمان آنالیز نگهداری شدند (MOOPAM, 1999).

سپس به منظور اندازه‌گیری غلظت عنصر سرب از روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی با کوره گرافیتی (GFAAS) استفاده نموده و برای هر نمونه سه بار تکرار و سرانجام میانگین سه بار سنجش به عنوان غلظت واقعی فلز مورد نظر ثبت گردید. برای اطمینان از صحت آزمایش، در هر بار استفاده از دستگاه طیف سنجی جذب اتمی، از نمونه‌ی بافت آبی استاندارد شده (ماده استاندارد) به عنوان شاهد استفاده گردید. در صورت صحت غلظت مورد سنجش کار با دستگاه ادامه یافت (MOOPAM, 1999). برای اطمینان از دقت یا تکرارپذیری روش آنالیز سرب، نمونه‌ی بافت عضله انتخاب و پس از انجام ۸ بار تکرار و محاسبه میانگین و انحراف معیار، سرانجام درصد انحراف معیار نسبی (Relative Standard Deviation (RSD) برای اندازه‌گیری - های سرب کمتر از ۱۰٪ به دست آمد، که نشان دهنده ی تکرارپذیری خوب روش جذب اتمی برای اندازه‌گیری‌های مذکور دقت روش‌های اندازه‌گیری و آنالیز آماری را تضمین می - نماید. سنجش صحت روش در پژوهش حاضر از طریق انتخاب ۸ نمونه تصادفی از سرب در بافت عضله ماهی گل خورک والتونی و با استفاده از دستگاه پلاسمای جفت شده القایی (ICP) علاوه بر دستگاه جذب اتمی صورت گرفت. نتایج به دست آمده از دستگاه جذب اتمی و دستگاه پلاسمای القایی با یکدیگر اختلاف معنی داری نشان نداد. برای کالیبراسیون از نمونه‌های استاندارد سرب استفاده شد. پس از جمع آوری اطلاعات ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov- Smirnov

کاهش می‌یابد، در حالی که همبستگی معنی‌داری بین غلظت عناصر ذکر شده با طول و اندازه بدن ماهی در عضله این ماهیان وجود داشت. داداللهی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که رابطه خطی مستقیم بین میزان تجمع فلزات کادمیوم و سرب با طول و وزن کل در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت *Barbus grypus* وجود دارد. Ayse (۲۰۰۳)، با مطالعاتی که بر روی دو گونه *Mugil cephalus* و *Sparus aurata* انجام داد، مشخص نمود که بین غلظت فلزات سنگین آهن، مس، نیکل، کروم، سرب و روی در بافت‌های ماهیچه، پوست و گنادها با اندازه بدن (طول کل و وزن بدن) ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد. آگاه و همکاران (۲۰۰۸) پژوهشی را بر روی ۱۴۱ گونه ماهی در مناطق آبادان- دیلم و نیروگاه بوشهر برای اندازه‌گیری غلظت ۱۶ عنصر فلزی در ماهیچه و کبد این ماهیان انجام دادند که نتایج این تحقیقات نشان داد تجمع فلزات سنگین در ماهیان بزرگتر (مسن تر) بیشتر بوده و بر عکس در ماهیان در نمونه‌های جوان^۱ تجمع فلزات سنگین کمتر است. Farias و همکاران (۲۰۰۵)، به هدف ارزیابی سطوح تجمع جیوه در دو ناحیه پرورشی ماهی در برزیل که یک ناحیه دارای سابقه فعالیت معدن کاری و دیگری بدون سابقه بود، غلظت جیوه را در سطوح غذایی مختلف با وزن مشابه از ماهی مورد اندازه‌گیری قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین غلظت جیوه و وزن ماهیان گوشتخوار بود. Canil و Atli (۲۰۰۳)، در تحقیقی که در مورد ارتباط بین سطوح فلزات سنگین و اندازه ۶ گونه ماهی مدیترانه‌ای انجام دادند مشخص نمودند که بین غلظت آهن و اندازه بدن (طول و وزن بدن) در آبشش، کبد و ماهیچه و نیز در مورد کادمیوم و سرب با طول ماهی یک همبستگی مثبت مشاهده می‌شود. نتایج حاصل از تحقیق و پژوهش حاضر نشان می‌دهد که غلظت سرب در ماهی گل خورک والتونی با افزایش طول و وزن ماهی افزایش می‌یابد که این رابطه را می‌توان به عادت تغذیه‌ای ماهی گل خورک والتونی نسبت داد. ماهی گل خورک والتونی از ماهیان دوزیست پر تحرک و چابک در پهنه‌های گلی و جنگل‌های حرا و نواحی جزر و مدی مناطق ساحلی و گرمسیری است که به‌طور مداوم در تماس با رسوبات بستر و مناطق بالادست پهنه‌های گلی بوده و از سخت‌پوستان (میگو، خرچنگ، بارناکل)، حلزون، حشرات و ماهیان تغذیه می‌کنند. به‌طوری‌که Mhaisen و Al-Maliki (۱۹۹۶)،

