فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری
شماره پیاپی ۳۸، جلد ۱۱، شماره ۱، زمستان۹۶، صفحه ۷۳ تا ۸۲

# رابطه بین وزن و میزان کادمیوم در ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*) دریای خزر

**امیر دژآباد**[۱]، امیر اقبال خواجه رحیمی[۲]
۱-استادیار گروه دامپزشکی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران. amir_vet@yahoo.com
۲-استادیار گروه شیلات، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران. ایران.

**تاریخ دریافت:۹۶/۵/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۲۰**

## چکیده

**زمینه و هدف: صنعت پرورش ماهی می تواند تحت تاثیر آلودگی‌های ناشی از دریا قرار بگیرد و مشکلات و مسائلی برای آن به وجود بیاورد، تجمع فلزات سنگین در بافت ماهی سلامت این آبزی و انسان را به عنوان استفاده کننده از این غذا تهدید می‌کند. اگر غلظت فلزات سنگین به بیش از حد مجاز در محیط برسند اثرات سمیت فراوانی دارند. در این مطالعه، بررسی مقادیر کادمیوم در بافت عضله کپور معمولی وحشی *Cyrprinus carpio* دریای خزر در رابطه با وزن ماهی و مقایسه نتایج با استانداردهای بین المللی WHO هدف تحقیق بوده است.**

**روش کار: آزمایش با تعداد ۶۰ قطعه ماهی در دو گروه ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی دستی و تجاری و با نمونه گیری از ۱۰ قطعه ماهی از هر گروه به مدت ۸ هفته انجام پذیرفت. خون‌گیری از ماهیان با استفاده از قطع ورید ساقه دمی انجام و برای اندازه گیری فاکتورهای بیوشیمیایی و آنزیمی، ابتدا نمونه های خون گرفته شده از ماهیان در دستگاه سانتریفیوژ با ۵۰۰۰ دور در مدت ۵ دقیقه قرار گرفته و سرم جداسازی گردیده و در ادامه برای تعیین مقادیر هر کدام از فاکتورها در دستگاه اتوآنالیزر قرار داده شدند.**

**یافته ها: میزان کادمیوم عضله ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر مورد مطالعه در این تحقیق بین ۰/۰۸ تا ۰/۱۷ میکروگرم بر گرم(میانگین ۰/۱۱٤ میکروگرم بر گرم) بوده است. میزان همبستگی بین وزن ماهی و میزان کادمیوم عضله برابر ۰/٤۰۹ =*r* و میزان سطح معنی داری آزمون تحلیل واریانس رگرسیون نیز برابر ۰/۰۲۵ =P شده است. لذا آزمون معنی دار شده و نشان می‌دهد که با افزایش وزن بدن ماهی ماهی کپور معمولی مورد مطالعه در این تحقیق، میزان فلز سنگین کادمیوم به طور معنی داری(۰/۰۵ >P) افزایش می یابد.**

**نتیجه گیری: حد مجاز میزان کادمیوم در مصارف انسانی زیر ۰/۲ میکروگرم بر گرم وزن هر ماده غذایی تعریف شده است و لذا با توجه به میزان حداکثری ۰/۱۷ میکروگرم کادمیوم بر گرم وزن عضله ماهی کپور معمولی در تحقیق حاضر، غلظت آن در عضله این ماهی کمتر از حد قابل قبول آن بر مبنای استاندارد WHO می باشد و دلالت بر سالم بودن این ماهی برای مصارف انسانی به واسطه صید از دریای خزر می باشد.**

**واژه های کلیدی**: ماهی کپور معمولی، کادمیوم، دریای خزر.

## مقدمه

دریای خزر به دلیل شرایط خاص اکولوژی، اقتصادی، اجتماعی و تنوع گونه های مختلف جانوران آبزی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. در سال-های اخیر وجود فعالیت های مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی در نواحی مختلف این دریا باعث گردیده تا میزان زیادی آلاینده های مختلف از جمله عناصر سنگین وارد آن گشته و نهایتاً منجر به آلودگی آبزیان آن گردد(۱). امروزه با توجه به نیاز روزافزون به تولیدات کشاورزی و مواد غذایی به علت رشد بی رویه جمعیت، سمپاشی و انجام مبارزهٔ شیمیایی نقش اصلی را در حفاظت گیاهان مورد کشت از گزند عوامل مخرب، ایفا می کند(۲۱). به طوری که این

