

## تعیین غلظت جیوه‌ی کل در آب و ماهی کپور معمولی مجتمع پرورش ماهی آزادگان

### در خوزستان: راهکاری جهت کاهش تجمع جیوه در ماهی

محمد جواد خدایار<sup>۱\*</sup>، هدا نانوازاده<sup>۲</sup>، علیرضا جهانگیری<sup>۳</sup>، نادره رهبر<sup>۳</sup>، عبدالعظیم بهفر<sup>۴</sup>

#### چکیده

زمینه: این تحقیق به منظور تعیین مقدار جیوه‌ی کل در بافت ماهی کپور و آب سطحی منطقه‌ای که ماهی‌ها از آنجا جمع‌آوری شده‌اند، انجام گرفت.

روش: نمونه‌های ماهی و آب از مجتمع پرورش ماهی آزادگان در خوزستان، ایران جمع‌آوری شدند و میزان جیوه کل در آنها توسط دستگاه Direct Mercury Analyzer-80 اندازه‌گیری شد.

نتایج: میانگین مقدار جیوه در گونه‌ی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) برابر با  $0.52 \pm 0.25$  میکروگرم در کیلوگرم وزن تر ماهی و در آب سه نقطه از حوضچه،  $2.11 \pm 0.08$ ،  $2.12 \pm 0.03$  و  $2.10 \pm 0.01$  میکروگرم در کیلوگرم به دست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان دادند که مقدار جیوه در نمونه‌های عضله ماهی نسبت به آب کمتر بوده و مقادیر جیوه در نمونه‌های آب و ماهی کمتر از حد پیشنهاد شده سازمان غذا و داروی آمریکا، سازمان بهداشت جهانی و سازمان محیط زیست آمریکا (برای نمونه‌ها آب) بود و اینکه تجمع حیاتی جیوه در ماهی‌های این مجتمع پرورش ماهی رخ نمی‌دهد.

واژگان کلیدی: جیوه، ماهی کپور، آب، تجمع حیاتی، خوزستان

۱-استادیار گروه سم‌شناسی و فارماکولوژی، دانشکده داروسازی، مرکز تحقیقات سم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۸۳۳۷۸  
jkhodayar@yahoo.com

۲-دانشجوی کارشناسی‌ارشد سم‌شناسی، گروه سم‌شناسی و فارماکولوژی، دانشکده داروسازی، مرکز تحقیقات سم‌شناسی، دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۸۳۳۷۸  
nanvazadeh.h@gmail.com

۳-استادیار گروه شیمی دارویی، دانشکده داروسازی، مرکز تحقیقات نانوتکنولوژی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۸۳۳۷۸  
arjhang@ajums.ac.ir  
n\_rahbar2001@yahoo.com

۴-استادیار گروه کنترل غذا و دارو، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۸۳۳۷۸  
Behfar@ajums.ac.ir  
\*نویسنده‌ی مسؤول:

محمد جواد خدایار؛ ایران، اهواز، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، دانشکده داروسازی، گروه سم‌شناسی و فارماکولوژی.

