

بررسی میزان تجمع فلزات  
در ماهی‌های سواحل بندر لنگه و بندرعباس؛

# تأثیر سوء ژنتیکی

دکتر بهزاد سعیدیپور<sup>۱</sup> - دکتر سید محمد باقر نبوی<sup>۲</sup> - دکتر محمد صدیق مرتضوی<sup>۳</sup> - رضا خوشنود<sup>۴</sup>

به منظور مطالعه غلظت فلزات سنگین در ماهیان مختلف سواحل استان هرمزگان و مقایسه غلظت فلزات سنگین در گونه‌های مختلف همچنین مقایسه مناطق صیادی مختلف در این استان، به بررسی غلظت فلز سرب و کادمیوم در بافت کبد کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و کفشک تیزدندان (*Psettodes erumei*) در دو منطقه صیادی بندرعباس و بندرلنگه پرداخته شد. نمونه‌ها پس از تهیه شدن با استفاده از روش موجود در کتاب استاندارد متد به آزمایشگاه منتقل و پس از بیومتری بافت هدف جدا و پس از خشک شدن، پودر شدن و هضم شیمیایی جهت تعیین میزان فلز سرب (pb) و کادمیوم (Cd) توسط دستگاه جذب اتمی آنالیز شدند. میانگین غلظت سرب در کبد کفشک تیزدندان در بندرعباس ppm ۵۵/۴۷ و در بندرلنگه ppm ۴۶/۳۸ و میانگین غلظت سرب در کبد کفشک گرد در بندرعباس ppm ۹۴/۸۷ و در بندرلنگه ppm ۸۶/۰۹ بوده است. همچنین میانگین غلظت کادمیوم در کبد کفشک تیزدندان در بندرعباس ppm ۷۹/۱۶ و در بندرلنگه ppm ۴۸/۷۶ و میانگین غلظت کادمیوم در کبد کفشک گرد در بندرعباس ppm ۴۰/۳۷ و در بندر لنگه ppm ۳۹/۸۳ به دست آمد. طبق اطلاعات بدست آمده اختلاف معنی داری بین میانگین‌ها مشاهده نشد. ضمناً در مورد غلظت سرب در بافت کبد دو گونه تفاوت معنی داری وجود داشت. با بررسی دیگری که در زمینه ارتباط بین غلظت فلز و طول و وزن ماهیان انجام شد مشخص گردید که بین این پارامترها ارتباط کاملاً معنی داری وجود دارد بدین معنی که با افزایش طول و وزن شدت آلودگی نیز افزایش می‌یابد. با توجه به غلظت‌های به دست آمده در بافت کبد و حدود استاندارد FDA ماهیان مذکور قابل مصرف نمی‌باشند.

جدول ۱ - دامنه و میانگین غلظت فلز سرب در کبد گونه‌های مورد مطالعه (ppm)

میانگین	گونه	ایستگاه
۵۵/۴۷	کفشک تیزدندان	بندرعباس
۹۴/۸۷	کفشک گرد	
۴۶/۳۸	کفشک تیزدندان	بندر لنگه
۸۶/۰۹	کفشک گرد	

است. زیرا معمولاً چنین پنداشته می‌شود که سطح بدن ماهی مانع از ورود مواد زیان بار موجود در آب به داخل بدن می‌شود. از طرفی ماهیان با ترشح مواد مخاطی (Mucus) بر روی پوست تا اندازه زیادی از ورود آلاینده‌ها به بدن جلوگیری می‌کنند.

◆ جذب از طریق دستگاه تنفسی: برنش‌ها نه تنها اندام‌های اصلی تبادل گاز در ماهیان هستند بلکه نقش قابل ملاحظه‌ای را در جذب مواد (حتی فلزات) ضروری و غیرضروری از آب را برعهده دارند. پس از جذب فلزات سنگین توسط برنش‌ها این فلزات در تمامی بدن پراکنده شده و در اندام‌های به خصوصی نظیر کبد و کلیه تجمع می‌یابند.

◆ از طریق دستگاه گوارش: جذب فلزات غیرمحلول توسط ماهیان تنها از طریق دستگاه گوارش میسر است. در بسیاری از اکوسیستم‌های آبی، آلودگی ماهیان بواسطه استفاده غذایی از موجودات زنده حاوی فلزات بوده و غذاهای آلوده به فلزات سنگین یک منبع بسیار آلوده‌تر از آب می‌باشد. همچنین باید به نقش رسوبات به عنوان جایگاه نهایی آلاینده‌ها در محیط‌های آبی و تغذیه بسیاری از کفزیان و تماس مستقیم با آنها نیز اشاره کرد.