روش به مراتب بیش از سایر روش های مبارزه مورد استفاده قرار گرفته و اغلب به علت عدم آشنایی کافی مصرف کنندگان سموم شیمیایی از اصول صحیح مبارزه، این کار به طور ناقص و یا بی رویه صورت می-گیرد، در نتیجه علاوه بر عدم حصول نتیجهٔ مطلوب در دراز مدت موجب به هم خوردن تعادل طبیعی شده و اثرات زیان باری در محیط زیست و هم چنین سلامت کشاورزان و افراد جامعه به جای می گذارد(۱۳). در کشور ما با توجه به روند رو به رشد جمعیت و محدودیت منابع در بخش کشاورزی و نیازی که به افزایش تولید محصولات کشاورزی وجود دارد، ضرورت انجام مبارزه های منطقی و اصولی علیه آفات، عوامل بیماری‌زای گیاهی و علف های هرز با تاکید بر رعایت مسایل زیست محیطی و حفظ سلامت و بهداشت افراد جامعه، بیش از پیش احساس می شود(۳، ۲). در حال حاضر آبزیان نقش قابل توجهی در تامین غذای مردم نواحی شمالی کشور دارند و با شناسایی مطلوبیت و برتری این فرآورده ها بر دیگر مواد پروتئینی روز به روز بر مصرف آن ها افزوده می شود(۸). افزایش تقاضا برای محصولات آبزی به عنوان یک منبع ارزشمند غذایی به ویژه در سالیان اخیر موجب رشد و توسعه همه جانبه صنعت ماهیگیری، و استحصال آبزیان در نواحی شمالی کشور شده است. آلودگی شیمیایی محیط زیست غالباً از طریق آب، هوا و خاک صورت می گیرد(۱۰). آفت‌کش‌ها یا از طریق تبخیر و یا مستقیماً از طریق هوا وارد اتمسفر می-شوند(۵). آب های سطحی، پساب های صنعتی و شهری و کاربرد مستقیم آفت کش ها برای کنترل آفات آبزی، از راه‌های ورود سموم به منابع آبی است(۱۸). خاک نیز از طریق گیاهان تیمار شده با سموم، باران، دفن ظروف خالی سم و همین طور استفاده مستقیم آن‌ها روی خاک آلوده می‌شود(۹، ۸)

فلزات سنگین به دلیل برخورداری از خاصیت تجمع پذیری و بزرگنمایی زیستی در بافت های مختلف و عدم تجزیه پذیری و نیز مقاومت در برابر تغییرات بیولوژیک، پس از ورود به محیط قادرند در چرخه حیات به حرکت خود ادامه داده و به تدریج دربافت های چربی در بدن مصرف کنندگانی مانند انسان ذخیره شده و از این راه موجب بروز بیماری های حاد و مزمن در موجودات شوند(۲۵، ۲۲، ۲۰، ۱۴). فلزات سنگین اثرات مختلفی از قبیل کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و مرگ و میر این آبزیان را باعث می شوند(۲۶، ۱۵، ۱۱). این اثرات سبب زوال زیستی آبزیان می گردد و در نهایت نابودی و کاهش گونه ای سبب تغییر در اکوسیستم آبی گشته و توازن آن ها را بر هم می زند. کادمیوم از جمله عناصر سنگین غیر ضروری است که از طریق پروسه های صنعتی و محصولات فرعی معادن به محیط های آبی وارد می شود و موجودات آبزی به طور فعال کادمیوم را در خود ذخیره می کنند و به خصوص برخی از گونه های نرم تنان می توانند مقادیر بسیاری از فلزات را بدون این که ایجاد عارضه ای در آن ها شود از محیط های آبی آلوده جمع آوری کنند(۲۲، ۱۱، ۱۰). در حال حاضر آبزیان نقش قابل توجهی در تامین غذای مردم نواحی شمالی کشور دارند و با شناسایی مطلوبیت و برتری این فراورده ها بر دیگر مواد پروتئینی روز به روز بر مصرف آن ها افزوده می شود(۴). حد مجاز این فلز در مناطق مختلف متفاوت است(جدول ۱). تحقیقات بسیار زیادی درمورد فلزات سنگین در ماهیان مختلف در کشورهای مختلف انجام گردیده، افزایش تقاضا برای محصولات آبزی به عنوان یک منبع ارزشمند غذایی به ویژه در سالیان اخیر موجب رشد و توسعه همه جانبه صنعت ماهیگیری و استحصال آبزیان در نواحی شمالی کشور شده است.

جدول ۱- حد مجاز فلز سنگین کادمیوم برای مصرف انسان ( میکروگرم بر گرم)(۱۱)

| استاندارد | Cd | منبع |
|---|---|---|
| **WHO** | ۰/۲ | Biney&Amexilor (1992); Madny et al (1996) |
| **NHMRC** | ۰/۰۵ | Maher(1986) ; Armono& Denton (1990) |
| **U.K(MAFF)** | ۰/۲ | Collings et al. (1996) ; Mormede&Daries (2001) |
| **آلمان** | ۰/۵ | Nauen (1983) |
| **هلند** | ۰/۰۵ – ۱/۰ | Nauen (1983) |
| **نیوزلند** | ۰/۱ | Nauen (1983) |
| **استرالیا** | ۰/۲_ ۰/۵ | Nauen (1983) |
| **هنگ کنگ** | ۰/۲ | Nauen (1983) |
| **سوئیس** | ۰/۱ | Nauen (1983) |