تلفن و پست الکترونیک: ۰۶۱۱۳۳۸۳۳۷۸  
jkhodayar@yahoo.com

## مقدمه

حوضچه پرورش ماهی موجب توزیع جیوه در گستره وسیع تری شده که این می‌تواند دسترسی ماهی‌ها را به جیوه کاهش دهد، چرا که غذای ماهی‌ها بیشتر از محیط بیرون تأمین می‌شود (۶). ماهی یک ماده غذایی لذیذ و زود هضم می‌باشد، و حاوی مواد پروتئینی، معدنی، ویتامینها و اسیدهای چرب امگا ۳ است که در سلامت جسمی و روانی انسان تأثیر به سزایی دارد. مطابق آمارهای موجود، مصرف سرانه آبزیان در ایران و سایر نقاط دنیا روز به روز در حال افزایش است (۷، ۸). با این حال با توجه به روند رو به رشد صنایع و آلوده شدن اکوسیستم آبی ضرورت دارد که به طور مداوم سلامت آبزیان بررسی شود. از این‌رو محققان مطالعات و بررسیهای زیادی را در زمینه اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین خصوصاً جیوه کل در ماهیان (چه آزاد و چه پرورشی) انجام داده‌اند (۹-۱۱). مطالعات صورت گرفته چندین ساله (۲۰۱۲-۱۹۹۰) توسط سازمان غذا و داروی آمریکا میزان غلظت جیوه را در گونه کپور اقیانوسی  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ۲۹۵ نشان داده است (۱۲). در ایران نیز مطالعه صورت گرفته توسط خوشناموند و همکاران (۱۳۸۹) بر روی دو گونه معمولی و نقره‌ای ماهیان کپور آزاد (غیر پرورشی) غلظت جیوه را به ترتیب:  $20/67 \pm 233$  و  $26/43 \pm 367$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  نشان داد. تحقیقات بر روی ماهیان کپور آزاد حاکی از غلظت بالای جیوه در آنهاست (۱۳). این در حالی است که آکادمی ملی علوم سلامت آمریکا (۲۰۰۶) طی تحقیقی نشان داد که میزان جیوه‌ی گونه‌های پرورشی سالمون بسیار پائین‌تر از گونه‌های سالمون اقیانوسی آن می‌باشد (۱۴). بنابراین با توجه به روند رو به رشد صنایع و آلوده شدن اکوسیستم آبی ضرورت دارد از آبزیانی استفاده کنیم که از مناطق سالم تهیه شوند و نظارت کافی روی پرورش و محیط زیست ماهیان داشته باشیم. از این‌رو پرورش ماهی و سایر آبزیان مورد توجه بسیاری از دولتها قرار گرفته است. بر این اساس این تحقیق با هدف تعیین مقدار جیوه در آب

امروزه توصیه‌های پزشکی و سلامت سازمانهای بهداشتی، انسانها را به مصرف بیشتر ماهی تشویق می‌کند، بنابراین بهره برداری از منابع غذایی دریاها و اقیانوسها بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، لیکن از سویی دیگر نگرانی از آلوده شدن ماهیان آزاد به انواع مختلف آلاینده‌ها، جوامع انسانی را به سمت بهره برداری از سیستمهای پرورش ماهی سوق داده است. پرورش ماهی علاوه بر تأمین امنیت غذایی در حفظ اکوسیستمهای دریایی نیز بسیار مؤثر است. ماهیان و سایر آبزیان موجود در اکوسیستمهای آبی، ناخواسته در معرض آلاینده‌ها اعم از فاضلابهای صنعتی، شهری و کشاورزی بوده که با ورود به بدن آنها، تجمع می‌یابند و علاوه بر آسیب به ماهیان و مرگ آنها، با ورود به زنجیره غذایی، سبب آسیب رساندن به سایر موجودات از جمله انسان که از آنها تغذیه می‌کنند، نیز می‌شوند (۱-۳). از جمله مواد بسیار سمی که امروزه در اثر بی‌مبالاتی انسانها وارد آبهای آزاد می‌شود، فلزات سنگین از جمله جیوه می‌باشد. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های پایداری هستند که برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند. در نتیجه مقادیرشان می‌تواند در زنجیره غذایی تا چندین برابر مقدار موجود در آب و هوا، افزایش یابد. زمانی که جیوه وارد آب می‌شود، ممکن است مقدارش اندک باشد با این حال همین مقدار کم هم، به راحتی توسط آبزیان جذب و در آغاز زنجیره غذایی آبی به وسیله جلبکها و باکتریها به صورت متیل مرکوری در می‌آید، این جلبکها توسط سایر آبزیان شامل زئوپلانکتونها، فیتوپلانکتونها و در نهایت ماهی‌ها به عنوان منبع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و موجب تجمع جیوه در بدن آنها می‌شود (۴، ۵). از سویی دیگر نیز گزارش شده است که در حوضچه‌های پرورش ماهی شرایطی نظیر قلیایی شدن موجب رشد زیاد جلبکها می‌شود. حضور جلبک در