کفشک ماهی از گونه‌های کفزی می‌باشد که به دلیل تماس مستقیم با رسوبات و رژیم تغذیه می‌تواند شاخص مناسبی از وضعیت بستر و آلودگی‌های منطقه باشد. در منطقه صیادی بندرعباس به دلیل وجود صنایع مختلف و همچنین نیز وجود دو اسکله بزرگ کشور و همچنین تردد کشتی‌های نفتکش و تجاری، در معرض آلودگی‌های مختلفی قرار دارد. که در این پژوهش به بررسی فلزات سنگین کادمیوم (Cd) و سرب (Pb) در دو بافت کبد و ماهیچه دو گونه از کفشک ماهیان منطقه به نام‌های کفشک گرد و کفشک تیزدندان در منطقه صیادی بندرعباس و بندرلنگه پرداخته شده است. لازم بذکر است که این گونه‌ها از گونه‌های تجاری منطقه می‌باشند که مورد تغذیه انسان نیز قرار می‌گیرند.

#### مواد و روش‌ها

در این پژوهش دو گونه ماهی به نام‌های کفشک

محیط‌های آبی و آبریان در سطح جهان به طور بسیار گسترده‌ای صورت گرفته است. ذخیره‌سازی و تجمع زیستی مواد آلوده‌کننده و بخصوص فلزات سنگین در آبریان تابعی از شرایط اکولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی موجود در آب می‌باشد که به جایگاه موجود در زنجیره غذایی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، وضعیت اکولوژیکی ماهی و واکنش‌های ارگان‌های مختلف ماهی وابسته است.

اصولاً فلزات سنگین بیشتر در بافت‌هایی وجود دارند که فعالیت‌های متابولیکی بالایی دارند. کلیه‌ها، کبد و ماهیچه‌ها از مهم‌ترین این اندام‌ها هستند. آلودگی شدید منابع آبی با سرب موجب سیاه شدن باله‌ها و خمیدگی ستون فقرات در ماهیان می‌شود. همچنین ثابت شده است که فلز سرب بر روی دستگاه تناسلی تأثیرات سوء وارد کرده و می‌تواند سبب بروز اختلالات ژنتیکی شود. سرب معمولاً در قسمت‌های اسکلتی سخت پوستان بیشتر از قسمت‌های عضلانی تجمع پیدا می‌کند.

میزان جذب کادمیوم در جانوران ناشی از نوع تغذیه آنهاست. کبد و کلیه محل مناسبی جهت تمرکز کادمیوم می‌باشند. صدف‌های دریایی نیز از غلظت بالایی از کادمیوم برخوردارند. مهم‌ترین راه‌های جذب فلزات سنگین در ماهیان عبارتند از:

◆ جذب سطحی: تنها شواهد اندکی مبنی بر جذب فلزات سنگین از طریق پوست موجود

#### فلزات سنگین کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میر آبریان را باعث می‌شوند.



#### فلزات سنگین سبب انعقاد لعاب سطحی بدن و آبشش ماهیان می‌شوند.

#### اثرات فلزات سنگین بر سلامت انسان

مطالعه پیرامون نقش فلزات سنگین در محیط زیست و اثرات آنها بر سلامت انسان و موجودات از دیرباز مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است. از آنجا که فلزات سنگین به دلیل برخورداری از خاصیت تجمع‌پذیری، در بافت‌های مختلف و عدم تجزیه‌پذیری و نیز مقاومت در برابر تغییرات بیولوژیکی پس از ورود به محیط قادرند در چرخه حیات به حرکت چرخه‌ای خود ادامه داده و به تدریج در بافت‌های چرب و نیز در مصرف‌کنندگان تکامل یافته، ذخیره گردند و از این راه موجب بروز خطرات عدیده سمی، حاد و مزمن و حتی اثرات سوء ژنتیکی شوند.

بسیاری از فلزات به طور طبیعی در اکوسیستم‌های آبی وجود دارند و حتی تعدادی از آنها در بقاء موجودات نقش حایز اهمیتی را ایفا می‌کنند (مانند آهن، روی، کبالت) با این وجود چنانچه غلظت این فلزات از حد مشخصی فراتر رود موجب بروز اختلال در شبکه‌های غذایی و به طور کلی فعالیت آبریان می‌شود.