در بین گونه‌های مختلف و متعدد تیره کپور ماهیان (*Cyprinidae*)ماهی کپور معمولی با نام علمی *Cyprinus carpio* از بهترین گونه‌های خوراکی و به عقیده بسیاری از متخصصین، گونه نخست پرورشی کشور محسوب می‌گردد. مقاومت بالا، گوشت لذیذ، رشد سریع و قدرت تطابق زیاد در محیط‌ها و شرایط مختلف آبی، سبب شده که از ماهی کپور به عنوان گونه برتر در پرورش توأم کپورماهیان یاد شود. با توجه به از بین رفتن بسیاری از زیستگاه‌های طبیعی که به دلیل ایجاد صید و دیگر دخالت‌های انسانی به‌وجود آمده است، تنها از طریق طبیعی نمی‌توان بازسازی شود، لذا آبزی پروران به تولید و پرورش مصنوعی روی آورده اند(۹، ۳، ۱). به‌همین دلیل بازسازی ذخایر ماهی کپور در دریای خزر با تکثیر مصنوعی انبوه و پرورش بچه ماهیان کپور در استخرهای خاکی از سال ۱۳۶۱ آغاز شد(۳) و تاکنون نیز ادامه دارد صید سالانه ماهی کپور آن تقریباً به ۲۰۰۰ هزار تن بالغ می گردد. پرورش ماهی کپور به علت صرفه اقتصادی و گوشت خوشمزه آن در اغلب کشورها از اهمیت ویژه ای بر خوردار است(۴). در مطالعه حاضر بررسی فلز سنگین کادمیوم در کپور معمولی *Cyrprinus carpio* دریای خزر با هدف به دست آوردن مقادیر این فلز در بافت عضله این ماهی تجارتی و رابطه آن با وزن بدن انجام خواهد شد. بنابراین، نتایج حاصل از این پروژه علاوه بر این که غلظت های این فلز را به عنوان آلاینده‌های شیمیایی این دریای دارای اهمیت بین المللی به دست می دهد، هم چنین نگرانی های موجود را در خصوص سلامت و بهداشت عمومی برای مصرف محصولات غذایی حاصل از این ماهی را برطرف می نماید و اطلاعات تجزیه ای حاصل می توان در خصوص اقدامات احتمالی بعدی به منظور حفظ این ذخایر مورد استفاده قرار گیرد.

## مواد و روش ها

تعداد ۳۰ قطعه کپور معمولی *Cyrprinus carpio* در سایزهای مختلف بدنی(۲۸۰ تا ۱۴۷۰ گرم) از دریای خزر(مناطق ساحلی ساری و رشت) به صورت تصادفی نمونه گیری و پس از قرار داده شدن در فلاسک محتوی یخ بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه پس از شستشوی نمونه ها با آب مقطر و اندازه گیری طول و وزن، نسبت به جدا کردن بافت عضله نمونه های مورد مطالعه به منظور انجام عمل هضم شیمیایی اقدام گردید. لازم به ذکر است تا زمان شروع آنالیز ها نمونه ها در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد. برای تعیین مقادیر فلزات سنگین ابتدا باید نمونه ها آماده سازی شوند که برای آماده سازی نمونه های عضله، ابتدا عضله را از فریز

خارج نموده و بعد از دیفراست شدن، کاملاً مخلوط، سپس حدود ۲ تا ۳ گرم از نمونه داخل بشر و برای اندازه گیری جیوه در ظروف تفلونی قرار داده شده و به آنها ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه گردیده و برای نمونه های داخل بشر ۱ میلی لیتر اسید پرکلریک اضافه شد، سپس نمونه های داخل بشر در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفته تا هضم اسیدی صورت گیرد(۱۳). ظروف تفلونی نیز در آون در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت قرار گرفته و بعد از صاف کردن محلول به حجم رسیده، و برای نمونه برداری آماده شد(۷). پس ازآماده سازی نمونه ها میزان عناصر سرب و کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی با سیستم کوره گرافیتی در واحد ppb استفاده و تجزیه و تحلیل نتایج توسط نرم افزار SPSS انجام گرفت، ابتدا به وسیله آزمون کولموگرف-اسمیرنوف تابعیت داده ها از توزیع نرمال بررسی شده و در صورت نرمال بودن داده ها از آزمون همبستگی پیرسون(Pearson's correlation) به منظور بررسی ارتباط میان میزان فلزات سنگین با طول و وزن ماهیان استفاده شد. تفاوت ها در سطح آماری ۹۵٪ بررسی و در صورت نرمال نبودن داده ها از آزمون های ناپارامتریک برای آنالیز داده ها استفاده گردید.

