تاثیر افزودن اتیلن دی آمین ترا استیک اسید به جیره غذایی بر کاهش میزان عناصر سنگین در گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

حسین باصری ارغوانی[۱]، ابوالفضل عسکری ساری*[۱]، مهران جواهری بابلی[۱]

*askary_sary@yaho.com.com

۱- گروه تکثیر و پرورش آبزیان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۵

چکیده

در این مطالعه اثر سطوح مختلف اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) در جیره غذایی و تاثیر آن بر تغییرات میزان عناصر سنگین کادمیوم، جیوه، سرب و آرسنیک در گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در یک دوره پرورش ۹۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق بر اساس طرح کاملاً تصادفی شامل ۵ تیمار ۱(شاهد)، ۲، ۳، ۴ و ۵ که بترتیب حاوی صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در کیلوگرم EDTA بودند و تحقیق در ۶ تکرار انجام گردید. میانگین وزن کل، طول کل و ارتفاع بدن در بچه ماهیان معرفی شده بترتیب ۰/۰۶±۲/۱ گرم، ۰/۰۵±۱/۹۶ سانتی‌متر و ۰/۰۱±۰/۵۱ سانتی‌متر بود. میانگین غلظت آرسنیک در گوشت ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف در محدوده ۸۴/۶۶-۵۶ میکروگرم بر کیلوگرم به ثبت رسید. حداکثر غلظت آرسنیک در تیمار ۲ و کمترین مقدار این عنصر در تیمار ۵ بدست آمد و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (P<۰/۰۵). حداکثر و حداقل غلظت جیوه در گوشت ماهی کپور معمولی بترتیب در تیمار ۳ (۲/۴±۱۲۹/۳۳ میکروگرم بر کیلوگرم) و ۴ (۲/۰۲±۱۱۲/۳۳ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمدکه از نظر این عنصر سنگین تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۴، ۵ و شاهد با تیمارهای ۲ و ۳ مشاهده شد (P<۰/۰۵). محدوده تغییرات غلظت سرب در گوشت ماهیان ۲۵۶-۱۹۲ میکروگرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. تیمار ۴ با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). حداقل و حداکثر میزان غلظت کادمیوم در گوشت ماهی کپور معمولی بترتیب در تیمارهای ۲ (۴/۷۲±۱۰۶/۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) و ۴ (۴/۶۱±۱۱۳/۰ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد که تیمار ۴ با تیمارهای ۱، ۲ و ۵ تفاوت معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵).

لغات کلیدی: EDTA، کادمیوم، جیوه، سرب، آرسنیک

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت و توسعه بیش از حد اسکان انسان‌ها در حاشیه رودخانه ها، سواحل و منابع آبی منجر به افزایش ایجاد مراکز صنعتی و کارخانجات شده است که بنوبه خود، رهاسازی ضایعات و فضولات آلوده کننده به آبها را افزایش می‌دهند (آقازاده مشگی، ۱۳۸۰). بی‌توجهی به مسـله آلودگی باعث می‌شود که محیط زیست دریاها و اقیانوس‌ها در معرض مخاطره جدی قرار گیرد و صدمات جبران‌ناپذیری بر محیط زیست وارد نماید (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶).

فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های زیست محیطی مهم هستند که در اثر فعالیت های طبیعی و به طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (Humtsoe *et al*., 2007). مواجه شدن انسان با بعضی از آنها از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمویت‌های مزمن و گاهی حاد و خطرناکی ایجاد نمایند که از جمله می‌توان به فلزاتی نظیر سرب، کادمیوم، جیوه، نیکل، روی، آلومینیوم، آرسنیک، مس، آهن اشاره کرد (Canli and Atli, 2003; Cornelis *et al*., 2005). آلاینده های موجود در آب ناشی از پساب‌های خانگی، تخلیه پساب‌های شیمیایی، سموم، حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، تخلیه صنعتی (فلزات سنگین)، پساب‌های رادیواکتیو، هیدروکربن‌های نفتی و رنگی می‌باشد. عوارض این آلاینده‌ها بر سلامت انسان به طور عمده به دنبال در معرض قرار گرفتن مزمن و تدریجی اتفاق می افتد و علاوه بر مشکلات کبدی، کلیوی و استخوانی به طور طبیعی سرطان‌زا، جهش‌زا و آلرژی‌زا هستند (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

سابقه مصرف سرب به هزاران سال قبل باز می‌گردد. گستردگی منابع سرب و فراوانی شاخه‌های مختلف صنعت در استفاده از این عنصر در صنعت، رنگ‌سازی، پتروشیمی، مهمات‌سازی، صنایع رادیولوژی و پزشکی و علاوه بر موارد مذکور، استفاده گسترده آن در بنزین سبب گردیده است تا این عنصر از پراکنش بسیار بالایی در تمامی اکوسیستم‌ها برخوردار باشد. در میان عناصر سنگین از نظر کمی سرب بیش از همه در محیط های آبی پراکنده است (Gibbs and Mikiewicz, 1995). علائم مشخص مسمومیت مزمن سرب شامل تغییرات واضح خونی با آسیب شدید گلبول های قرمز و سفید، تغییرات تحلیل رونده بافت‌های پارانشیماتوز و آسیب سیستم عصبی است (روحانی، ۱۳۷۴). آرسنیک در آبهای طبیعی از تخلیه پساب‌ها و فاضلاب‌های انسانی سرچشمه می‌گیرد و میزان ورود این فلز به محیط زیست در اثر فرسایش طبیعی بسیار کم است. در انسان مسمومیت حاد با آرسنیک، سیستم عصبی مرکزی را در بر می گیرد و مسمومیت مزمن سبب بروز ضعف عمومی در عضلات و کاهش اشتها می‌شود (Voigt, 2006). مقدار جیوه در بدن ماهیانی که در آبهای آلوده به این فلز زندگی می کنند تا چندین صد برابر بیشتر از غلظت آن در آب می‌باشد (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۶). مسمومیت ماهیان با جیوه از سویی، موجب نکروز سلول های پوششی و از سوی دیگر، افزایش تعداد این سلول‌ها می شود. ممانعت از فعالیت آدنوزین تری فسفاتاز سدیمی ـ پتاسیمی در آبشش نیز از دیگر اثرات این مسمومیت است. همچنین جیوه تاثیر سوء بر تولیدمثل ماهی می‌گذارد و در غلظت‌های بسیار پایین سبب کاهش قدرت حیاتی اسپرماتوزوئیدها، تأثیر منفی در تولید تخم‌ها، قدرت بقاء تخم‌های لقاح یافته و بچه ماهیان نورس می‌شود (Olsson, 1998). فلزات از طریق برانشی‌ها یا تغذیه کردن وارد بدن ماهیان می‌شوند (بندانی و همکاران.، ۱۳۸۹). بنابراین، وجود برخی از این مواد در گوشت ماهیان، صدف ها و ... پس از مصرف آنها توسط انسان، ایجاد ناراحتی‌های بسیار شدیدی می کند که بایستی از ورود پساب‌های صنعتی آلوده به محیط زیست آبزیان جلوگیری شود (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