جنس‌های نر و ماده از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0/05$).

جدول ۱: نتایج حاصل از مقایسه میانگین مقادیر عنصر سرب در عضله ماهی گل‌خورک در مناطق گلشهر، بندر خمیر و درگاهان در فصول تابستان و زمستان (میانگین \pm انحراف استاندارد) ($n=30$)

متغیر	گلشهر		بندر خمیر		درگاهان	
	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان	تابستان	زمستان
سرب	۰/۰۰۴±۰/۰۰۲	۰/۰۰۷±۰/۰۰۱	۰/۰۰۲±۰/۰۰۵	۰/۰۰۴±۰/۰۰۷	۰/۰۰۲±۰/۰۰۱	۰/۰۰۸±۰/۰۰۵

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که فلز سنگین سرب در بافت عضله ی ماهی گل خورک والتونی در سه منطقه بندر خمیر، بندر درگاهان و گلشهر با اندازه بدن (طول کل و وزن کل) ضریب همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P<0/05$); به‌طوری‌که با افزایش اندازه بدن (طول کل و وزن بدن) میزان عنصر سرب در بدن ماهی نیز افزایش می‌یابد.

نیوی و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت‌های عضله و کبد دو گونه‌ی کفشک ماهی تیز دندان و گرد در سواحل بندر لنگه و بندر عباس نشان دادند که بین غلظت فلزات و اندازه بدن (طول و وزن بدن) ارتباط معنی‌داری از لحاظ آماری نشان می‌دهد، بدین معنی که با افزایش طول و وزن بدن شدت آلودگی نیز افزایش می‌یابد. محوری حبیب آبادی (۱۳۷۷)، در مطالعه‌ای که بر روی ماهی شوریده انجام داد، به این نتیجه رسید که غلظت فلزات سنگین آهن، مس، کبالت، کادمیوم، نیکل و سرب با اندازه‌ی بدن (طول و وزن بدن) این گونه ارتباط مستقیمی دارد. ناصری و همکاران (۱۳۸۴) با ارزیابی تجمع فلزات سنگین آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم در بافت‌های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز سواحل بوشهر نشان دادند که غلظت این عناصر در بافت آبشش و امعاء و احشاء نسبت به بافت عضله بیشتر است. همچنین بین وزن و طول ماهیان در جذب و تجمع برخی عناصر سنگین اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. Gaspic و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافتهای کبد و عضله دو گونه ماهی هیک اروپایی *Merluccius merluccius* و کفال قرمز *Mullus barbatus* در دریای آدریاتیک نشان دادند که رابطه‌ی بین طول ماهی با غلظت عناصر مذکور در کبد ماهی با افزایش طول ماهی

¹ tiger-tooth fishes

در بررسی محتویات روده ماهی گل خورک والتونی در مصب خور الزبیر عراق، بارناکل، حلزون، حشرات، ماهی، میگو و خرچنگ را شناسایی نمودند که در بین آنها سخت پوستان با بالاترین سهم، غذای غالب را به خود اختصاص داده‌اند و این نتیجه دال بر رژیم غذایی گوشتخواری است. گل خورک‌ها تنها ماهیانی هستند که اغلب فعالیت‌های عمده‌ی خود شامل: تغذیه، جفت‌گیری و دفاع از قلمرو را بر روی خشکی انجام می‌دهند. به‌طور عمومی ثابت شده است که تجمع فلزات سنگین در بافت‌های زنده به‌وسیله جذب مخصوص، سمیت زدایی و مکانیسم دفع کنترل می‌شود و همچنین به میزان متابولیسم بافت اختصاصی بستگی دارد (پورنگ، ۱۳۷۲). مطالعات گذشته نیز بر این مطلب تاکید دارد که اندازه‌ی بدن (طول و وزن) با غلظت فلزات سنگین ارتباط مثبت و معنی‌داری دارد.