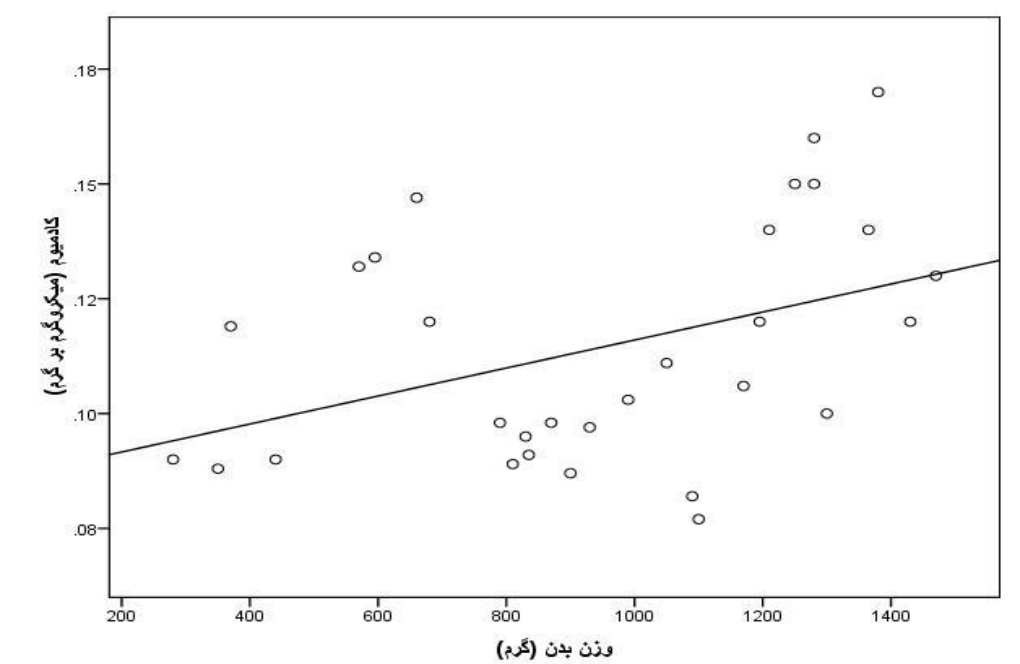
## نتایج

براساس نتایج به دست آمده از جدول ۲ مشخص گردید که بین افزایش وزن بدن ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر و میزان فلز سنگین کادمیوم موجود در عضله این ماهی ارتباط معنی داری وجود دارد(۰/۰۵ >P). این رابطه بر روی نمودار ۱ و ۲ نشان داده شده است.

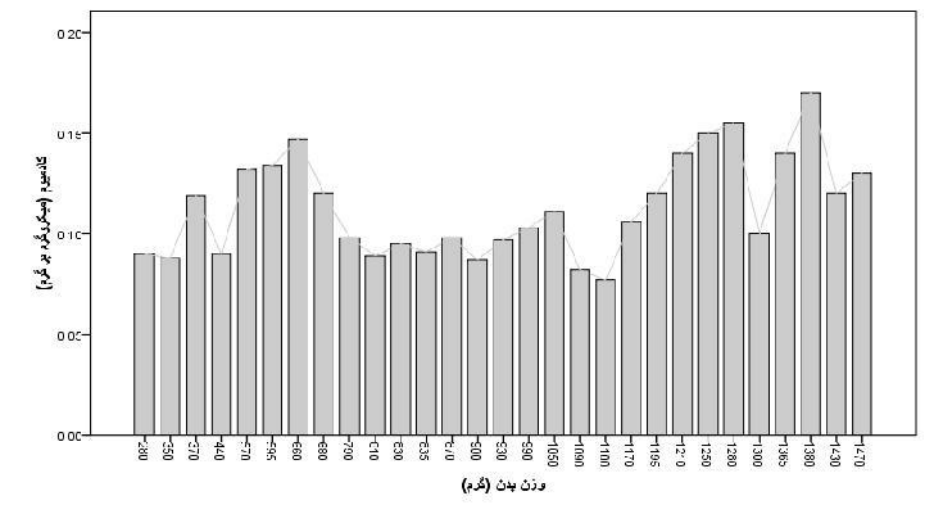
**جدول۲- داده های توصیفی وزن ماهی و میزان کادمیوم سنجش شده در آن**

| | تعداد | مینیمم | ماکزیمم | میانگین | انحراف معیار | r | P-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **وزن (گرم)** | ۳۰ | ۲۸۰ | ۱٤۷۰ | ۹٤۹/۰ | ۳٤٤/۰۵ | ۰/٤۰۹ | ۰/۰۲۵ |
| **کادمیوم (میکروگرم بر گرم)** | ۳۰ | ۰/۰۸ | ۰/۱۷ | ۰/۱۱٤ | ۰/۰۲۵ | | |