امروزه به دلیل افزایش استقرار صنایع مختلف در سواحل و رشد و توسعه شهرهای ساحلی، اکوسیستم‌های آبی و آبریان آنها از آلودگی‌های تخلیه شده به آنها توسط صنایع مختلف و کشتی‌ها، تأثیر می‌پذیرند. این تأثیرات از بدو ورود آلودگی به اکوسیستم به صورت کاهش فعالیت‌های زیستی موجودات و در برخی موارد تلفات شدید آبریان نمود پیدا می‌کند. فلزات سنگین اثرات مختلفی مانند کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میر آبریان را باعث می‌شوند. این گونه رفتار سبب زوال زیستی آبریان می‌گردد. نابودی یا کاهش گونه‌های خاص سبب تغییر در اکوسیستم آبی گشته و توازن آنها را به هم می‌زند.

فلزات سنگین سبب انعقاد لعاب سطحی بدن (موکوس) و آبشش ماهیان می‌شوند. همچنین مشخص شده است که ماهی‌ها در محلول‌های سرب در اثر تنگی نفس شدید می‌میرند. میزان سمیت فلزات سنگین بسته به شکل فلز در آب (معدنی یا آلی) حضور یا عدم حضور سایر فلزات، فاکتورهای محیطی از قبیل دما، اکسیژن محلول، شوری و شرایط موجود زنده از قبیل مرحله زندگی، سن، جنس، میزان فعالیت، نوع تغذیه و... تغییر می‌کند.

سطوح مختلف جذب یک فلز منعکس‌کننده تفاوت در رژیم غذایی و یا توانایی‌های کنترل هوموئاستاتیکی دارد. مطالعات زیادی ارتباط میزان فلزات در ماهیان و مکان‌های تغذیه را ثابت کرده است. گونه‌های بنتوز خوار و شکارچیان معمولاً مقادیر بالایی از فلزات را در خود دارند. مطالعه پیرامون فلزات سنگین به خصوص در مورد



گرد از خانواده Solidea و کفشک تیزدندان از خانواده Psettodidea مورد بررسی قرار گرفتند. این گونه‌ها از گونه‌های تجاری در منطقه می‌باشند که از گونه‌های کفزی هستند و به عنوان شاخص مناسبی برای نشان دادن وضعیت بستر هستند. منبع تغذیه کفشک گرد بر اساس

اولویت غذایی به ترتیب عبارتند از: زوبنتوزها و بی‌مهرگان کفزی. این گونه دارای بدن بیضوی و پهن است. رنگ بدن آن خاکستری یا قهوه‌ای با لکه‌های درشت نامشخص در طرف چشم‌دار بدن است. از نظر پراکنش در سراسر دریای عمان تا خلیج فارس و قسمت شرقی خلیج فارس تا بندر بوشهر وجود دارد.

منبع تغذیه کفشک تیزدندان نیز بر اساس اولویت غذایی عبارتند از: زوبنتوزها یا نکتون‌ها و سفالوپدها، Finfish و سایر سخت‌پوستان. رژیم غذایی کفشک تیز دندان بیشتر حالت گوشتخواری دارد و حداکثر طول این گونه در خلیج فارس و دریای عمان ۶۰ سانتی‌متر است. رنگ بدن آن معمولاً قهوه‌ای - خاکستری است و دارای بدن بیضوی و پهن ولی ضخیم‌تر از سایر کفشک ماهیان است. هر دو چشم این گونه در یک طرف بدن قرار دارد. از نظر پراکنش در سراسر خلیج فارس و دریای عمان دیده می‌شود.

گونه‌های ماهی صید شده از ۲ منطقه صیادی بندرعباس و بندرلنگه تهیه شدند. نمونه‌های کفشک ماهی مورد مطالعه از طریق سفر به منطقه و تهیه نمونه تازه صورت گرفت. لازم به ذکر است که کفشک ماهیان توسط تورهای ترال صید می‌شوند که برخی از انواع کوچک‌تر آنها را می‌توان در مشتاهای ساحلی مستقر در برخی مناطق استان تهیه کرد.

از هر گونه تعداد ۱۲ عدد (۶ عدد از بندرعباس و ۶ عدد از بندرلنگه) تهیه شد. تمامی نمونه‌ها با حضور در منطقه صیادی و خریداری از صیادان بر روی لنج با بررسی شرایط نگهداری ماهی توسط صیاد (نگهداری بر روی یخ) تهیه شد. لازم به

### سرب معمولاً در قسمت‌های اسکلتی سخت پوستان بیشتر از قسمت‌های عضلانی تجمع می‌کند.



### مطالعه پیرامون فلزات سنگین به خصوص در مورد محیط‌های آبی و آبریزان در سطح جهان به طور بسیار گسترده‌ای صورت گرفته است.

ذکر است که تنها گونه‌هایی انتخاب می‌شد که شرایط نگهداری آنها توسط صیاد مناسب و بر روی یخ بود و از تازه بودن و سالم بودن آنها براساس مشاهده و بررسی آبشش، میزان موکوس روی بدن (کفشک ماهی تازه صید شده دارای موکوس بسیار زیادی بر روی بدن است)، بررسی چشم‌ها و کمک کارشناس شیلات از صیاد خریداری شد. نمونه‌ها پس از خریداری با استفاده از روش ذکر شده در کتاب استاندارد متد (حمل در کیسه پلاستیکی و روی یخ) به آزمایشگاه منتقل شد.