ماهی که دارای طولهای تقریباً یکسان بودند در یک گروه قرار داده شدند. نتایج زیست‌سنجی ماهی کپور در جدول شماره ۱ آمده است. جهت تهیه نمونه‌های مرکب، روش کار EPA دنبال شد (۱۵). کلیه عملیات ذکر شده باید بر روی تخته کار پلاستیکی یا پلی اتیلنی انجام گیرد. به طور خلاصه، با استفاده از چاقویی با تیغه استیل، برشی از کمر ماهی آغاز و سپس به سمت آب شش ماهی رفته و برش را در امتداد شکم به نحوی که بدون آسیب زدن به احشای داخلی، گوشت ماهی کاملاً جدا شود به پایان می‌رسانیم (پوست ماهی از سمتی که فیله از آن تهیه می‌شود، کاملاً جدا شد). فیله‌های جدا شده از نظر عدم وجود تیغ بررسی شدند. سپس فیله‌ها با آب دوبار تقطیر شسته شده و با کاغذ خشک کن رطوبت آنها گرفته شد. پس از این مرحله ۵ عدد از فیله‌ها که متعلق به ماهیانی با طول یکسان بودند، در مخلوط‌کن با تیغه استیل کاملاً مخلوط شدند. نمونه‌های مرکب باید به صورت مخلوطی همگن در آیند. سپس کمپوزیت به دست آمده در قوطی پلاستیکی که برای این کار در نظر گرفته شده بود، قرار گرفتند. نمونه‌ها تا پیش از آنالیز توسط دستگاه در دمای ۲۰- سانتی‌گراد نگهداری شدند (۱۵).



شکل ۱: عکس هوایی از حوضچه‌های پرورش ماهی آزادگان که در آن رشد جلبکها (نواحی سبز) مشهود است.

و بافت عضله ماهیان کپور پرورشی حوضچه پرورش ماهی آزادگان در استان خوزستان صورت گرفته است.

## روش

نمونه‌های ماهی و آب مورد مطالعه در این تحقیق از یکی از حوضچه‌های پرورش ماهی آزادگان خوزستان در سال ۱۳۹۰ جمع‌آوری شدند. شکل ۱. نمای کلی این مجتمع را ارائه می‌دهد.

تهیه نمونه‌های ماهی:

نمونه‌برداری مطابق اصول و روش کار سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا که جهت تعیین فلزات سنگین در نمونه‌های ماهی تدوین شده است، انجام گرفت (۱۵). ۵۰ عدد نمونه کپور معمولی از حوضچه پرورش ماهی آزادگان که به وسیله تورهای سنتی صید شده بودند، خریداری شد. گونه و جنس نمونه‌ها توسط کارشناس مرکز شیلات شناسایی و تأیید شدند. شکل شماره ۲. گونه ماهی مورد بررسی در این مطالعه را نشان می‌دهد. نمونه‌ها بلافاصله پس از صید در صندوقهای حاوی یخ پودر شده قرار داده شدند. ماهیها پس از انتقال از محل صید، ابتدا با آب مقطر شسته شده تا آلودگی‌های احتمالی هنگام صید از روی آنها زدوده شوند. پس از انجام زیست‌سنجی نمونه‌ها، پنج عدد



شکل شماره ۲: گونه ماهی کپور مورد بررسی در این مطالعه

atomic و Amalgamation, Conversion

absorption spectrophotometer در این وسیله با هم

سبب اندازه‌گیری بهتر و دقیق‌تر جیوه در نمونه می‌شود.

روش تحلیل داده‌ها:

اطلاعات در نرم‌افزار آماری Excel دسته‌بندی و جهت

توصیف داده‌ها از شاخص‌هایی نظیر میانگین و انحراف

استاندارد داده‌ها محاسبه شد و در آزمون استنباطی از آزمون

ANOVA استفاده شد.

## نتایج

در جدول ۱ نتایج زیست‌سنجی و در جداول ۲ تا ۴

نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های ماهی و آب ارائه شده است.

در این مطالعه میانگین غلظت کل جیوه در ۱۰ عدد

کمپوزیت ماهی کپور ۵۲۱/ میکروگرم در کیلوگرم وزن تر

ماهی به دست آمد. که این مقدار کمتر از غلظت جیوه کل

در آب است. فاکتور تجمع حیاتی نیز بر اساس نسبت

غلظت جیوه ماهی نسبت به غلظت آن در آب نیز محاسبه

گردید. مقادیر جیوه به دست آمده در نمونه‌های ماهی و آب

پائین‌تر از حد آستانه مجاز تعیین شده توسط سازمان غذا و

داروی آمریکا می‌باشد.