فلزات سنگین با توجه به نقشی که در چرخه‌های بیولوژیک دارند، به عنوان میکرونوترینت‌ها (آهن، روی، مس، منگنز، کبالت و مولیبدن) یا یک عامل سمی (جیوه، سرب، روی، کروم، نیکل، نقره و کادمیوم) مورد توجه می باشند. فلزات سنگین ممکن است در اثر عوامل طبیعی مانند فرسایش خاک، سیلاب، چرخش آب اقیانوس و دریا یا عوامل مصنوعی از جمله ورود فاضلاب‌های صنعتی و انسانی، نشت نفت و گاز وارد اکوسیستم‌های آبی شوند (فرکیان و همکاران، ۱۳۹۲). آلودگی آبزیان با فلزات سنگین خسارات جبران ناپذیری بر جوامع انسانی برجای می گذارد (گرجی‌پور و همکاران، ۱۳۸۸). برخی از فلزات سنگین مانند جیوه، کادمیوم، سرب، سلنیوم و آرسنیک با افزایش در بدن ماهیان در دراز مدت ممکن است تا حدی برای آنها قابل تحمل باشد، اما مصرف این ماهیان ممکن است موجب آسیب‌های شدید و حتی مرگ و میر در انسان شود (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶). بر اساس اعلام استانداردهای جهانی در ماهیان حداکثر میزان غلظت جیوه ppm ۰/۵، کادمیوم ۱/۵ میکروگرم بر لیتر و سرب ppm ۱ پیشنهاد شده است. حداکثر میزان قابل تحمل این فلزات در بدن انسان به ۰/۲ میلی گرم متیل جیوه یا ۰/۳ میلی گرم جیوه کل، ۷

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم و ۳ میلی گرم سرب در یک هفته اعلام شده است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (Ethylene diamine tetra-acetic acid) معروف EDTA، نوعی ترکیب چنگالی (Chelating agent) است که در تغذیه انسانی از آن برای افزودن به بعضی غذاها به منظور باند شدن با مواد معدنی کم نیاز که عامل توسعه رنگ و طعم نامناسب هستند، استفاده می‌شود. همچنین ممکن است به طور خوراکی یا تزریقی مصرف گردد تا با بعضی مواد معدنی کم نیاز ترکیب شود و آنها را از بدن توسط ادرار یا مدفوع خارج کند. این ترکیب می‌تواند با کلسیم، مس، آهن، روی و سایر فلزات سنگین ترکیب چنگالی تشکیل دهد و از واکنش آنها با سایر ترکیبات ممانعت کند. ترکیب EDTA به عنوان حذف کننده موثر فلزات سنگین شناخته شده است (Licop, 1988 ; Shalaby, 2007). تعداد زیادی از نمک‌های EDTA موجود است. تمام این نمک‌ها خاصیت چنگالی دارند و بسیاری از آنها به عنوان مواد افزودنی به غذاها مصرف می‌شود. EDTA و نمک‌های آن موجب تثبیت و نگهداری رنگ، تازگی یا طعم روغن‌ها، چربی‌ها، میوه‌ها، سبزی‌ها، ماهی، فرآورده‌های شیر، محصولات گوشتی و مکمل‌های ویتامینی می‌شوند (Nowack, 1996).

بنابراین، اهداف تحقیق شامل بررسی مقادیر مختلف EDTA در جیره غذایی و اثر آن بر رشد و بقاء ماهی کپور معمولی و بررسی مقادیر مختلف EDTA در جیره غذایی و اثر آن بر میزان کاهش عناصر سنگین کادمیوم، سرب، جیوه و آرسنیک می‌باشد.

مواد و روش کار

محل انجام تحقیق

در تحقیق حاضر از ماهی کپور معمولی به دلیل ارزش اقتصادی و علاقه ساکنان بومی استان خوزستان و کشورهای همجوار به مصرف این ماهی استفاده گردید. پس از تهیه ۴۸۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی ۰/۰۶±۲/۱ گرمی از کارگاه آبزی گستران امروز واقع در شهرستان شوشتر، ماهیان به صورت بسته‌بندی شده به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز منتقل شدند.

اندام مورد مطالعه

با توجه به سایر مطالعات انجام شده در این زمینه، گوشت ماهی به عنوان بافت هدف در این پژوهش انتخاب شد. از مهمترین دلایل انتخاب گوشت ماهی این است که مورد مصرف انسان برای تغذیه است و معمولاً استانداردها برای مصرف به غلظت فلزات در این بافت ارتباط بیشتری دارد.

تهیه جیره‌های آزمایشی

در این پژوهش جیره غذایی پایه ماهیان، غذای پلت شرکت فرا دانه با اندازه ۱/۷±۰/۲ میلیمتر دارای میزان پروتئین ۴۱-۳۸ درصد، چربی ۸-۴ درصد، فیبر ۶-۳ درصد، خاکستر ۱۱-۷ درصد، رطوبت ۱۱-۵ درصد و انرژی ۴۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم بود. به جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی در چهار غلظت ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در کیلوگرم و غلظت صفر به عنوان گروه شاهد EDTA (ساخت شرکت Van Iperen کشور هلند) افزوده شد (EDTA در آب رقیق شده و جیره غذایی به صورت خمیر در آورده می شود و پس از افزودن EDTA به صورت پلت در می آید). به منظور غلظت در سنجش EDTA ابتدا ۲ گرم از این ماده با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن تعیین شد و پس از آن در ۲ لیتر آب مقطر حل شد، سپس از این محلول به مقدار مورد نیاز جهت افزودن EDTA به جیره استفاده گردید. برای مثال، ۷۵ میلی لیتر از این محلول به یک کیلوگرم جیره اضافه شده و غلظت EDTA در جیره ۷۵ میلی گرم در کیلوگرم انجام شد (Shackelford *et al*, 2004).