از سوی دیگر نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده‌ی آن است که غلظت عنصر سرب در بافت عضله‌ی ماهی گل خورک والتونی در مناطق مورد مطالعه (بندر خمیر، درگهان و گلشهر) با یکدیگر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری دارد ($p < 0/05$). همچنین غلظت عنصر سرب در بافت عضله‌ی ماهی گل خورک والتونی در فصل تابستان و زمستان در منطقه‌ی بندر خمیر نسبت به درگهان و گلشهر غلظت بالاتری را نشان می‌دهد. ضمن اینکه بین دو فصل تابستان و زمستان از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد ($p < 0/05$). درحالی‌که عامل جنسیت در روند تجمع غلظت عنصر سرب در بافت عضله‌ی ماهی گل خورک والتونی بی‌تاثیر است.

Chen (۲۰۰۲) نشان داد که اختلاف معنی‌داری در غلظت عناصر سرب، کادمیوم، جیوه، نقره، مس و آهن در نمونه‌های مناطق مختلف تالاب چی-کو وجود دارد. او همچنین بیان کرد که در مناطقی که منشأ آلاینده‌ها از فاضلاب یا ورودی آب شیرین بود عناصر کادمیوم، جیوه و مس بیشتر در محیط حضور داشتند، در حالی که هرچه به‌سمت مناطق دور از دهانه و ورودی تالاب برویم، غلظت این عناصر کاهش می‌یابد. Turkmen 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 گونه‌ی ماهی می‌تواند بسیار متنوع و متغیر باشد. آن‌ها همچنین نشان دادند که غلظت فلزات سنگین گونه‌های مختلف ماهیان در مناطق مختلف نمونه‌برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارد. زیستگاه موجود آبری تاثیر به‌سزایی در غلظت عناصر سنگین

دارد، به‌طوری‌که فلزات سنگین در موجوداتی که در آب‌های خلیج زیست می‌کنند کمتر از میزان فلزات سنگین در بدن موجوداتی است که در آب‌های ساحلی و ورودی خلیج‌ها و مصب‌ها حضور دارند (Al-Yousef et al., 2000). باید در نظر داشت که بالا بودن غلظت این فلزات در بافت ماهیچه می‌تواند از تمایل این فلزات به تجمع در بافت‌های پرتحرک آبریان باشد. Bustamante و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که در شبکه‌ی غذایی مناطق قطبی و نیمه قطبی ممکن است شرایط محیطی مانند دما، فصل و قابلیت دسترسی عناصر ضروری، نقشی کلیدی در فرایند جذب، ذخیره و حذف فلزات سنگین به‌وسیله‌ی موجودات ایفا نماید. علاوه بر این، عوامل محیطی محلی مانند جریان‌های فراجوشی^۱ می‌تواند غلظت فلزات سنگین را در محیط‌های دریایی افزایش دهد. آزمایشات متعدد نشان داده‌اند که تجمع فلزات سنگین به غلظت قابل دسترس فلز در آب و مدت زمانی که در محیط وجود دارد بستگی دارد و دیگر عوامل محیطی مانند شوری، PH، سختی و دما نقش مهم و معنی‌داری را ایفا می‌کند. همچنین نیازهای بوم‌شناختی، جنس، اندازه و تولیدمثل موجودات دریایی نیز بر روی تجمع فلزات سنگین موثر است (Canli et al., 2003) و (Farkas, 2003). Turkmen و همکاران (۲۰۰۵)، بیان کردند که غلظت فلزات سنگین در عضله ماهی با توجه به منطقه-ای که ماهی صید شده است و با توجه به گونه‌ی ماهی می‌تواند بسیار متنوع و متغیر باشد. آن‌ها همچنین نشان دادند که غلظت فلزات سنگین گونه‌های مختلف ماهیان در مناطق مختلف نمونه-برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارد. به‌طور کلی از مهمترین دلایل بالا بودن غلظت فلز سرب در اندام ماهی گل خورک والتونی در منطقه بندر خمیر می‌توان به وجود صنایع مختلف در کنار سواحل و تخلیه‌ی پساب‌های صنعتی و شهری به آب‌های ساحلی اشاره کرد که حاوی انواع فلزات سنگین بخصوص سرب هستند. با مطالعاتی که رضایی (۱۳۸۲)، بر روی میزان تجمع فلزات سنگین Cd- Pb- Cu- Fe- Ni- Cr- Zn در رسوبات سطحی خور خوران (منطقه حفاظت شده حرا) انجام داد نتیجه گرفت که بیشترین میزان بار آلودگی فلزات سنگین در رسوبات سطحی (به‌جز فلز مس) در اسکله‌ی بندر خمیر مشاهده شد. او همچنین نشان داد که در رسوبات سطحی خورخوران در منطقه‌ی بندر خمیر، عنصر سرب در مقایسه با میانگین آن‌ها در