براساس نتایج حاصله، کمترین میزان کادمیوم ۰/۰۸ میکروگرم بر گرم و بیشترین مقدار ۰/۱۷ میکروگرم بر گرم وزن عضله ماهی کپور معمولی بوده است. میانگین میزان کادمیوم موجود در عضله ماهی کپور معمولی مورد مطالعه ۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم می باشد. میزان همبستگی بین وزن ماهی و میزان کادمیوم عضله برابر $r$ =۰/۴۰۹ و میزان سطح معنی داری آزمون تحلیل واریانس رگرسیون نیز برابر P= ۰/۰۲۵ شده است. لذا آزمون معنی دار شده و نشان می دهد که با افزایش وزن بدن ماهی ماهی کپور معمولی مورد مطالعه در این تحقیق، میزان فلز سنگین کادمیوم به طور معنی داری(P< ۰/۰۵) افزایش می یابد. براساس نمودار ۱، الگوی خط رگرسیون در رابطه بین وزن بدن ماهی کپور معمولی با فلز سنگین کادمیوم افزایشی و مثبت می باشد. براساس نمودار۲، بیشترین میزان کادمیوم عضله ماهی کپور معمولی در مطالعه حاضر مربوط به نمونه ۱۳۸۰ گرمی و کمترین آن مربوط به نمونه ۱۱۰۰ گرمی ماهی کپور بوده است.




**نمودار ۱- نمودار رگرسیون خطی رابطه وزن بدن ماهی کپور معمولی با میزان فلز سنگین کادمیوم**




**نمودار۲- نمودار ستونی رابطه وزن بدن ماهی کپور معمولی با میزان فلز سنگین کادمیوم**

## بحث و نتیجه گیری

از آن جایی که گوشت(عضله ماهی ) نقش مهمی در تغذیه انسان دارد، اطمینان از سلامت آن جهت مصرف انسانی، از اهمیت برخوردار می باشد(۲). به دلیل آن که مقایسه میزان سنجش شده فلز سنگین کادمیوم در عضله ماهی کپور معمولی دریایی مورد مطالعه در این تحقیق با مقادیر استاندارد قابل قبول جهانی(خصوصاً WHO) از اهداف اصلی این تحقیق می باشد، لذا بر اساس نتایج حاصله در این تحقیق، میزان فلز سنگین کادمیوم بین ۰/۰۸ تا ۰/۱۷ میکروگرم بر گرم وزن عضله ماهی کپور معمولی و میانگین آن ۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم بوده است(جدول ۱). حد مجاز میزان کادمیوم در مصارف انسانی زیر ۰/۲ میکروگرم بر گرم وزن هر ماده غذایی تعریف شده است و لذا با توجه به میزان حداکثری ۰/۱۷ میکروگرم کادمیوم بر گرم وزن عضله ماهی کپور

معمولی در تحقیق حاضر، غلظت آن در عضله این ماهی کمتر از حد قابل قبول آن بر مبنای استاندارد WHO می-باشد و دلالت بر سالم بودن این ماهی برای مصارف انسانی به واسطه صید از دریای خزر است. میزان فلز سنگین کادمیوم در بافت عضله ماهی تیلاپیا در دریاچه دانمودی بنگلادش دارای میانگین ۰/۱۱ میکروگرم بر گرم بوده که نشان می دهد که میانگین میزان این فلز در ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر(۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم) در مقایسه با بافت عضله ماهی تیلاپیا در دریاچه دانمودی بنگلادش یکسان می باشد(۲۰). در تحقیقی که بر روی ماهی کاتلا *Catla catla*در رودخانه راوی پاکستان انجام داد میانگین فلز سنگین کادمیوم را در این ماهی ۲/۵۸ میکرو گرم بر گرم به دست آورده است در حالی که میانگین میزان این فلز در ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر(۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم) ثبت گردید که نشان دهنده به مراتب پایین تر بودن این فلز در دریای خزر نسبت به ماهی کاتلا در رودخانه راوی پاکستان است(۲۲). در تحقیقی دیگر بر روی ماهی کپور علفخوار *Ctenopharyngodon idella* در دریاچه بالاتون مجارستان انجام داده اند میانگین مقدار فلز سنگین کادمیوم را ۰/۳۱۶ ppm به دست آورده اند که این مقدار از میانگین میزان این فلز در ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر(۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم) در تحقیق حاضر بالاتر است(۲۵). در بررسی بر روی ماهی تیلاپیا در دریاچه بولتی در مصر میانگین فلز سنگین کادمیوم را ۰/۲۳ میکروگرم بر گرم بوده است که نسبت به میزان متوسط فلز سنگین کادمیوم موجود در ماهیان میانگین میزان این فلز در ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر(۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم) بالاتر بوده است(۹). در تحقیقی دیگر Useroj و همکاران( ۲۰۰۳ ) بر روی مار ماهی در آب های ساحلی جنوب آتلانتیک در کشور اسپانیا، میانگین کادمیوم به دست آمده است ۰/۰۶ میکرو گرم بر گرم بوده که در مقایسه با مطالعه انجام گرفته بر روی این فلز در ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر(۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم) بسیار کمتر می باشد(۲۴). در تحقیقی دیگر در دریاچه اُگوتا در نیجریه برروی گربه ماهی راه رونده انجام داده شده میزان فلز کادمیوم برابر ۱/۲۳ میکرو گرم بر گرم بوده که با اختلاف قابل توجهی بالاتر از میانگین میزان این فلز در ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر(۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم) می باشد(۷). در تحقیق سنجر و همکاران، ۱۳۸۹که بر روی بافت عضله و پوست ماهی تجاری زمین کن دم نواری(*Platycephalus indicus*) انجام گرفت میانگین غلظت کادمیوم در عضله و پوست به ترتیب ۱/۵۳ ± ۴/۶۶ و ۱/۰۹ ± ۲/۹۴ میکروگرم بر گرم بود که نسبت به میزان میانگین کادمیوم در این تحقیق به مراتب بیشتر می باشد(۳). هم چنین در تحقیق پازوکی و همکاران(۱۳۸۸) به منظور بررسی آلودگی عضله و پوست ماهی کفال طلائی(*Liza aurata*) صید شده در انزلی به فلز سنگین کادمیوم انجام گرفت(۱). نتایج این تحقیق نشان داد که در مقایسه با استانداردهای جهانی(۰/۲ میکروگرم بر گرم) مقدار این فلز در ماهی کفال طلائی این منطقه پائین می باشد و تهدیدی برای سلامت عمومی محسوب نمی شود ولی با این حال میزان کادمیوم در این تحقیق نسبت به میزان کادمیوم به دست آمده در این مطالعه بیشتر می باشد. در بیشتر کشورهای اروپایی و آسیایی و برخی از مناطق آمریکای مرکزی، ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) یکی از مهم ترین ماهیان پرورشی است(۱۹)، از این رو در زمره تولیدات تجاری محسوب می گردد(۱۶). ماهی یک گونه پرورشی شناخته شده جهانی می باشد که دارای قدرت تطابق بالایی در طی عملیات آبزی پروری بوده و به صورت ترکیبی با گونه های پلانکتون خوار جهت بهبود کیفیت آب و افزایش تولید ماهی هم در سیستم