شرح آزمایش

این تحقیق بر اساس طرح کاملاً تصادفی شامل ۵ تیمار ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ (شاهد، ۷۵، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در کیلوگرم EDTA) و ۶ تکرار انجام گردید. بچه ماهیان کپور معمولی به پنج گروه ۲۸ قطعه ای تقسیم شدند که هر گروه در یک تانک ۸۰ لیتری رهاسازی شدند. در ابتدای دوره ۳۰ قطعه ماهی به طور تصادفی انتخاب و پس از بیومتری (زیست سنجی) جهت اندازه گیری میزان عناصر سنگین شامل کادمیوم، سرب، جیوه و آرسنیک به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه ماهیان به ۱۰ گروه سه تایی تقسیم و نمونه های سه تایی با هم چرخ شدند و یک نمونه مخلوط بدست آمد. دوره پرورش ۹۰ روز درنظر گرفته شد. ماهیان طی شبانه روز ۸ نوبت و با توجه به اشتهای ماهی و در مجموع تا حد سیر شدن (۳ درصد وزن بدن) تغذیه شدند و ۳۰ روز یک بار پس از بیهوشی ماهیان بیومتری (زیست سنجی) شامل طول کل، ارتفاع استاندارد و وزن کل با کمک خط کش T با دقت ۱ میلی متر و ترازوی دیجیتال با دقت

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

۰/۰۰۱ گرم انجام گرفت. در پایان دوره ماهیان هر تانک صید شده و بعد از بیومتری شامل وزن، طول کل و طول استاندارد جهت آنالیز عناصر سنگین به آزمایشگاه کیمیا پژوه البرز واقع در شهرکرد ارسال شدند که در آزمایشگاه، ماهیان آزمایشی مربوط به هر تیمار به گروه های سه تایی تقسیم شدند و پس از مخلوط نمودن گوشت میزان عناصر سنگین در نمونه های مخلوط مربوط به هر تیمار (۶ تکرار) اندازه‌گیری شد (MOOPAM, 1999). میزان رشد و بقاء طبق فرمول‌های ذیل محاسبه شدند (Taati *et al*., 2011):

۱۰ × تعداد کل ماهیان/ تعداد ماهیان مرده= میزان مرگ و میر به درصد

وزن اولیه- وزن ثانویه = افزایش وزن

آماده‌سازی نمونه‌ها

برای هضم نمونه‌ها از روش مرطوب استفاده شد (AOAC, 1995). ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شده و به آن ۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ (ساخت شرکت مرک آلمان)، ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۷ مولار (ساخت شرکت مرک آلمان) و ۱ میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد (ساخت شرکت مرک آلمان) اضافه شد و چند عدد سنگ جوش به منظور انجام جوش منظم و یکنواخت، در آن قرار داده شد. بالن به یک مبرد مجهز گردید و مخلوط به مدت یک ساعت در حالیکه عمل رفلاکس انجام می‌شود، توسط اجاق برقی (Heating Mantle) در زیر هود حرارت داده شد. سپس نمونه، سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پر کلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ (ساخت شرکت مرک آلمان) اضافه شد و در حالیکه جریان آب سرد قطع شده بود، مخلوط حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ اسید به طور کامل محو شود و مخلوط سرد گردد و در حالیکه بالن چرخانده می‌شد، ۱۰ میلی لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملاً شفافی بدست آمد. این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری انتقال داده شده و به حجم رسانده شد (Farkas *et al*., 2000).

سنجش عناصر

جهت اندازه گیری عناصر آرسنیک، سرب و کادمیوم مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی لیتر از محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی‌لیتر محلول آمونیوم پیرولیدین کاربامات ۵ درصد (ساخت شرکت مرک آلمان) اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه ها شیکر شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول ترکیب شوند. سپس به نمونه‌ها ۲ میلی لیتر متیل ایزو بوتیل کتون (ساخت شرکت مرک آلمان) افزوده گردید و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه ها شیکر شده و پس از ۱۰ دقیقه نمونه ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه با سانتریفوژ مدل Labofuge (ساخت شرکت Heraeus sepatch کشور آلمان) سانتریفوژ شده و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم لامپ تخلیه بدون الکترود دستگاه (Electroless Discharge Lamp) و بهینه سازی دستگاه جذب اتمی مدل ۴۱۰۰ (ساخت شرکت پرکین المر کشور آمریکا) منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و مادیریکس مودیفایر پلادیم توسط نرم افزار Win Lab 32 رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده اندازه‌گیری گردید (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010).

اندازه گیری جیوه

سیستم هیدرید بر دستگاه جذب اتمی نصب و تنظیم شده و دستگاه جذب اتمی به کمک محلول‌های استاندارد به حالت اپتیمم تنظیم گردید. منحنی کالیبراسیون جیوه توسط نرم افزار Win Lab 32 ترسیم شده و مقدار جیوه در۵ میلی لیتر از محلول آماده شده قرائت و در مقدار ۰/۵ گرم نمونه محاسبه و سپس به صورت ppb گزارش گردید (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010).

روش آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD= Completely Randomized Design) انجام شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS17 به روش آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA one way) انجام شد. میانگین داده‌ها به کمک آزمون دانکن (Duncan Multiple Rang Tests) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا فقدان اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد (P=0.05) تعیین گردید. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel2007 استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از بیومتری ماهیان در تیمارهای مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. در این جدول میانگین وزن بر حسب گرم، طول کل و ارتفاع بدن بر حسب سانتی‌متر محاسبه گردیده است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

میانگین وزن کل، طول کل و ارتفاع بدن اولیه در بچه ماهیان معرفی شده بترتیب ۰/۰۶±۲/۱ گرم، ۰/۰۵±۱/۹۶ سانتی‌متر و ۰/۰۱±۰/۵۱ سانتی‌متر بدست آمد. میزان بقاء و بازماندگی در کلیه تیمارها ۱۰۰ درصد برآورد گردید. جدول ۲ آنالیز مربوط به اندازه گیری عناصر آرسنیک، جیوه، سرب وکادمیوم را در تیمارهای مختلف حاوی EDTA نشان می‌دهد.

میانگین غلظت آرسنیک در تیمارهای مختلف در محدوده ۵۶-۸۴/۶۶ میکروگرم بر کیلوگرم به ثبت رسید. حداکثر و حداقل غلظت آرسنیک در تیمار ۲ و ۵ بدست آمد، اما اختلاف تفاوت در تیمارها مشاهده نشد (P<۰/۰۵). تغییرات غلظت آرسنیک در گوشت بچه ماهیان کپور معمولی در تیمارها یکنواخت نبود (شکل ۱).