¹ Up welling

barbatus در دریای آدریاتیک نشان دادند که بین غلظت عناصر سرب و کادمیوم در کبد و عضله ماهیان مذکور در جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود ندارد. حسینی و همکاران (۱۳۷۳) با بررسی روند تغییرات و میزان فلزات سنگین (Pb, Zn, Cu, Cd) در گاماروس‌های مصب رودخانه‌های سواحل دریای خزر نشان دادند که میزان جذب و تجمع فلزات سنگین به جنسیت گاماروس‌ها ارتباطی ندارد. Fabris 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 معنی‌داری از لحاظ آماری وجود ندارد. نتایج این پژوهش‌ها حاکی از آن است که جنسیت موجود آبی در غلظت عناصر در بافت‌های کبد، عضله و آبشش بی‌تاثیر است. Farkas و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه خود بر روی ماهی سیم (*Abramis brama*) مشخص کردند که از لحاظ آماری هیچ تفاوت قابل قبولی از لحاظ جنسیت بین غلظت فلزات سنگین در این گونه قابل مشاهده نیست.

نتایج تحقیق و پژوهش کنونی نیز نشان می‌دهد که جنسیت (نر و ماده) در ماهی گل خورک والتونی بر روی غلظت عنصر سرب در بافت عضله این ماهی بی‌تاثیر است که با توجه به موارد فوق، این امر در تطابق کامل با نتایج تحقیقات پیشین است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت که عواملی نظیر فصل، منطقه و زیستگاه ماهی گل خورک والتونی بر روی میزان تجمع عنصر سرب تاثیرگذارند. در حالی که نوع جنسیت (نر و ماده) در این نوع ماهی بر روی غلظت عنصر سرب در بافت عضله بی‌تاثیر است و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های شهری، نفتی و صنعتی در مناطق مختلف خلیج فارس (بندر خمیر، درگهان و گلشهر) طی فصول متفاوت بر روند تجمع عنصر سرب در ماهی گل خورک والتونی موثر هستند.

منابع

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌های بهداشتی و استاندارد در محیط زیست، انتشارات: نقش مهر، تهران، صفحات ۱۵۵-۱۲۷.
پورنگ، ن.، ۱۳۷۲. تجمع زیستی آلاینده‌ها به ویژه فلزات سنگین در بوم سامانه‌های آبی مرکز تحقیقات شیلات ایران. جلد ۳، صفحات ۴۱-۲۱.

پوسته زمین و رسوبات جهانی از مقادیر بیشتری برخوردار است. همچنین بالا بودن غلظت این فلز در منطقه صیادی بندر خمیر می‌تواند به دلیل تراکم بالای صنایع و حجم بیشتر پساب‌های شهری و صنعتی تخلیه شده به دریا باشد. همچنین وجود کارخانه‌های لنج‌سازی و کارخانه‌ی سیمان در ساحل این منطقه و استفاده از رنگ‌های صنعتی برای بدنه کشتی‌ها و تخلیه پساب این صنایع به آب‌ها می‌تواند از دلایل دیگر این امر باشد. بنابراین کلیه موارد فوق با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مبنی بر بیشتر بودن غلظت عنصر سرب در منطقه‌ی بندر خمیر نسبت به مناطق درگهان و گلشهر هم‌خوانی مناسبی دارد که تحقیقات پیشین این نتایج را تأیید می‌نماید.