بیومتری ماهیان در آزمایشگاه توسط تخته بیومتری و ترازو (با دقت ۱ گرم) انجام شد. پس از این مرحله برای برداشت بافت هدف از ماهیان (کبد)، نمونه‌ها توسط تیغه پاک و از جنس استیل، کالبد شکافی و جدا شدند. کالبدشکافی نمونه‌ها تماماً از سمت بالای بدن گونه‌ها (سمت چشم‌دار آنها) صورت گرفت. بافت به دست آمده پس از

توزین در پتری‌دیش (شیشه ساعت) قرار گرفت تا در مرحله بعد برای خشک شدن در آن قرار بگیرد. برای تهیه نمونه بافت کبد سعی شد تا تمامی این بافت (به جهت کوچکی و کمی وزن) از بدن ماهی جدا شود.

نمونه‌ها پس از کدگذاری در آن در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد برای خشک

شدن قرار داده شد. در طی ۷۲ ساعت نمونه‌ها سه بار متوالی (۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت و ۷۲ ساعت) توزین شد. زمانی که ۲ بار متوالی اختلاف توزین نمونه‌ها صفر شد، مشخص شد که نمونه‌ها کاملاً خشک شده‌اند. پس از توزین نهایی و ثبت وزن خشک نمونه‌ها، ۰/۲ گرم بافت خشک از هر نمونه توزین و جدا کرده و هضم شیمیایی بر روی آن انجام شد.

تمامی مراحل هضم شیمیایی نمونه‌ها براساس روش راپمی (۱۹۹۹ MOOPAM) انجام شد. در این مرحله ۰/۲ از هر نمونه برداشته و در هاون چینی به صورت پودر درآوردیم. سپس ۵ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد بر روی پودر نمونه ریختیم و ظرف را به مدت یک ساعت در دمای اتاق قرار دادیم.

محلول حاصل را در ظرف تفلونی (بمب تفلونی) ریخته و مطابق دستورالعمل دور ظرف را با ورقه آلومینیومی به طور کامل پوشانده و ظرف را به مدت ۳ ساعت بر روی هیتر (هات پلت) در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار دادیم. بعد از گذشت این زمان و خنک شدن کامل بمب تفلونی محلول حاصل را در بالون حجمی ریخته و به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رساندیم. سپس برای اندازه‌گیری غلظت فلز در بافت هدف نمونه را در دستگاه جذب اتمی قرار دادیم. دستگاه جذب اتمی مورد استفاده در این آزمایش دستگاه جذب اتمی با شعله مدل M5 بود که توسط شرکت Thermo ساخته شده بود.

#### نتایج

نمونه‌های بافت تهیه شده، توسط دستگاه جذب اتمی جهت مشخص شدن غلظت فلز سرب و

جدول ۲ - مقایسه غلظت فلز کادمیوم در بافت کبد در ایستگاه‌ها و گونه‌ها

Sig	میانگین مربع‌ها	مجموع مربع‌ها	متغیرها
۰/۲۱۳	۱۴۳۵/۷۷۱	۱۴۳۵/۷۷۱	ایستگاه‌ها
۰/۰۶۳	۳۴۱۵/۵۵۹	۳۴۱۵/۵۵۹	گونه‌ها
۰/۲۲۹	۱۳۳۶/۹۸۲	۱۳۳۶/۹۸۲	ایستگاه‌ها * گونه‌ها

جدول ۳- بررسی ارتباط بین طول و وزن با غلظت فلزات در کبد کفشک گرد در بندر لنگه

متغیر/ فلزات در بافت‌ها	کادمیوم	سرب
طول ضریب همبستگی پیرسون	۰/۸۹۱ *	۰/۹۸۷ **
	۰/۰۱۷ *	۰/۰۰۰ *
وزن ضریب همبستگی پیرسون	۰/۸۸۹ *	۰/۹۹۱ **
	۰/۰۱۸ *	۰/۰۰۰ *

\*- ارتباط در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار \*\* - ارتباط در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار

مورد بررسی ارتباط بین غلظت فلز کادمیوم در بافت کبد کفشک گرد و طول آن در بندر لنگه مشخص شد که ارتباط در سطح ۰/۰۵ درصد و با ضریب همبستگی ۰/۸۹۰ وجود دارد. در مورد فلز سرب و ارتباط آن با طول، این ارتباط در سطح ۰/۰۱ درصد در بافت مذکور با ضریب همبستگی بالا که عبارت بودند از بافت کبد (۰/۹۷۶) دیده شد. بررسی ارتباط بین غلظت کادمیوم در کبد کفشک گرد در بندرعباس با وزن این گونه نشان داد که این ارتباط در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار و دارای ضریب همبستگی ۰/۸۱۳ است. فلز سرب نیز در سطح ۰/۰۵ درصد در بافت کبد کفشک گرد با وزن آن ارتباط معنی‌داری داشته و دارای ضریب همبستگی ۰/۸۲۷ بود. بررسی ارتباط بین وزن کفشک گرد و غلظت فلز کادمیوم در کبد آن در منطقه صیادی بندر لنگه نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین این دو پارامتر در سطح ۰/۰۵ و با ضریب همبستگی ۰/۹۰۶ وجود دارد. سرب نیز در سطح ۰/۰۱ ارتباط معنی‌داری با وزن کفشک گرد در بندر لنگه نشان می‌داد این ارتباط دارای ضریب همبستگی ۰/۹۷۶ در بافت کبد گونه مورد نظر بود.

بررسی ارتباط غلظت فلز کادمیوم در بافت کبد کفشک تیزدندان با طول گونه نشان داد که غلظت فلز مذکور در بافت کبد این گونه با طول آن ارتباط معنی‌داری ندارد. فلز سرب نیز در بافت کبد همین گونه با طول ارتباط معنی‌داری نداشت. بررسی ارتباط بین غلظت کادمیوم در بافت کبد کفشک تیزدندان در این منطقه با طول آن نشان داد که این ارتباط در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار و دارای ضریب همبستگی (۰/۸۹۱) است. فلز سرب نیز در بافت کبد با طول گونه تیزدندان دارای ارتباط مثبت بود، که ضریب همبستگی آن در بافت کبد برابر (۰/۹۸۷) به دست آمد. غلظت فلز کادمیوم در بافت کبد کفشک تیزدندان در منطقه بندر لنگه ارتباط معنی‌داری را با وزن گونه در سطح ۰/۰۵ درصد نشان می‌داد که این ارتباط دارای ضریب همبستگی ۰/۹۱۴ بود. غلظت سرب نیز با وزن گونه کفشک تیزدندان در بندر لنگه در سطح ۰/۰۵ درصد ارتباط معنی‌داری را در سطح

دمیوم آنالیز شد. داده‌های خام به دست آمده از دستگاه جذب اتمی را با وارد کردن در فرمول (۱) بصورت داده‌های اولیه (غلظت) در آمدند. سپس با وارد کردن میزان درصد رطوبت و قرار دادن اعداد در فرمول (۲)، غلظت نهایی به دست آمد. آنالیز آماری این داده‌ها تماماً توسط نرم افزار Spss ۱۱.۵ انجام شد.

$$\frac{A * B}{N} = V \quad 1: \text{شماره}$$

که در آن:

A = غلظت محاسبه شده توسط دستگاه

B = ۵۰ میلی لیتر (حجم نهایی)

N = وزن اولیه (۰/۲ گرم)

V = غلظت فلز مورد نظر

$$\frac{V}{100-T} = Vf$$

فرمول شماره ۲:

که در آن:

V = غلظت بدست آمده از فرمول شماره (۱)

T = درصد رطوبت

V<sub>f</sub> = غلظت نهایی و تصحیح شده

بر اساس غلظت‌های به دست آمده مشخص شد که میانگین غلظت سرب در کبد کفشک تیزدندان در بندرعباس ppm ۵۵/۴۷ و در بندر لنگه ppm ۴۶/۳۸ و میانگین غلظت سرب در کبد کفشک گرد در بندرعباس ppm ۹۴/۸۷ و در بندر لنگه ppm ۸۶/۰۹ بوده است. همچنین میانگین غلظت کادمیوم در کبد کفشک تیزدندان در بندرعباس ppm ۷۹/۱۶ و در بندر لنگه ppm ۴۸/۷۶ و میانگین غلظت کادمیوم در کبد کفشک گرد در بندرعباس ppm ۴۰/۳۷ و در بندر لنگه ppm ۳۹/۸۳ به دست آمد. دامنه غلظت فلزات و میانگین آنها در جدول ۱ آورده شده است. با مقایسه غلظت کادمیوم در کبد هر دو گونه و در ایستگاه‌های مختلف علی‌رغم وجود اختلاف در میانگین غلظت فلزات، هیچ‌گونه اختلاف آماری معنی‌داری بین ایستگاه‌ها و گونه‌ها مشخص نشد. (جدول ۲)

همچنین با مقایسه غلظت فلز سرب در کبد تنها در بین گونه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد که می‌تواند ناشی از نوع تغذیه و رژیم غذایی متفاوت گونه‌ها و یا سن آنها باشد. در مورد این فلز نیز هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین دو منطقه دیده نشد.