حداکثر و حداقل غلظت جیوه بترتیب در تیمار ۳ (۲/۴±۱۲۹/۳۳ میکروگرم بر کیلوگرم) و ۴ (۲/۰۲±۱۱۲/۳۳ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد. مقایسه تیمارها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۴، ۵ و شاهد با تیمارهای ۲ و ۳ وجود دارد (P<۰/۰۵) (شکل ۲). محدوده تغییرات غلظت سرب در گوشت ماهی کپور معمولی ۲۵۶-۱۹۲ میکروگرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. تفاوت معنی‌داری در تیمار ۴ با سایر تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵). حداکثر و حداقل میزان غلظت سرب در تیمارهای ۲ و ۴ مشاهده شد (شکل ۳).

حداقل و حداکثر میزان غلظت کادمیوم بترتیب در تیمار ۲ (۴/۷۲±۱۰۶/۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم) و تیمار ۴ (۴/۶۱±۱۱۳/۰ میکروگرم بر کیلوگرم) بدست آمد. بین تیمار ۴ با تیمارهای ۱، ۲ و ۵ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P<۰/۰۵) (شکل ۴).

جدول ۱: مقادیر شاخص های رشد (وزن، ارتفاع بدن و طول کل) در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در تیمارهای مختلف EDTA طی دوره پرورش (۹۰ روز)

Table 1: Growth indices (weight, body height and total length) in *Cyprinus carpio* in different treatments of EDTA during breeding (90 days).

تیمارها	غلظت EDTA (میلی گرم در کیلوگرم)	شاخص های رشد	ابتدای دوره پرورش (Mean±SD)	روز ۳۰ (Mean±SD)	روز ۶۰ (Mean±SD)	روز ۹۰ (Mean±SD)
تیمار ۱	شاهد (بدون EDTA)	وزن کل(g)	۲/۱۰ ± ۰/۰۶	۵/۳۷± ۰/۱۳	۷/۸۸± ۰/۰۸	۱۵/۷۴± ۰/۱۶
		طول کل(cm)	۱/۹۶± ۰/۰۵	۲/۵۸ ± ۰/۰۵	۳/۸۸± ۰/۰۸	۷/۷۶± ۰/۱۶
		ارتفاع بدن(cm)	۰/۵۱± ۰/۰۱	۰/۷۸ ± ۰/۰۲	۱/۱۶± ۰/۰۴	۲/۳۴± ۰/۰۸
تیمار ۲	۷۵	وزن کل(g)	۲/۱ ± ۰/۰۶	۵/۲۲± ۰/۰۵	۷/۸۵± ۰/۰۸	۱۵/۶۵± ۰/۱۷
		طول کل(cm)	۱/۹۶± ۰/۰۵	۲/۵۴± ۰/۰۶	۳/۸۸± ۰/۰۸	۷/۷۶± ۰/۱۶
		ارتفاع بدن(cm)	۰/۵۱± ۰/۰۱	۰/۸۱± ۰/۰۶	۱/۱۴± ۰/۰۴	۲/۲۶± ۰/۰۸
تیمار ۳	۱۵۰	وزن کل(g)	۲/۱ ± ۰/۰۶	۵/۱۲± ۰/۰۵	۷/۶۹± ۰/۰۸	۱۵/۹۹± ۰/۳۵
		طول کل(cm)	۱/۹۶± ۰/۰۵	۲/۵۴± ۰/۰۴	۳/۸۲± ۰/۰۶	۷/۶۶± ۰/۱۳
		ارتفاع بدن(cm)	۰/۵۱± ۰/۰۱	۰/۷۸± ۰/۰۲	۱/۱۹± ۰/۰۳	۲/۳۶± ۰/۰۶
تیمار ۴	۳۰۰	وزن کل(g)	۲/۱ ± ۰/۰۶	۴/۹۹± ۰/۰۶	۷/۵۱± ۰/۰۷	۱۴/۹۹± ۰/۱۹
		طول کل(cm)	۱/۹۶± ۰/۰۵	۲/۵۴± ۰/۰۶	۳/۸۸± ۰/۰۷	۷/۷۹± ۰/۱۳
		ارتفاع بدن(cm)	۰/۵۱± ۰/۰۱	۰/۸۲± ۰/۰۳	۱/۲۲± ۰/۰۳	۲/۴۵± ۰/۰۶
تیمار ۵	۶۰۰	وزن کل(g)	۲/۱ ± ۰/۰۶	۴/۸۵± ۰/۰۵	۷/۲± ۰/۰۸	۱۴/۵۲± ۰/۱۵
		طول کل(cm)	۱/۹۶± ۰/۰۵	۲/۵۶± ۰/۰۳	۳/۸۴± ۰/۰۶	۷/۷± ۰/۰۹
		ارتفاع بدن(cm)	۰/۵۱± ۰/۰۱	۰/۸۳± ۰/۰۱	۱/۲۳± ۰/۰۳	۲/۵۱± ۰/۰۴

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

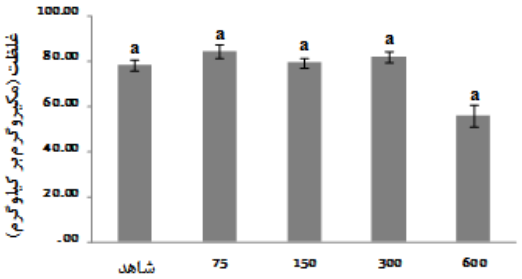
جدول ۲: میانگین غلظت عناصر سنگین (میکروگرم بر کیلوگرم) در عضله در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در تیمارهای مختلف EDTA (میلی گرم بر کیلوگرم) طی دوره پرورش (۹۰ روز)

Table 2: Average concentration of heavy metals (µg/kg) in muscle of *Cyprinus carpio* in different treatments of EDTA during breeding (90 days).