ماهی گل خورک والتونی همانند سایر ماهیان و موجودات خونسرد تابع دمای محیط بوده و به دلیل افت دمایی در زمستان، این موجودات نیز دچار رخوت و سستی شده و کمتر جهت تغذیه از لانه‌های خود خارج گشته و ترجیح می‌دهند بیشتر زمان‌ها در لانه‌های خود باقی بمانند (Caran, 1943). در بدن موجودات آبی، غلظت اغلب فلزات سنگین در فصل تابستان، هم در مکان‌های فاقد آلودگی و هم در مناطقی که دارای فعالیت‌های صنعتی هستند بیشتر است (Mendil et al., 2010). عبدلی (۱۳۸۷) با تحقیقی که بر روی خصوصیات زیست‌شناختی ماهی گل خورک والتونی در استان بوشهر و هرمزگان انجام داد، با بدست آوردن شاخص شانون نشان داد که تنوع غذایی در فصل تابستان بیشتر از زمستان است و این نوع ماهی در تابستان بیشترین و در زمستان کمترین تنوع غذایی را دارا است. ماهی گل خورک والتونی احتمالاً به دلیل اینکه در زمستان کمتر تغذیه می‌کند، در فصل پاییز غذای بیشتری می‌خورد. در زمستان به دلیل کاهش فعالیت بدنی، سوخت و ساز بدن نیز کاهش می‌یابد. همین مقدار غذا با صید محدودی که در فصل زمستان انجام می‌شود، برای زندگی در زمستان کافی است. به دلیل فعالیت کمتر، تغذیه‌ی کمتر و خواب زمستانی و در دسترس بودن کمتر مواد غذایی در فصل زمستان نسبت به فصل تابستان، غلظت فلزات سنگین تجمع یافته در بدن ماهی گل خورک در فصل تابستان نسبت به زمستان بیشتر است. کلیه موارد فوق با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مبنی بر بیشتر بودن غلظت عنصر کادمیوم در فصل تابستان هم‌خوانی مناسبی دارد. Gaspic و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت‌های کبد و عضله دو گونه ماهی هیک اروپایی *Merluccius merluccius* و کفال قرمز *Mullus*