تهیه نمونه‌های آب:

در نمونه‌برداری آب برای تعیین مقدار جیوه استفاده از

ظروف شیشه‌ای توصیه شده است. جهت نمونه‌برداری از

بطری شیشه‌ای که در انتهای آن وزنه سنگینی آویزان شده

بود، استفاده شد. جهت انجام آزمایشات فیزیکوشیمیایی ۱ تا

۳ لیتر آب کافی است. در تحقیق حاضر در هر نقطه نمونه-

برداری ۲/۵ لیتر آب برداشت شد. با توجه به اینکه ممکن

بود بین زمان نمونه‌برداری تا زمان تعیین مقدار توسط

دستگاه فاصله‌ای وجود داشته باشد، به‌عنوان محافظ از اسید

نیتریک استفاده شد تا pH را به ۲ یا ۳ رسانده و از واکنش

احتمالی بین جدار شیشه‌ای ظرف نمونه‌برداری و فلز جیوه

جلوگیری شود. بدین ترتیب، به نمونه ۱/۵ سی‌سی معادل

۳۰ قطره اسید نیتریک غلیظ افزوده شد تا اسیدیته به ۲

برسد. نمون‌ها در دمای ۶-۲ درجه سانتی‌گراد و با اسیدی

کردن تا یک ماه قابل نگهداری بودند (۱۶).

آنالیز نمونه‌ها:

جهت تعیین مقدار جیوه در نمونه‌ها از دستگاه DMA

(Direct Mercury Analyzer) استفاده شد. این دستگاه

آنالیز روشی مستقیم و با سرعت بالا را برای تعیین مقدار

اختصاصی جیوه ارائه می‌کند. ترکیبی از تکنیکهای

Catalytic, Thermal Decomposition

جدول شماره ۱: نتایج زیست سنجی ماهی کپور معمولی

شاخص	طول کل (سانتی متر)	طول استاندارد (سانتی متر)	وزن کل (گرم)
حداقل	۲۷	۲۲	۴۰۰
حداکثر	۳۶	۳۱/۵	۸۵۰
میانگین $\pm$ انحراف معیار	۳۱/۸۳ $\pm$ ۱/۷۱	۲۵/۲۳ $\pm$ ۰/۵۳	۵۹۰ $\pm$ ۹۲/۴۴

جدول شماره ۲: نتایج تعیین مقدار جیوه آب در نقاط مختلف حوضچه پرورش ماهی

منطقه نمونه برداری	غلظت جیوه در آب * Mean $\pm$ SD ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	میانگین کل
ورودی حوضچه (محل شماره ۱)	۲/۱۰ $\pm$ ۰/۰۰۱	۲/۱۱ $\pm$ ۰/۰۰۹
قسمت میانی حوضچه (محل شماره ۲)	۲/۱۲ $\pm$ ۰/۰۰۳	
خروجی حوضچه (محل شماره ۳)	۲/۱۱ $\pm$ ۰/۰۰۸	

\* میانگین سه مرتبه تعیین مقدار

جدول شماره ۳: نتایج به دست آمده از تست آماری ANOVA

تعداد نمونه های مجزای ماهی	تعداد نمونه های مرکب	رنج غلظتی جیوه در ماهی ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	ضریب اطمینان	
			محدوده بالا	محدوده پائین
۵۰	۱۰	۰/۰۰۱ تا ۲/۴۱	-/۰۳۵۸	/۰۷۸۴

جدول شماره ۴: مقایسه میزان جیوه در آب و ماهی Mean  $\pm$  SD ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) و میزان فاکتور تجمع حیاتی

غلظت جیوه در ماهی	غلظت جیوه در آب	فاکتور تجمع حیاتی
۰/۵۲ $\pm$ ۰/۰۰۱	۲/۱۱ $\pm$ ۰/۰۰۹	/۲۵

## بحث

آمریکا بر روی ماهی‌های کپور اقیانوسی میزان جیوه کل را چندین برابر غلظت جیوه اندازه‌گیری شده در این تحقیق نشان می‌دهد (۱۲). در ضمن این نکته را نباید از نظر دور داشت که اصولاً در هنگام تعیین مقدار جیوه در آب و ماهی به ترتیب با دو گونه معدنی و آلی جیوه مواجه هستیم. با این حال جیوه معدنی در آب ماندگاری کمی داشته و با سرعت بالا به رسوبات و بدن موجودات ذره بینی آب و سپس ماهی وارد می‌شود (۱۹). بنابراین این مسأله شاید بتواند حضور غلظتهای پایین جیوه در آب را توجیه کند. در این زمینه در