تیمارها	غلظت EDTA	کادمیوم	سرب	جیوه	آرسنیک
تیمار ۱	شاهد (بدون EDTA)	۱۰۸/۳۳±۴/۹۱^{ab}	۲۲۲/۳۳±۸/۸۷^{a}	۱۱۸/۰۰±۱/۷۳^{a}	۷۸/۳۳±۱/۴۵^{a}
تیمار ۲	۷۵	۹۶/۳۳±۳/۱۷^{a}	۲۰۱/۳۳±۶/۵۶^{a}	۱۲۸/۰۰±۲/۳۰^{b}	۸۴/۶۶±۱/۷۶^{a}
تیمار ۳	۱۵۰	۱۰۶/۰۰±۴/۷۲^{a}	۲۲۳/۰۰±۸/۳۲^{a}	۱۲۹/۳۳±۲/۴۱^{b}	۷۹/۶۶±۱/۱۲^{a}
تیمار ۴	۳۰۰	۱۱۳/۰±۴/۶۱^{b}	۲۴۳/۶۶±۷/۸۸^{b}	۱۱۲/۳۳±۲/۰۲^{a}	۸۲/۳۳±۱/۴۵^{a}
تیمار ۵	۶۰۰	۱۰۹/۰۰±۰/۵۷^{a}	۲۳۴/۶۶±۰/۸۸^{a}	۱۱۶/۶۶±۲/۶۶^{a}	۵۶/۰۰±۲/۳۵^{a}

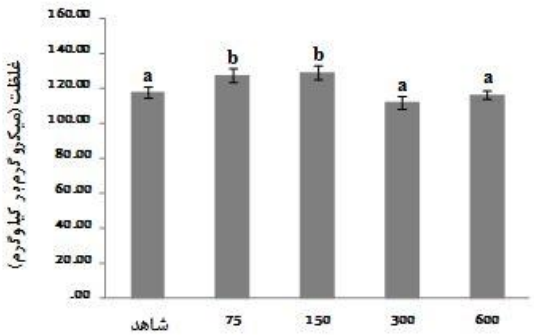
حروف غیر همنام در هر ستون تفاوت معنی‌دار را نشان می دهد (P<۰/۰۵)

Apart same letters in each column indicate significant differences (P <0.05).



شکل ۱: مقایسه میانگین غلظت آرسنیک (میکروگرم بر کیلوگرم) در گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در تیمارهای مختلف حاوی EDTA (میلی گرم بر کیلوگرم) طی دوره پرورش (۹۰ روز) (حروف غیرهمنام تفاوت معنی دار را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

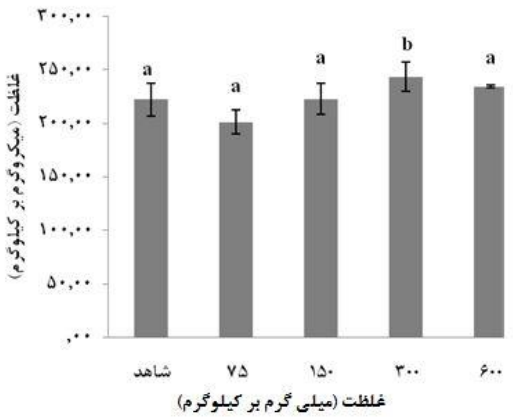
Figure 1: Comparison of mean arsenic concentration (µg/kg) in meat of *Cyprinus carpio* in in different treatments of EDTA (mg/Kg) during breeding (90 days) (Apart same letters in each column indicate significant differences (P<0.05).



شکل ۲: مقایسه میانگین غلظت جیوه (میکروگرم بر کیلوگرم) در گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در تیمارهای مختلف حاوی EDTA (میلی گرم بر کیلوگرم) طی دوره پرورش ۹۰ روز (حروف غیرهمنام اختلاف معنی دار را نشان می دهد(P<۰/۰۵).

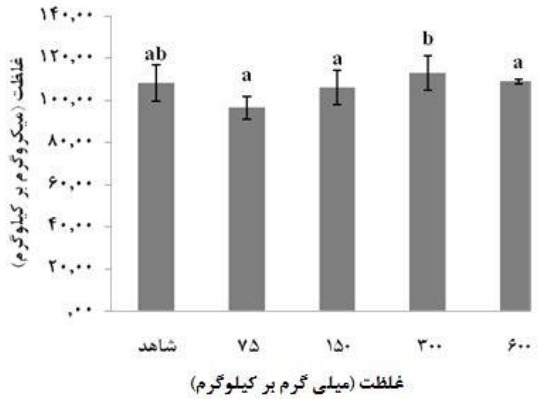
Figure 2: Comparison of mean mercury concentration (µg/kg) in meat of *Cyprinus carpio* in in different treatments of EDTA (mg/Kg) during breeding (90 days)(Apart same letters in each column indicate significant differences (P <0.05).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]



شکل ۳: مقایسه میانگین غلظت سرب (میکروگرم بر کیلوگرم) در گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در تیمارهای مختلف حاوی EDTA (میلی گرم بر کیلوگرم) طی دوره پرورش ۹۰ روز (حروف غیرهمنام اختلاف معنی دار را نشان می دهد(۰۵/ ۰>P).

Figure 3: Comparison of mean lead concentration (µg/kg) in meat of *Cyprinus carpio* in in different treatments of EDTA (mg/Kg) during breeding (90 days) (Apart same letters in each column indicate significant differences (P<0.05).



شکل ۴: مقایسه میانگین غلظت کادمیوم (میلی گرم بر کیلوگرم) در گوشت ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در تیمارهای مختلف حاوی EDTA (میلی گرم بر کیلوگرم) طی دوره پرورش ۹۰ روز (حروف غیرهمنام اختلاف معنی دار را نشان می دهد(۰۵/ ۰>P).

Figure 4: Comparison of mean cadmium concentration (µg/kg) in meat of *Cyprinus carpio* in in different treatments of EDTA (mg/Kg) during breeding (90 days) (Apart same letters in each column indicate significant differences (P<0.05))

بحث

در این تحقیق فلز سرب در میان عناصر سنگین اندازه‌گیری شده در گوشت ماهی کپور معمولی بیشترین غلظت را بخود اختصاص داده است. نتایج مطالعات بسیاری از پژوهشگران بر ماهیان *Lethrinus lentjan* (Al-Yousuf *et al*., 2000)، شوریده (*Otolithes ruber*) (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۱) و ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴) با نتایج این تحقیق مبنی بر بالا بودن فلز سرب در مقایسه با جیوه، کادمیوم و آرسنیک همخوانی دارد. Heath (۱۹۸۷) اظهار می‌دارد که از لحاظ کمیت و کیفیت بین سه عنصر جیوه، کادمیوم و سرب در گوشت ماهیان رابطه سرب > کادمیوم > جیوه برقرار است.