با بررسی دیگری که در زمینه ارتباط بین غلظت فلزات مذکور و طول و وزن ماهیان در هر گونه انجام شد (توسط آزمون همبستگی پیرسون) مشخص شد که بین این پارامترها با غلظت فلز ارتباط کاملاً معنی‌داری وجود دارد. بدین معنی که با افزایش وزن و یا طول ماهی غلظت این فلزات نیز افزایش می‌یابد. که تاییدکننده اصل تجمع زیستی فلزات سنگین در موجودات است.

### نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که مناطق صیادی بندر لنگه و بندرعباس از نظر آلودگی به فلزات سنگین مورد بررسی در وضعیت مشابهی نسبت به هم قرار دارند و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در ماهیان مورد بررسی در این دو منطقه وجود ندارد.

همچنین غلظت فلزات سنگین مورد بررسی با طول و وزن گونه‌های کفشک ماهی مورد آزمایش رابطه مستقیم و معنی‌داری دارند. به این ترتیب که با افزایش طول و وزن ماهی بر میزان فلز سنگین افزوده می‌شود. با بررسی ارتباط غلظت کادمیوم در کبد گونه کفشک گرد با طول آن در بندرعباس مشخص شد که این پارامترها در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار هستند که این ارتباط با ضریب همبستگی برابر (۰/۸۷۴) برقرار بود که نشان از وجود یک ارتباط نسبتاً قوی و مثبت بین غلظت کادمیوم در کبد و طول گونه در منطقه بندرعباس بود. همچنین غلظت فلز سرب در بافت کبد در سطح ۰/۰۵ با طول گونه در بندرعباس با ضریب همبستگی ۰/۸۸۳ دارای ارتباط بود. در

**ذخیره‌سازی و تجمع زیستی مواد آلوده‌کننده و بخصوص فلزات سنگین در آبزیان تابعی از شرایط اکولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی موجود در آب می‌باشد.**



**آلودگی ماهیان بواسطه استفاده غذایی از موجودات زنده حاوی فلزات بوده و غذاهای آلوده به فلزات سنگین یک منبع بسیار آلوده‌تر از آب می‌باشد.**

۰/۰۱ با ضریب همبستگی ۰/۹۷۷ در بافت کبد نشان داد. بررسی ارتباط بین غلظت فلز کادمیوم در بافت کبد کفشک تیزدندان در بندرعباس نشان داد که ارتباط مثبت و نسبتاً قوی بین این پارامترها در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. ضریب همبستگی این ارتباط برابر ۰/۸۸۹ بود. سرب نیز در بافت مذکور در سطح ۰/۰۱ با وزن گونه، ارتباط داشت ضرایب همبستگی این ارتباط در بافت کبد برابر ۰/۹۹۱ به دست آمد که حکایت از یک ارتباط مستقیم و بسیار قوی بین وزن و غلظت فلز سرب دارد.

### با افزایش وزن و یا طول ماهی غلظت فلزات کادمیوم و سرب نیز افزایش می‌یابد.

همچنین، Alexandra Delpinho et al, در سال ۲۰۰۲ میزان جیوه را در عضله ۵ گونه ماهی اندازه‌گیری کردند و دریافتند که همبستگی مثبت بین میزان جیوه و طول گونه‌ها و وزن آنها وجود دارد.