بر طبق نتایج این مطالعه میزان جیوه در بافت عضله ماهی و همچنین آب منطقه زیست ماهیان بسیار پائین بود. تحقیقات صورت گرفته بر روی ماهی‌های پرورشی توسط اندرجی (Andreji) و همکاران (۲۰۰۶) و آدیبه (Adeyeye) و همکاران (۱۹۹۶) نیز حاکی از غلظت پائین جیوه در بافت این گونه ماهی دارد (۱۷، ۱۸). جدول شماره ۴ میزان فاکتور تجمع حیاتی را ارائه می‌دهد که نشان از سالم بودن ماهی کپور پرورشی دارد. این در حالی است که همان‌گونه که اشاره شد، تحقیقات سازمان غذا و داروی

جلبکها جذب می‌شود و به موجوداتی به نام دافنیا که از آنها تغذیه می‌کنند، می‌رسد. دافنیاها نوعی از زئوپلانکتونها هستند که قادرند جیوه را به فرم آلی تبدیل کنند. این موجودات خود غذای سایر گونه‌های ماهی محسوب می‌شوند. در حالی که این میزان جیوه برای دافنیاها و ماهیان سمی نیست، اما به دلیل تجمع زیستی جیوه در زنجیره غذایی و بزرگنمایی زیستی آن، این میزان برای انسانها سمی محسوب می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که اگر میزان جلبک افزایش یابد، جیوه و متعاقب آن متیل مرکوری به‌طور گسترده در بین این موجودات (دافنیاها) پراکنده می‌شود. بنابراین دافنیاهایی که از آنها تغذیه می‌کنند، در معرض مقادیر بالای جیوه قرار نمی‌گیرد و بالعکس (۲۶-۲۹). بدین صورت ممکن است که جلبک بتواند در زمینه ایجاد تغییر در میزان برداشت جیوه از محیط توسط آبزیان، تأثیر داشته و شاید پرورش ماهی در حوضچه بتواند به‌عنوان راهکاری جهت کاهش تجمع جیوه در ماهی مد نظر قرار گیرد. این امر می‌تواند در زمینه استفاده از محصولات آبی سالم به‌خصوص برای گروه‌های حساس از جمله زنان باردار، زنان شیرده و کودکان کمک شایان توجهی کند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی دانشجویی به شماره‌ی U-90107 می‌باشد. نویسندگان این مقاله از خانم منصورزاده، کارشناس آزمایشگاه کنترل دارو و غذا، دانشکده‌ی داروسازی، که در انجام این تحقیق کمک زیادی نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

### References

- 1- Storelli MM, Giacomini-Stuffler R, Storelli A, Marcotrigiano GO. Accumulation of mercury, cadmium, lead and arsenic in swordfish and bluefin tuna from the mediterranean sea: a comparative study. *Mar Pollut Bull* 2005;50(9):1004-7.
- 2-Bundy RR. Legal Aspects of Protecting the Environment of the Caspian Sea. *Rev Eur Commun Int Environ Law* 1996;(2):122-9.
- 3-Duke TW. Pesticide in aquatic environments: An overview. In M.A.Q. Khan (Ed), New York: Plenum Press; 1977. P. 257.
- 4-Sankar TV, Zynudheen AA, Anandan R, Viswanathan Nair PG. Distribution of organochlorine pesticides and heavy metal residues in fish and shellfish from Calicut region, Kerala, India. *Chemosphere* 2006;65(4):583-90.

مطالعات مست (Mast) و همکاران (۲۰۱۰) (۲۰)، اولریخ (Ullrich) و همکاران (۲۰۰۱) (۲۱) و هوروات (Horvat) (۱۹۹۶) (۲۲) غلظت جیوه در آب را تعیین نمودند. در کلیه این تحقیقات میزان جیوه در حد پایین‌تر از  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ۳ تعیین مقدار شده است. در این میان شاید با توجه به شرایط شیمیایی حوضچه پرورش ماهی، قرار گرفتن ماهی در محیط پرورشی بتواند بر روی تغییرات این روند تأثیرگذار باشد. در این زمینه باید گفت برای جلوگیری از نوسانات pH در طی شبانه روز به آب استخرهای پرورشی ترکیبات قلیایی افزوده می‌شود. آهک‌دهی با اثر بر قلیانیت آب، مقدار دی‌اکسید کربن برای فتوسنتز را افزایش می‌دهد، زیرا که باعث زیاد شدن بی‌کربنات شده و با تجزیه آنها  $\text{CO}_2$  افزایش می‌یابد و بدین شکل شرایطی جهت رشد بیشتر جلبکها فراهم می‌آید. از سوی دیگر می‌دانیم که آب حوضچه‌های پرورش ماهی نظیر حوضچه پرورش ماهی آزادگان به علت ساکن بودن، احتمال تشکیل جلبک را افزایش داده که با آهک‌دهی به بستر استخر این روند سرعت می‌یابد. نکته مورد توجه در این مطالعه پائین‌تر بودن مقادیر جیوه در ماهی نسبت به آب می‌باشد. چنین مقادیری می‌تواند ناشی از نوسانات میزان pH و حجم بالای جلبک که در محیطهایی مانند حوضچه دیده می‌شود، باشد. طبق مطالعات صورت گرفته توسط ATSDR غلظت جیوه در ماهی با میزان pH رابطه عکس دارد، بنابراین با افزایش pH انتظار می‌رود، تجمع جیوه در ماهی کاهش یابد (۲۳-۲۶). در راستای این موضوع تحقیقات نشان داده‌اند که در شرایط آزمایشگاهی کنترل شده، جیوه موجود در آب توسط