های طبیعی و هم پرورشی، پرورش داده می شود. این ماهی بومی در دریای خزر زیست می کند و از زمره ماهیان اقتصادی گرانقیمت دریای خزر محسوب می شود. طبیعت بسته خزر آن را منزل گاه جانوران و گیاهان منحصر به فردی کرده است اما در عین حال موجب شده تا در مقابل آلودگی‌های کشاورزی و صنعتی و نفتی بسیار آسیب‌پذیر باشد. در مورد تغییرات مکانی و زمانی یک محیط آبی، مقادیر فلزات سنگین به طور کلی در کناره های تالاب و یک محیط آبی به دلیل نزدیکی آن به ساحل و تماس مداوم این قسمت با خاک و یا رسوب کناری، بیشتر از مقادیر این فلزات در سطح آب و مرکز تالاب می باشد. مقادیر فلزات سنگین در سطح آب به طرف عمق آب به دلیل ته نشینی افزایش می یابد، نتایج حاصله در سه فصل پائیز، زمستان و بهار بیان گر این موضوع است که مقادیر تمام فلزات در دو فصل پائیز و بهار بیشتر از مقادیر آن در فصل زمستان است. کودهای فسفاته در کشاورزی با مقادیر بیش از حد کادمیوم می تواند نقش موثری در افزایش کادمیوم در آب، رسوبات بستر، گیاهان و نهایتاً اندام های آبزیان رودخانه داشته باشد(۲۲). اکثر مطالعات انجام شده در خصوص میزان فلزات سنگین نشان داده شد که منابع آلاینده اصلی شامل فاضلاب های صنعتی، تردد کشتی های تجاری، نفت کش ها، وقوع آتشفشان ها و موارد مشابه هستند(۷). از طرفی اختلاف در گونه ماهی، عادت در رفتارهای تغذیه ای و بیولوژیکی گونه و الگوی پراکندگی و مقدار فلز موجود در آب و رسوبات تاثیر به سزایی در میزان تجمع این فلزات در بافت های ماهی دارند. با عنایت به این که غذا احتمالاً مهم ترین منبع ورود کادمیوم به بدن می باشد، ماهیان این فلز را بیشتر از طریق زنجیره های غذایی نسبت به راه های آبششی و تنفسی جذب می کنند(۱۳). بنابراین شناخت دقیق عوامل ایجاد کننده آلودگی به فلزات سنگین خصوصاً کادمیوم در دریای خزر به شناخت عوامل متعدد برشمرده در فوق دارد، ولی با توجه به پایین تر بودن سطح آلودگی به کادمیوم در عضلات ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر نسبت به استاندارد جهانی(میانگین ۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم عضله کپور معمولی دریای خزردر مقابل ۰/۲ میکروگرم بر گرم WHO)، استفاده از ماهیان کپور دریا می تواند برای سلامتی انسان تهدیدی به شمار نرود.