- Levels of selected metals in canned fish consumed in Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 117: 271- 279.
- Ayse, Y., 2003. Comparison of heavy metal level of grey Mullet (*Mugil cephalus* L.) and Sea Bream (*Sparus aurata* L.) caught in Iskenderun Bay. *The science of the Environment*, 25(2): 115- 148.
- Barak, N.; Salman, N.; Ahmad, S., 1994. piscivorous feeding of Mudskipper *Periophthalmus waltoni* from Khor Al-Zubair, North West of Persian Gulf. *Pakistan journal of zoology*, 26(3): 280-283.
- Canli, M.; Altı, G., 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and size of six mediterranea Fish species. *Environment pollution*, 121: 129-136.
- Caran, j., 1943. Crabs from the genus *Uca* from the west coast of central America. *Zoological*, 26: 145-208.
- 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.
- Clayton, D., 1991. predator feeding strategy and prey importance: A new graphical analysis, *fish biology*, 36: 261-263.
- Cogun, H.Y.; Yuzereroglu, T.A.; Firat, O.; Gok, G.; Kargin, F., 2006. Metal concentrations in fish species from the Northeast Mediterranean Sea. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 121: 431-438.
- Dugo, G.; Lopera, L.; Bruzzes, A.; Pellicano, T. M.; Lotorco, V., 2006. Concentration of Cd, Cu, 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.
- Farias, R.A.; Hacon, S.; Campos, R.C.; Argento, R., 2005. Mercury contamination in farmed fish setup on former garimpo mining area in the Northern Mato Grosso داداللهی، ع.س.؛ نبوی، س.م.ن؛ خیرور، ن.، ۱۳۸۷. ارتباط برخی مشخصات زیست‌سنجی با تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیریت در رودخانه اروندرود. *مجله علمی شیلات ایران*، جلد ۴، صفحات ۳۳-۲۷.
- عبدلی، ل.، ۱۳۸۷. بررسی مقایسه‌ای برخی خصوصیات زیست‌شناختی ماهی گل‌خورک در سواحل استان هرمزگان و بوشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هرمزگان، دانشکده علوم پایه.
- عرفان منش، م.؛ افیونی، م.، ۱۳۷۹. آلودگی محیط زیست، آب - خاک و هوا، انتشارات ارکان اصفهان، ۲۰۱ صفحه.
- کلارک، آ.، ۱۳۷۹، آلودگی دریا، مترجم: محمد علی زاهد، زینب محمدی دشتکی، تهران، صفحات ۱۳۸-۱۰۹.
- محوری حبیب آبادی، ع.، ۱۳۷۷. اندازه‌گیری و مقایسه فلزات سنگین در بافت‌های ماهی شوریده، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی.
- ناصری، م.، ۱۳۸۴. سنجش میزان عناصر سنگین آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم در بافت‌های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز سواحل بوشهر. سمینار کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس.
- نبوی، ع. س. م.، ۱۳۸۵. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین، سرب و کادمیوم در گونه کفشک ماهی سواحل بندرعباس و بندر لنگه، همایش بحران‌های استان خوزستان. صفحات ۱۵-۱۰.
- Agusa, T.; Kunito, T.; Sudaryanto A.; Monirith, I.; Kan-Atireklap, S.; Iwata, H.; Ismail, A.; Sanguansin, J.; Mughtar, M.; Tana, T.S.; Tanabe, S., 2007. Exposure assessment for trace fish in southeast Asia. *Journal of Environmental pollution*, 145: 766- 777.
- Al- Yousef, M. H.; Ei- shahawi, M. S.; 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 Total Environment*, 256: 87-94.
- Ashraf, V., 2005. Accumulation of heavy metals in kidney and heart tissues of *Epinephelus microdon* fish from the Persian Gulf. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 101: 311- 316.
- Ashraf, W.; Seddigi, Z.; Abulkibash, A.; Khalid, M., 2006.

- water from northern part of the Persian Gulf. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 109: 293-316.
- Romeo, M.; Siau, Y.; Sidoumou, Z.; Gnassia- Barelli, M., 1999. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *Journal of scientific Total Environment*, 232(1): 169- 75.
- Ruangsomboon, S.; Wongrat, L., 2006. Bioaccumulation of cadmium in an experimental aquatic food chain involving phytoplankton (*Chlorella vulgaris*), zooplankton (*Moina macrocopa*), and the predatory catfish *Clarias macrocephalus* and *C. gariepinus*. *Aquatic Toxicol*, 78(1): 15-18 pp.
- Turkmen, A.; Turkmen, M.; TQE, Y.; Akyu, I., 2005. Heavy metals in three Commercially Valuable fish species from Iskenderun Bay, North East Mediterranean sea, Turkey. *Food Chemistry*, 91: 167-172.
- State, Amazonian region, Brazil. *Scienc of the Total Environment*, 384: 128-134.
- Farkas, A.; Salanki, j.; Specziar, A., 2003. Age and size specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. population a low-contaminated site. *Water Research*, 37: 959-964.
- Gaspic, Z. K.; Zvonaric, T.; Vrgoc, N.; Odzak, N.; Baric, A., 2002. Cadmium and Lead in selected tissues of two commercially important fish species from the Adratic sea. *Water Reserch*, 3d: 5023-5028.
- Mhaisen, F.; Al- Maliki, N., 1996. Parasites, diseases of the dark blotched Mudskipper *Periophthalmus waltoni*: (Perciformes: Gobiidae), in the Khor Al-Zubair estuary (Iraq), *Zoology in the Middle East*, 13: 85-87.
- MOOPAM., 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. Kuwait, 321 p.
- Pourang, N.; Nikouyan, L.; Dennis, J.H., 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and