- 5-Mast MA, Krabbenhoft DP. Comparison of mercury in water, bottom sediment, and zooplankton in two Front Range reservoirs in Colorado, 2008-09: US Geological Survey Scientific Investigations Report 2010-5037.
- 6-Kannan K, Smith RG Jr, Lee RF, Windom HL, Heitmuller PT, Macauley JM, et al. Distribution of total mercury and methyl mercury in water, sediment, and fish from south Florida estuaries. *Arch Environ Contam Toxicol* 1998;34(2):109-18.
- 7-Annual Fishery Statistics of Iran, consumption of fish in Iran. Tehran: Ministry of agriculture; 2010. P. 36-40.
- 8-Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation* 2002;106(21):2747-57.
- 9-Agah H, Leermakers M, Elskens M, Fatemi SMR, Baeyens W. Total mercury and methyl mercury concentrations in fish from the Persian Gulf and the Caspian Sea. *Water Air Soil Poll* 2007;181:95-106.
- 10-Arantes IA, Pinto MT, Mangabeira PA, Grenier-Loustalot MF, Veado MA, Oliveira AH. Mercury concentration in fish from Piracicaba River (Minas Gerais, Brazil). *Environ Monit Assess* 2009;156(1-4):119-30.
- 11-Askary Sary A, Mohammadi M. Mercury concentrations in commercial fish from freshwater and saltwater. *Bull Environ Contam Toxicol* 2012;88(2): 162-5.
- 12-Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990-2010). Available at: URL: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/Product.SpecificInformation/Seafood/FoodbornePathogensContaminants/Methylmercury/ucml15662.htm>.
- 13-Khoshnamvand M, Kaboudvandpour Sh, Ghiasi F, Bahramnejad B. Comparison of Total Accumulated Mercury in Muscle Tissues of Common Carp and Silver Carp in Sanandaj Gheslugh Reservoir. *J Environ Stud* 2011;36(56):13-15.
- 14-Hurley J, Binkowski F. Mercury, Fish, and Aquaculture. *Aqua* 2006. Available at: URL: [wisc.edu/publications/PDFs/Aquaculture\\_Mercury.pdf](http://wisc.edu/publications/PDFs/Aquaculture_Mercury.pdf). Accessed 2011.
- 15-USEPA. Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP) Near coastal Program Laboratory Methods for Filleting and compositing Fish for organic and Inorganic Contaminant Analyses. Office of Research and Development, Environmental Research Laboratory, Narragansett, RI. (1991d).
- 16-IAOAC Official method 977.22, mercury in water- Flameless Atomic Absorption Spectrophotometric. 40 CFR 444.12(b) (1) Table. (1990).
- 17- Andreji J, Stranai I, Kacániová M, Massányi P, Valent M. Heavy metals content and microbiological quality of carp (*Cyprinus carpio*, L.) muscle from two Southwestern Slovak fish farms. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 2006;41(6):1071-88.
- 18-Adeyeye EI, Akinyugha NJ, Fesobi ME, Tenabe O. Determination of some Metals in *Clarias gariepinus* (Cuvier and allenciennes), *Cyprinus carpio* L and *Oreochromis niloticus* (L) Fishes in a polyculture fresh water pond and their Environments. *Aquaculture* 1996;147(3-4):205-14.
- 19-Ponce RA, Bloom NS. Effect of pH on the bioaccumulation of low level, dissolved methylmercury by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Water Air Soil Poll* 1991;56:631-40.
- 20-Mast MA, Krabbenhoft DP. Comparison of mercury in water, bottom sediment, and zooplankton in two Front Range reservoirs in Colorado, 2008-09. US Geological Survey Scientific Investigations Report 2010;5037:20.
- 21-Ullrich SM, Tanton TW, Abdrashitova SA. Mercury in the Aquatic Environment: A Review of Factors Affecting Methylation. *Environ Sci Technol* 2001;31(3):241-93.
- 22-Horvat, M. Mercury analysis and speciation in environmental samples. In: Baeyens W, Ebinghaus R, Vasiliev O, Eds. *Global and Regional Mercury Cycles Sources, Fluxes and Mass Balances*. Dordrecht: Kluwer Academic; 1996. P. 1-31.
- 23- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for mercury (update). Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service; 1999.
- 24-Boyd CE. Fertilisation of warmwater fish ponds. *J Soil Water Conserv* 1981;36(3):142-5.
- 25-Mandal BK, Boyd CE. Reduction of pH in waters with high total alkalinity and low total hardness. *Prog Fish Cult* 1980;42(3):183-4.
- 26-Boyd CE. Water quality in ponds for Aquaculture. Auburn University: Alabama Agricultural Experiment Station; 1990. P. 482.
- 27-Boyd CE. Pond aquaculture water quality management. Dordrecht: Kluwer Academic;1998. P. 87.
- 28-Natali SM, Sañudo-Wilhelmy SA, Norby RJ, Zhang H, Finzi AC, Lerdau MT. Increased mercury in forest soils under elevated carbon dioxide. *Oecologia* 2008;158(2):343-54.
- 29-Knapp S. Why Mercury Levels in Water Don't Equal Levels in Fish. Available at: URL: <http://www.unisci.com/stories/20021/0319023.htm>. 2002.