با مقایسه میانگین غلظت کادمیوم موجود در بدن این آبزیان با استانداردهای FDA و استانداردهای انجمن UN Protein Advisory Group اروپا این گونه‌ها از نظر مصرف غیرقابل مصرف هستند و غلظت فلزات سنگین در بافت کبد این

جدول ۴- مقایسه مقدار استاندارد فلز کادمیوم بر اساس نظر انجمن FDA آمریکا و استانداردهای انجمن UN Protein Advisory Group اروپا

گونه	ایستگاه	میانگین	استاندارد FDA آمریکا	استانداردهای انجمن اروپا UN Protein Advisory Group
کفشک تیزدندان	بندرعباس	۷۹/۱۶	کمتر از ۰.۰۵ppm	۱
کفشک گرد		۴۰/۳۷	کمتر از ۰.۰۵ppm	۱
کفشک تیزدندان	بندر لنگه	۴۸/۷۶	کمتر از ۰.۰۵ppm	۱
کفشک گرد		۳۹/۸۳	کمتر از ۰.۰۵ppm	۱

(جدول ۳)

اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در خاویار و گوشت ماهیان ازون‌برون و قره‌برون در سال ۱۳۷۶ توسط مرجان صادقی نژاد نشان داد که بین غلظت فلزات در گوشت ماهیان و طول و وزن آنها ارتباط مثبت وجود دارد. همچنین علیرضا محوری حبیب آبادی در سال ۱۳۷۷ در مطالعه‌ای بر روی ماهی شوریده نیز دریافت که غلظت فلزات آهن، مس، کبالت، کادمیوم، نیکل و سرب با طول و وزن این گونه ارتباط مستقیمی دارد. مریم رفیعی در سال ۱۳۸۰ با بررسی غلظت فلز جیوه در کفشک گرد در بندر ماهشهر و مقایسه آن با وزن و طول گونه بدین نتیجه رسید که بین این دو پارامتر ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد. بدین معنی که با افزایش طول گونه غلظت این فلز نیز افزایش می‌یابد.

همچنین غلامرضا امینی‌رنجبر نیز با اندازه‌گیری غلظت جیوه در کوسه ماهی (Carchaihinus dussumieri) و مقایسه آن با طول نمونه‌ها و وزن آنها به این حقیقت دست یافت که با افزایش طول و وزن گونه مذکور غلظت جیوه نیز افزایش می‌یابد.

ضمناً براساس مطالعه‌ای که توسط A.B.Yilmaz در سال ۲۰۰۳ میلادی بر روی دو گونه Sparus aurata و Mugil cephalus انجام شد مشخص شد که بین غلظت فلزات آهن، مس، نیکل، کروم، سرب و روی در بافت‌های ماهیچه، پوست و گنادها با وزن و طول گونه‌ها ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد.



### اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در خاویار و گوشت ماهیان ازون‌برون و قره‌برون در سال ۱۳۷۶ نشان داد که بین غلظت فلزات در گوشت ماهیان و طول و وزن آنها ارتباط مثبت وجود دارد.

گونه‌ها بسیار بالا است که لزوم توجه به وضعیت این اکوسیستم و آبزیان آن را بیش از پیش نشان می‌دهد. (جدول شماره ۴)

همچنین مقایسه غلظت فلز سرب نیز با استانداردهای FDA و استانداردهای انجمن UN Protein Advisory Group اروپا نیز نشان می‌دهد که میزان فلز سرب نیز از حد مجاز تعیین شده بسیار بالاتر است (جدول ۵) که مهم‌ترین دلیل آن وجود صنایع بزرگ در منطق از جمله کشتی‌سازی است که مصرف رنگ‌های مخصوص برای بدنه کشتی‌ها که مانع از رشد آبزیان و موجوداتی مانند بارناکل می‌شود و مقادیر بالایی فلز سرب در خود دارد، است.

با توجه به آنچه بیان شد و از آنجا که کفشک ماهیان از موجودات کفزی می‌باشند و از بنتوزها تغذیه می‌کنند. لذا میزان فلزات سنگین در بدن آنها در حد بالایی قرار دارد. ضمناً باید توجه داشت که استانداردهای جهانی موجود در سطح بین‌المللی برای حد مجاز غلظت هر یک از عناصر سنگین با توجه به میزان مصرف فرآورده‌های دریایی بیان می‌گردد و هرگز به صورت یک کمیته ثابت مطرح نمی‌شود و لذا غلظت بالای به دست آمده از این آزمایش در کفشک ماهیان در کنار مصرف بالای فرآورده‌های مذکور می‌تواند بسیار زیان‌آور باشد. با این وجود باید توجه داشت که اندام مورد بررسی در این آزمایش کبد بوده که مهم‌ترین دلیل به دست آمدن غلظت‌های بالا در نتیجه توانایی بالای این عضو در تجمع

عناصر سنگین است. به طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که میزان عناصر سنگین در ناحیه مورد مطالعه بسیار بالا است، که مهم‌ترین منشاء این آلودگی فعالیت‌های صنعتی است که در سواحل استان مستقر هستند.