در بررسی اثر EDTA بر رشد بچه ماهی کپور معمولی مشاهده شد که میانگین وزن، طول کل و ارتفاع بدن در تیمارهای با غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را در شاخص‌ها نشان نداد. EDTA از جمله ترکیباتی است که جهت ته نشین شدن مواد معلق در آب استفاده می‌شود. از سویی، با توجه به خاصیت کلیت سازی EDTA بسیاری از فلزات سنگین ته نشین می

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

شوند که باعث بهبود شرایط محیطی و از سویی، سبب بهبود شرایط ایمنی در آبزیان می گردد (Shalaby, 2007). نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از EDTA در غلظت‌های متفاوت تاثیر مثبت یا منفی بر رشد و بقاء ندارد ($P<0/05$). از آنجایی که EDTA معمولاً با عناصر معدنی خاصیت باند شدن دارد و تغییری بر رشد و در ترکیبات آلی جیره (پروتئین و چربی) ایجاد نمی‌کند، تاثیر خاصی بر رشد و بقاء ماهی ندارد و تنها سیستم ایمنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نتایج حاصل از تحقیقات James و همکاران (۱۹۹۸) بر ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) نشان داد که استفاده از EDTA بر رشد ماهی تاثیری ندارد که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت، اما نتایج Licop (۱۹۸۸) در استفاده از EDTA در جیره ناپلی میگوی مونودون (*Penaeus monodon*) نشان دادند که با استفاده از EDTA شرایط کیفی آب بهبود یافته و بقاء و ماندگاری ناپلی افزایش می‌یابد، اما با توجه به اینکه در کلیه تیمارهای این تحقیق بقاء ۱۰۰ درصد بود، بنابراین تغییری در نرخ بقاء مشاهده نشد که با مطالعات اخیر همخوانی ندارد (Licop, 1988).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد پایین‌ترین غلظت آرسنیک در گوشت ماهی کپور معمولی مربوط به تیمار با غلظت ۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم EDTA بود، هرچند که بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری ایجاد نمی‌کند و روند منظمی با افزایش EDTA در جیره غذایی در کاهش آرسنیک در گوشت ماهی وجود ندارد. علت کاهش غلظت آرسنیک در بافت عضله در ماهیانی مثل ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) که با جیره هایی با EDTA بیشتر تغذیه نمودند، احتمالاً مربوط به ترکیب EDTA با آرسنیک موجود در جیره باشد که تولید کلیت آرسنیک نموده و قابل جذب از روده توسط ماهی نمی باشد و آرسنیک موجود در جیره همراه مدفوع از بدن ماهی دفع می‌گردد (Shalaby, 2007). علت پایین بودن میزان آرسنیک در عضله ماهی مورد تحقیق احتمالاً به به علت ناتوانی جذب کلیت ارسنیک توسط روده در این ماهی می‌باشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزایش EDTA در جیره غذایی تاثیر معنی داری بر کاهش عنصر جیوه در گوشت ماهی ندارد. از آنجایی که جیوه از جمله عناصری است که تمایل به ترکیب با مواد آلی دارد، بسرعت متیله می‌شود و امکان ترکیب با EDTA و عدم جذب توسط دیواره روده را از دست می دهد (Shalaby, 2007). از سویی، قسمت عمده جیوه از طریق آبشش و پوست بدن ماهی جذب می‌گردد (Canli and Atli, 2003). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات EDTA در جیره غذایی جهت کاهش جیوه تاثیر چندانی بر غلظت جیوه در گوشت ماهی نخواهد گذاشت. معمولاً میزان جیوه در اعضای داخلی بدن ماهی کمی بیشتر از بافت عضله است (صادقی راد، ۱۳۷۳).

در این مطالعه افزایش EDTA در جیره غذایی تاثیر معنی‌داری بر کاهش عنصر سرب نداشت، اما غلظت ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم EDTA سبب افزایش غلظت سرب در گوشت ماهی کپور معمولی شد. قسمت عمده سرب از طریق آبشش های ماهی جذب می‌گردد (Shalaby, 2007). وجود EDTA در جیره غذایی باعث ساده‌تر شدن رسوب عناصر سنگین در گوشت ماهی می‌شود و احتمالاً علت بالا رفتن غلظت سرب در گوشت ماهی مربوط به این موضوع می‌باشد. تحقیقات Muramoto (۱۹۸۰) بر کاهش سمیت سرب به کمک EDTA در ماهی قزل آلا نشان داد و بیان کرد که افزایش میزان EDTA در آب روند منظمی در کاهش سرب در گوشت ماهی ایجاد نمی‌کند. همچنین Kimmel (۱۹۹۷) نشان داد که میزان EDTA در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان تاثیری بر کاهش میزان سرب در گوشت این ماهی ندارد.

در این پژوهش افزایش EDTA در جیره غذایی تاثیر معنی‌داری بر کاهش غلظت کادمیوم در گوشت ماهی کپور معمولی ندشت و افزایش غلظت EDTA در جیره غذایی روند منظمی در کاهش میزان کادمیوم بوجود نمی‌آورد. کادمیوم از جمله عناصر سمی است که در طبیعت همراه سنگ معدن روی مانند سولفید و کربنات می‌باشد و اغلب در محیط آبی به صورت محلول قرار می‌گیرد. از سویی، کادمیوم مانند جیوه تمایل شدیدی به ترکیب با مواد آلی دارد. بنابراین، قبل از کلیت سازی با EDTA با ترکیبات آلی مانند اتیل زانتات پتاسیم و ترکیبات آروماتیک ترکیب می شود و در نتیجه افزایش EDTA در جیره غذایی تاثیر چندانی به کاهش کادمیوم در گوشت ماهی ندارد (Karuppasamy *et al.*, 2005). از سوی دیگر، در تیمار ۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم EDTA، سبب افزایش غلظت کادمیوم در گوشت ماهی کپور معمولی گردید. پروتئین‌های متالوتیونین مسئول حذف و خنثی‌سازی عناصر سنگین و آثار سمی آنها می باشند. غلظت فلزات سنگین موجود در عضله ماهی کمتر از کبد است، چون عضله مکان اولیه ذخیره این فلزات نمی‌باشد، فلزات سنگین ابتدا در کبد ذخیره شده و سپس به عضله منتقل می‌شوند (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶؛ اسماعیلی ساری و

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

همکاران، ۱۳۸۶). مطالعات Iranshahi و همکاران (۲۰۱۱) بر ماهی آنجل (*Pterophyllum scalare schultze*) نشان داد که EDTA باعث کاهش کادمیوم در برخی اندام ها مثل کبد و کلیه می‌گردد، اما در کاهش کادمیوم در گشت ماهی تفاوت معنی داری ایجاد نمی‌کند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نتایج حاصل از Moshtaghie و همکاران (۱۹۹۴) و Karuppasamy و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که تاثیر EDTA بیشتر بر کاهش آهن و سایر عناصر سنگین در بافت خون و پلاسمای خون می‌باشد، اما در بافت‌های پروتئینی پیوندی مانند گوشت ماهی، ترکیبات متالوتیونینی سبب کاهش غلظت عناصر می‌شود. همچنین نتایج حاصل از مطالعه Muramoto (۱۹۸۰) بر کاهش سمیت کادمیوم به کمک EDTA در ماهی قزل آلای زنگین کمان نشان داد که افزایش میزان EDTA در آب روند منظمی در کاهش کادمیوم در گوشت ماهی ایجاد نمی‌کند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر نشان داد که غلظت عناصر سرب، جیوه، کادمیوم و آرسنیک در گوشت ماهیان کپور تغذیه شده با جیره‌های مختلف EDTA از حد آستانه WHO (۱۹۸۵)، FDA و سایر استانداردهای بین‌المللی پایین‌تر بود (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه حداکثر مقادیر استاندارد فلزات سنگین در عضله ماهیان (میلی گرم بر کیلوگرم)

Table 3: Comparison of Maximum Heavy Metals in Fish Muscle (mg/kg).