## «Original Article»

## Determination of total mercury concentrations in water and common Carp from Azadegan aquaculture site, Khuzestan: strategy to reduce mercury accumulation in fish

Mohammad Javad Khodayar<sup>1\*</sup>, Hoda Nanvazadeh<sup>2</sup>, Alireza Jahangiri<sup>3</sup>, Nadereh Rahbar<sup>3</sup>,  
Abdolazim Behfar<sup>4</sup>

1-Assistant Professor, Department of Pharmacology and Toxicology, School of Pharmacy, Toxicology Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

2-MSc Student of Toxicology, Department of Pharmacology And Toxicology, School of Pharmacy, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

3-Assistant Professor, Department of Medicinal Chemistry, School of Pharmacy, Nanotechnology Research Centre, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

4-Assistant Professor, Department of Food and Drug Control, School of Pharmacy, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

\*Corresponding author:  
Mohammad Javad Khodayar,  
Department of Pharmacology and Toxicology, School of Pharmacy, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.  
Tel: +986113738381  
Email: jkhodayar@yahoo.com

### Abstract

**Background:** This study aimed to determine the total mercury (T-Hg) concentration in the common Carp muscles (*Cyprinus carpio*) fish species and surface water where they are collected.

**Methods:** The fish and water samples were collected from Azadegan Aquaculture complex in Khuzestan, Iran during November of 2011 and the concentration of T-Hg was determined by Direct Mercury Analyzer-80.

**Results:** The mean T-Hg concentration in *Cyprinus carpio* was  $0.52 \pm 0.25$   $\mu\text{g T-Hg/kg}$  for wet weight fish tissue. Average T-Hg concentrations for water sample from tree point of the pond were  $2.10 \pm 0.001$   $\mu\text{g/kg}$ ,  $2.12 \pm 0.003$   $\mu\text{g/kg}$  and  $2.11 \pm 0.08$   $\mu\text{g/kg}$  correspondingly.

**Conclusion:** The results demonstrated that the levels of T-Hg in fish tissues were lower than water samples which is below the standards for human health screening levels proposed by the WHO, FDA and EPA (for water samples) and that bioaccumulation of mercury did not occur in fish in this aquaculture complex.

**Keywords:** Mercury, Common Carp, Water, bioaccumulation, Khuzestan.

► Please cite this paper as:

Khodayar MJ, Nanvazadeh H, Jahangiri AR, Rahbar N, Behfar AA. Determination of total mercury concentrations in water and common Carp in Azadegan aquaculture site, Khuzestan: strategy to reduce mercury accumulation in fish. *Jentashapir* 2013;4(3):175-182

Received: 07.08.2012

Accepted: 08.10.2012