-کمترین میزان کادمیوم عضله ماهی کپور معمولی دریایی دریای خزر مورد مطالعه در این تحقیق ۰/۰۸ میکروگرم بر گرم وزن عضله ماهی بوده است و بیشترین میزان آن ۰/۱۷ میکروگرم بر گرم وزن عضله ماهی کپور معمولی بوده است. میانگین میزان کادمیوم موجود در عضله ماهی کپور معمولی مورد مطالعه ۰/۱۱۴ میکروگرم بر گرم بوده است.

-میزان همبستگی بین وزن ماهی و میزان کادمیوم عضله برابر $r=$ ۰/۴۰۹ و میزان سطح معنی داری آزمون تحلیل واریانس رگرسیون نیز برابر $P=$ ۰/۰۲۵ شده است. لذا آزمون معنی دار شده و نشان می دهد که با افزایش وزن بدن ماهی ماهی کپور معمولی مورد مطالعه در این تحقیق، میزان فلز سنگین کادمیوم بطور معنی داری ($P<$ ۰/۰۵) افزایش می یابد.

-حد مجاز میزان کادمیوم در مصارف انسانی زیر ۰/۲ میکروگرم بر گرم وزن هر ماده غذایی تعریف شده است و لذا با توجه به میزان حداکثری ۰/۱۷ میکروگرم کادمیوم بر گرم وزن عضله ماهی کپور معمولی در تحقیق حاضر، غلظت آن در عضله این ماهی کمتر از حد قابل قبول آن بر مبنای استاندارد WHO می باشد و دلالت بر سالم بودن این ماهی برای مصارف انسانی به واسطه صید از دریای خزر می باشد.

## منابع


۱-پازوکی، ج.، ابطحی، ب.، رضائی، ف. ۱۳۸۵. سنجش میزان فلزات سنگین (Cd, Cr) در با فت پوست و عضله کفال طلائی دریای خزر(*Liza aurata*) منطقه انزلی. مجله علوم محیطی، سال هفتم، شماره۱، پاییز ۱۳۸۸، صص ۲۱ تا ۳۱.

۲-دادالهی سهراب، ع.، نبوی، م.، خیرور، ن. ۱۳۸۷. ارتباط برخی مشخصات زیست سنجی با تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه اروندرود، مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۷، صفحات ۲۷ تا ۳۳.

۳-سنجر، ف.، جواهری، م.، عسگری ساری، ا. ۱۳۸۸. اندازه-گیری و مقایسه فلزات سنگین(سرب و کادمیوم) در عضله و پوست ماهی زمین کن دم نواری( *Platycephalus indicus*) منطقه صیادی بندر ماهشهر. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال اول، شماره۴، زمستان ۱۳۸۷، صص ۳۵ تا ۴۶.

٤-وثوقی ،غ.م.، مستجیر، ب. ۱۳۸۵. ماهیان آب شیرین، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۱۷۵ تا ۱۷۸.

**5.**Amundsen, P. A., Staldvik, F.J., Lukin, A. A. (1997). Heavy metal contamination in fresh water fish from the border region between Norway and Russia[J]. The Science of the Total Environment, 201; 211–224.

**6.** Anderson Singer, T. D., Mahadevappa, V. G., Ballantyne, J.S. (1996). Aspects of the energy metabolism of lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, with special emphasis on lipid and ketone body metabolism. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47; 873–881

**7.**Anderson, K.A., Meyers, R.A. (2000). Mercury analysis in environmental samples by cold vapor techniques, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2890-2903 .

**8.**Ashraf, M., Jaffar, M. (1988). Correlation between some selected trace metal concentrations in six species of fish from the Arabian Sea. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 41(1); 86–93.

**9.**Ashraf, W., Seddigi, Z., Abulkibash, A., Khalid, M. (2006). Levels of selected metals in canned fish consumed in Kingdom of Saudi Arabia. Environmental Monitoring and Assessment, 117(1); 271–279.

**10.**Ay, O., Kalay, M., Tamer, L. (1999). Copper and lead accumulation in tissues of a freshwater fish *Tilapia zillii* and its effects on the branchial Na, K-ATPase activity[J]. Bulletin of Environmental Contamination Toxicology, 62; 160–168.

**11.**Barak, N.A.E., Mason, C.F. (1990). Mercury, cadmium and lead concentrations in five fish species of freshwater fish from eastern England. The Science of the Total Environment, 92; 257–263 .

**12.**Baldwin, D.R., Marshall, W.J. (1999). Heavy metal poisoning and its laboratory investigation. Ann. Clin. Biochem, 36; 267-300 .

**13.**Canli, M., Kalay, M., Ay, Ö. (2001). Metal (Cd, Pb, Cu, Zn, Fe, Cr, Ni) concentrations in tissues of a fish *Sardina pilchardus* and a prawn *Peaenus japonicus* from three stations on the Mediterranean Sea. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 67(1); 75–82.

**14.**Farkas, A., Salanki, J., Varanka, I. (2000). Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton. Lakes & Reservoirs: Research & Management, 5(4); 271–279.