مراجع استانداردها	سرب	جیوه	کادمیوم	آرسنیک	منابع
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۵	۰/۱	۰/۲	_	WHO,1985
سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)	_	۰/۱-۰/۵	۲	_	Tuzen, 2009
وزات غذا، شیلات و کشاورزی انگلستان (MAFF)	۲	_	۰/۲	_	
مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)	۱/۵	۱	۰/۰۵	۱	Chen and Chen, 2001
گوشت کپور معمولی	۰/۲-۰/۲۴	۰/۱۱-۰/۱۳	۰/۲-۰/۲۴	۰/۰۵-۰/۰۸	مطالعه حاضر

به طور کلی، با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از EDTA در جیره تاثیر منفی بر رشد و بقاء ماهی کپور معمولی نداشت. همچنین EDTA موجود در جیره غذایی تاثیری بر کاهش غلظت عناصر سنگین گوشت ماهی کپور معمولی نداشت. بالاترین غلظت بین عناصر سمی سرب، جیوه، کادمیوم و آرسنیک در عضله ماهی کپور معمولی مربوط به فلز سرب بود. هر گونه تغییر در روند جذب و تجمع عناصر سنگین در ماهی می‌تواند به دلیل تاثیرگذاری عوامل مختلفی از قبیل نوع عنصر، نوع آبزی، بافت، جنسیت، وزن و سن آبزی (ماهیان جوان قدرت جذب بالایی دارند)، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی، ویژگی‌های اکولوژیک و شرایط محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط (سختی آب، pH و درجه حرارت)، مواد مغذی و زمان رشد ماهی باشد. پیشنهاد می گردد در خصوص غلظت سایر فلزات سنگین نظیر مس، روی، نیکل و وانادیوم در سایر آبزیان پرورشی بررسی‌های همه جانبه‌ای صورت گیرد. برنامه‌های اثر بخشی EDTA در آبزیان پرورشی در طرح‌های بین‌المللی و استفاده از تجارب کشورهای موفق نیز مدنظر قرار گیرد. همچنین با توجه به عدم تاثیر EDTA جیره غذایی بر کاهش عناصر سنگین جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک، پیشنهاد می‌گردد اثر این ماده به صورت محلول در آب بر کاهش غلظت عناصر سنگین بررسی گردد.

منابع

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و استانداردها در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران، ۷۶۷ صفحه.

اسماعیلی ساری، ع.، نوری ساری، ح. و اسماعیلی ساری، ا.، ۱۳۸۶. جیوه در محیط زیست. انتشارات بازرگان، چاپ اول، رشت، ۲۲۶ صفحه.

امینی رنجبر، غ. و ستوده نیا، ف.، ۱۳۸۴. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران، ۱۴ (۳): ۱۸-۱.

آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸۰. عوامل میکروبی مولد فساد در ماهی و فرآورده های آن. سمینار دوره دکتری تخصصی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

بهداشت مواد غذایی، دانشکده علوم تخصصی دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲۳ صفحه.

بندانی، غ.، رستمی، ح. و یلقی، س.، ۱۳۸۹. سطح فلزات سنگین(سرب، کادمیوم، کروم و روی) در بافت عضله و کبد ماهی کپور (*Cyprinous carpio*) سواحل استان گلستان. مجله علمی شیلات ایران، سال نوزدهم، شماره۹.

جلالی جعفری، ب. و آقازاده مشگی، م.، ۱۳۸۶. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین و اهمیت آن در بهداشت عمومی. انتشارات مان کتاب، چاپ اول، تهران، ۱۳۴ صفحه.

روحانی، م.، ۱۳۷۴. تشخیص پیشگیری و درمان بیمارها و مسمومیت های ماهی (ترجمه). انتشارات اداره کل آموزش و ترویج تکثیر و پرورش آبزیان، سازمان شیلات ایران، تهران، ۲۵۶ صفحه.

صادقی راد، م.، ۱۳۷۳. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین در چند گونه از ماهیان خوراکی تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، ۴: ۱۶-۱.

عسکری ساری، ا.، جواهری بابلی، م.، محجوب، ث. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۱. میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس، مجله علمی شیلات ایران، ۲۱ (۳): ۱۰۶-۹۹.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م.، ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، اهواز، ۳۸۸ صفحه.

فرکیان، ن.، محمدی، غ. و عسکری ساری، ا.، ۱۳۹۲. میزان جیوه در عضله میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) در گروه های سنی مختلف در صید آب های شمال غربی خلیج فارس. فصلنامه زیست شناسی دریا، ۵ (۱۹): ۳۴- ۲۵.

گرجی پور، ع.؛ صدوق نیری، ع.؛ حسینی، ا.ر .و بیتا، س.، ۱۳۸۸. بررسی تجمع برخی فلزات سنگین در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی هامور معمولی .مجله علمی شیلات ایران(۱)۱۸:۳۴-۲۵

Ahmad, A.K. and Shuhaimi-Othman, M., 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 10(2):93-100. DOI: 10.3923/jbs.2010.93.100

Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S. and Al-Ghais, S.M., 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *The Science of the Total Environment*, 256: 87-94. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109998

AOAC, 1995. Official methods of analysis, Association of official analytical chemists, INC., Arlington, Virginia, USA. DOI: 10.12691/ajfn-3-6-1

Canli, M. and Atli, G., 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Journal of Environmental Pollution*, 121:-129-136.

Chen, Y. and Chen, M., 2001. Heavy metal concentrations in mine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, 9-(2):-107-114.