### پیشنهادات

به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده و پی بردن به آلودگی شدید در منطقه و اهمیت اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه و کل خلیج فارس و با توجه به اینکه به طور کلی هدف اصلی انجام هر پژوهش و تحقیقی در نهایت ارایه راهکارها و پیشنهاداتی در جهت بهبود شرایط و وضع موجود است راهکارها و پیشنهادات زیر ارایه می‌شود:

◆ انجام یک بررسی جامع شامل اندازه‌گیری کلیه منابع آلوده کننده خلیج فارس

◆ انجام پژوهشی بر روی گونه‌های که مورد تخریب مردم منطقه قرار می‌گیرد از نظر میزان فلزات سنگین

◆ مطالعه بر روی جمعیت‌های انسانی ساکن در منطقه از نظر اندازه‌گیری فلزات در بافت‌های مختلف بدن مانند خون، مو، پوست یا شیر مادران شیرده و همچنین بین سنین و جنس‌های مختلف

◆ انجام مطالعات پیوسته به فاصله زمانی مشخص و کوتاه‌مدت برای پایش منطقه، ایجاد تصفیه خانه فاضلاب برای پساب‌های شهری و صنعتی

◆ اندازه‌گیری فلزات سنگین در رودخانه‌های منتهی به خلیج فارس

◆ شناسایی سهم هر یک از کشورهای حوزه خلیج فارس در آلوده کردن آن تا به نسبت آلوده‌سازی در بهبود محیط‌زیست آن مساعدت کنند.

◆ تدوین استانداردهای فلزات سنگین در کشور برای مصرف آبزیان

### منابع

۱- اسدی سلمانی، نادر- ۱۳۷۲ - بررسی بار آلودگی فلزات سنگین سرب، نیکل، وانادیوم در

## کفشک ماهی به دلیل تماس مستقیم با رسوبات و رژیم تغذیه می‌تواند شاخص مناسبی از وضعیت بستر و آلودگی‌های منطقه باشد.



کانال سلطانی بوشهر - پایان‌نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه آزاد واحد تهران شمال

۲- امینی رنجبر، غلامرضا- ۱۳۷۳: تعیین میزان جیوه در کوسه ماهی Carcharhinus dussumieri در خلیج فارس. مجله علمی شیلات. سال ۳، شماره ۲، صص ۵-۱۶

۳- علیزاده، محمد. امینی رنجبر، غ. ۱۳۷۸: اندازه‌گیری مقادیر فلزات Zn, Cd, Pb, Cu, Cr در ۳ گونه از کپورماهیان پرورشی. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۴۰، صص ۱۴۶-۱۴۹

۴- بابا مخیر - ۱۳۶۴ - بیماری‌های ماهیان پرورشی - انتشارات دانشگاه تهران.

۵ - داخته، کبری - ۱۳۸۳ - اثر عناصر سنگین بر روی آبزیان - پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد تهران شمال - دانشکده علوم و فنون دریایی.

۶- رفیعی، مریم. ۱۳۸۲. بررسی غلظت جیوه در کفشک ماهی گرد در سواحل بندر ماهشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. واحد علوم و تحقیقات تهران.

۷- ستوده نیا، فریبا- ۱۳۸۲. - بررسی بار آلودگی فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال در محدوده اسکله فریدون کنار - پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد تهران شمال - دانشکده علوم و فنون دریایی.

۸- 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.

- ۱- استادیار دانشکده محیط‌زیست
- ۲- دانشیار و مدیر گروه محیط‌زیست
- ۳- دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
- ۴- استادیار و مدیر گروه مدیریت محیط‌زیست - دانشگاه آزاد واحد بندرعباس.
- ۵- دانشجوی کارشناسی ارشد - مهندسی منابع طبیعی - علوم محیط‌زیست - دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات اهواز

جدول ۵ - مقایسه مقدار استاندارد فلز سرب بر اساس نظر انجمن FDA آمریکا و استانداردهای انجمن UN Protein Advisory Group اروپا

گونه	ایستگاه	میانگین	استاندارد FDA آمریکا	استانداردهای انجمن اروپا UN Protein Advisory Group
کفشک تیزدندان	بندرعباس	۵۵/۴۷	۱۰ ppm و در آبزیان کمتر از ۰.۰۵ ppm	۵
کفشک گرد		۹۴/۸۷	۱۰ ppm و در آبزیان کمتر از ۰.۰۵ ppm	۵
کفشک تیزدندان	بندر لنگه	۴۶/۳۸	۱۰ ppm و در آبزیان کمتر از ۰.۰۵ ppm	۵
کفشک گرد		۸۶/۰۹	۱۰ ppm و در آبزیان کمتر از ۰.۰۵ ppm	۵