**15.**Fidan, A. F., Ci ˘ gerci, ˙I. H., Konuk, M., Küçükkurt, ˙I., Aslan, R., Dündar, Y. (2008). Determination of some heavy metal levels and oxidative status in Carassiuscarassius L., 1758 from Eber Lake. Environmental Monitoring and Assessment, 147(1); 35–41

**16.**Gale, N., Adams, C., Wixson, B., Loftin, K. Huang, Y.W. (2004). Lead, zinc, copper, and cadmium in fish and sediments from the big river and flat river creek of Missouri's old lead belt. Environmental Geochemistry and Health, 26(1); 37–49.

**17.**Has-Scho¨n, E., Bogut, I., & Strelec, I. (2006). Heavy metal profile in five fish species included in human diet, domiciled in the end flow of River Neretva (Croatia). Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 50; 545–551.

**18.**Heiny, J. S., Tate, C. M. (1997). Concentration, distribution, and comparison of selected trace elements in bed sediment and fish tissue in the South Platte River. Lakes & Reservoirs: Research & Management,5(1);100-108.

**19.**Horvat,M., in:Ebdon, L., Pitts, L., Cornelis, R., Crews, H., Dornard, O.F.X., Quevauviller

(eds) ,Ph., (2001). Trace element speciation for environment, food and health , Royal Society ofChemistry , Cambridge,P.134.

**20.**Kargin, F. (1998). Metal concentrations in tissues of the freshwater fish *Capoeta barroisi* from the Seyhan River (Turkey)[J]. Bulletin of Environmental Contamination Toxicology, 60; 822–828.

**21.**Malik, N., Biswas, A.K, Qureshi, T.A., Borana, K., Virha, R. (2010). Bio accumulation of heavy metals in fish tissues of a freshwater lake of Bhopal. Environmental Monitoring and Assessment, 160; 267–276.

**22.**Sixin, L., Lianfeng, Z., Hongjun, W., Youguang, L., Juxiang, H., Jianbo, Ch. (2009). Feeding habits and habitats preferences affecting mercury bioaccumulation in 37 subtropical fish species from Wujiang River, China. Ecotoxicology, 18; 204–210.

**23.**Terra, B. F., Araújo, F. G., Calza, C. F., Lopes, R. T., Teixeira, T. P. (2008). Heavy metal in tissues of three fish species from different trophic levels in a tropical. Environmental Monitoring and Assessment, 133; 206-016.

**24.**Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J., Gracia, I. (2003). Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguillaand*, *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain.

**25.**Vigh, P., Mastala , Z., Balogh, K.V. (1996). comparison of heavy metal concentration of heavy metal concentration of grass carp (*Ctenophringodon idella*) in a shallow eutrophic lake and a fish pond (possible effect of food contamination ). Chemospher, 32(4); 691 -701.

**26.**Voegborlo, R.B., Adimado A.A., Ephraim, J.H. (2007). Total mercury distribution in different tissues of frigate tuna (*Auxis thazard thazard*) from the atlantic coastal waters of ghana, gulf of guinea. Environmental Monitoring and Assessment, 132; 503–508

**27.**Wong, C. K., Wong, P. P. K., & Chu, L. M. (2001). Heavy metals concentrations in marine fishes collected from fish culture sites in Hong Kong. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 40; 60–69.

# The Relationship between Weight and the Amount of Cadmium in the Common Carp(*Cyprinus carpio*) of Caspian Sea

**A. Dejabad**[1], A. E. Khajeh Rahimi[2]
**1.**Department of Veterinary science, Chaloos branch, Islamic Azad University,Mazandaran.Iran.
**amir_vet@yahoo.com**
**2.**Department of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Received:2016.20.8** **Accepted: 2017. 11. 11**

## Abstract

**Inroduction & Objective: In this study, Cd concentrations in muscle tissue of wild common carp *Cyrprinus carpio* of Caspian Sea in relation to fish weight has been determined in order to to compare with WHO standards**

**Materials and Methods: Testing for 8 weeks in both groups, with a total of 60 fish from each group were done. Blood samples were collected from the fish using the caudal vein cut and each blood parameters in hematology laboratory values were measured.**

**Results: : Cadmium levels in the Caspian Sea muscle of common carp in this study was between 0.08-0.17 micrograms per gram (mean 0.114 micrograms per gram ). Correlation between the amount of cadmium in fish muscle weight was r = 0.409, with P= 0.025. This experiment shows by increasing body weight of fish of common carp, the cadmium levels were significantly (P < 0.05) increased. The acceptable limit of cadmium levels in human consumption must be below 0.2 micrograms per gram weight of each nutrient, and therefore the maximum 0.17 micrograms of cadmium per gram of muscle weight of common carp.**

**Conclusion: In the present study, indicated that the concentrations in fish muscle is less than acceptable level of WHO standards, implying that common carp could be healthy for human consumption in Caspian Sea.**

**Keywords:** *Common carp*, Cadmium, Caspian Sea.