Cornelis, R., Crews, H., Caruso, J. and Heumann, K.G., 2005. Toxic effects of arsenic. In: Handbook of Elemental Speciation II: Species in the Environment, Food, Medicine and Occupational Health. John Wiley and Sons, Chichester, 78–79.

Farkas, A., Salanki, J. and Varanka, I., 2000. Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton, Lakes and Reservoirs. *Journal of Research and management*, 5: 271-279. DOI*:* 10.1046/j.1440-1770.2000.00127.x.

Gibbs, P.J. and Miskiewicz, A.Z., 1995. Heavy metal in fish near a major primary treatment sewage plant outfall. *Marine*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

(2):299-306. DOI: 10.1016/0041-008X(77)90101-6

Licop, M.S., 1988. Sodium - EDTA effects on survival and metamorphosis of *Penaeus monodon* larvae. *Aquaculture*, 74(3-4): 239-247. DOI: 10.1016/0044-8486(88)90368-7

MOOPAM., 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. Kuwait. DOI: 10.12691/jephh-5-2-4.

Moshtaghie, A.A., Taghikhani M. and Sandughchin, M., 1994. Cadmium interaction with iron metabolism, in vitro and in vivo studies. *Medical Journal of IslamicWorld Academy of Science*, 7(3): 145-150.

Muramoto, S., 1980. Decreases in cadmium concentration in Cd contaminated fish by short term exposure to EDTA. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 25 (5): 828-831.

Nowack, B., 1996. Behavior of EDTA in groundwater: A study of the surface reactions of EDTA-metal complexes. Dissertation, E- T- H- Nr. Zurich. Switzerland.

Olsson, P.E., 1998. Disorders associated with heavy metal pollution. In, Fish diseases and disorders. Vol. 2 Non infectious disorders. Leather land J.F., Woo P.T.K.(eds). CAB International Publishing. Oxford, England. 386P. DOI:10.1002/9781118222942.

Shackelford, G.S., Regni, C.A., Beamer, L,J. 2004. Evolutionary trace analysis of the α-D-phosphohexomutase superfamily.

Pollution *Bulletin*, 30:667-674. DOI:10.1007/s10661-006-9552-7.

Heath, A.G., 1987. Water pollution and fish physiology. CRC Press, Boston, USA. 245P.

Humtsoe, N., Davoodi, R., Kulkarni, B.G., Chavan, B., 2007. Effect of arsenic on the enzymes of the rohu carp , *Labio rohita*. *The Raffles Bulletin Zoology*, 14:17-19.

Iranshahi, F., Faramarzi, M., Kiaalvandi, S., Jalaee, H. and Dehghan, M., 2011. Effectiveness of edta in mobilizing of the contaminant metal ions, especially cadmium from tissue of Angel fish (*Pterophyllum scalare schultze*) subjected to chronic poisoning with cadmium acetate**.** *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental* Sciences, 11(4):519-527.

James, R., Sampath, K. and Selvamani, P., 1998. Effect of EDTA on reduction of copper toxicity in *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 60:487-493. DOI:10.1007/s001289900651.

Karuppasamy, R., Subathra, S. and Puvaneswari, S., 2005. Haematological responses to exposure to sublethal concentration of cadmium in air breathing fish, *Channa punctatus* (Bloch). *Journal* of *Environmental Biology*, 26(1): 123-128. DOI: 10.5897/JTEHS12.028

Kimmel, C.A., 1977. Effect of route of administration on the toxicity and teratogenicity of EDTA in the rat. Toxicology *and Applied Pharmacology*, 40

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

Protein Science, 13:2130–2138. DOI: 10.1110/ps.04801104.

Shalaby, A.M.E., 2007. Effect of EDTA on reduction of cadmium toxicity on growth, some hematological and biochemical profiles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal* of *Fisheries and Aquatic Sciences*, 2: 100-109. DOI: 10.3923/jfas.2007.100.109.

Taati, R., Soltani, M., Bahmani, M. and Zamini, A.A., 2011. Effect of the prebiotics Immunoster and Immunowall on growth performance of juvenile beluga (*Huso huso*). *Journal of Applied Ichthyology*, 27(2): 796-798. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2010.01664.x.

Tuzen, M., 2009. Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Journal of Food and chemical Toxicology*, 47(9): 2302-2307. DOI: 10.1016/j.fct.2009.04.029.

Voigt, H.R., 2007. Heavy metal concentrations in four-horn sculpin *Triglopsis quadricornis* (L.) (Pisces), its main food organism *Saduria entomon* L. (Crustacea), and in bottom sediments in the Archipelago Sea and the Gulf of Ecology, *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*. 56 (3): 224-238. DOI: 10.1007/s00244-010-9483-8.

WHO, 1985. Review of potentially harmful substances- cadmium, lead and tin. World Health Organization, Geneva. Switzerland. DOI: 10.29252/ijmr-040105.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]

Effect of dietary EDTA supplementation on reduction of heavy metals load in common carp (*Cyprinus carpio*) muscle

Basseri Arghavani H.[1]; Askary Sary A.[1*]; Javaheri Baboli M.[1]

[*]askary_sary@yaho.com.com

1- Department of Aquaculture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Abstract

In this study the effects of various amounts of dietary EDTA (ethylene di amine tetra-acetic acid) supplementation on the amounts of cadmium, mercury, lead and arsenic were evaluated over a growing period of 90 days. This research was conducted according to completely randomized design with 5 treatments including 1(control), 2, 3, 4 and 5 containing different EDTA concentration of 75, 150, 300 and 600 ppm, respectively and 6 replicates. The average concentration of arsenic ranged from total weight, total length and body height in fingerling fishes were 2.1±0.06 g, 1.96±0.05 and 0.51±0.01 cm, respectively. The average concentration of arsenic ranged from 56 to 84.66 µg/kg in different treatments. The highest and lowest concentration of arsenic were observed in treatment 2 and 5 were significantly different among various treatments (P>0.05).The highest and the lowest concentration of mercury were observed in treatment 3 (129.33±2.4 µg/kg) and 4 (112.±332.02 µg/kg), respectively. The amounts of mercury in treatment 1, 4 and 5 were significantly different from treatments 2 and 3(P<0.05). Lead concentration ranged from 192 to 256 µg/kg, in which the treatment 4 showed a significantly different as compared to the other (P<0.05). The lowest and the highest concentration of cadmium were observed in treatments 2 (106.00±4.72 µg/kg) and 4 (113.0±4.61 µg/kg), respectively. The concentration of cadmium in treatment4 was a significantly different from treatments 1, 2 and5 (P<0.05).

Keywords: EDTA, Cadmium, Mercury, Lead, Arsenic

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.3.1.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119104]