مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۴۷۱ تا ۴۸۲

اندازه گیری جیوه در بافت های مختلف چنگر، اردک سرسبز و باکلان بزرگ

جابر اعظمی[۱]، عباس اسماعیلی ساری[۲]، نادر بهرامی فر[۳]
نویسنده مسئول: مازندران، نور، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، گروه محیط زیست
j.aazami@modares.ac.ir

دریافت: ۹۰/۰۳/۲۸ پذیرش: ۹۰/۰۶/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: *آلودگی اکوسیستم های آبی به فلزات سنگین، به ویژه جیوه همواره نگرانی هایی را در مورد سلامت و بهداشت موجودات آبزی پدید آورده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف سنجش جیوه کل در بافت های مختلف سه گونه از مهم ترین پرندگان آبزی شمال ایران و مقایسه آن با استانداردهای بهداشتی موجود انجام شده است.*

روش بررسی: *در مجموع تعداد ۵۱ نمونه به صورت کاملا تصادفی صید، سپس از بافت های پر، کبد، کلیه و عضله، نمونه های تهیه و غلظت جیوه کل در این بافت ها با دستگاه پیشرفته آنالیز جیوه (Leco AMA 254) اندازه گیری شد.*

یافته ها: *بیشترین میزان جیوه در کبد باکلان بزرگ که گونه گوشتخوار است، وجود داشت. میانگین میزان جیوه در کبد باکلان بزرگ، اردک سرسبز و چنگر ۱۴/۸۰، ۲/۰۵ و ۰/۱۸، در کلیه ۱۲/۰۰، ۱/۹۰ و ۰/۱۷، در پر ۶/۵۷، ۱/۰۹ و ۰/۲۳ و در عضله ۸/۶۷، ۰/۲۶ و ۰/۰۹ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک بود. مقایسه میانگین ها اختلاف معنی داری را در بین گونه ها نشان دادند ($P<0/05$). اما اختلاف معنی داری بین جنس های این پرندگان وجود نداشت ($P>0/05$).*

نتیجه گیری: *غلظت جیوه کل تجمع یافته در همه بافت های باکلان بزرگ از استاندارد تعریف شده FAO، WHO و EPA بسیار بالاتر بود. دو گونه دیگر محدودیت مصرف کمتری دارند ولی میزان تجمع جیوه در اردک سرسبز نیز قابل تامل است. این نتایج می تواند یک هشدار جدی برای مصرف کنندگان پرندگان آبزی به ویژه افراد آسیب پذیر باشد.*

واژگان کلیدی: چنگر، اردک سرسبز، باکلان بزرگ، جیوه، حد مجاز

۱- دانشجوی دکترای محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- دکترای محیط زیست، استاد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- دکترای شیمی تجزیه، استادیار منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس و دانشکده شیمی، دانشگاه پیام نور، ساری

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

مقدمه

پایداری فلزات سنگین در محیط زیست، مشکلات زیادی را به وجود آورده است. یکی از نتایج مهم پایداری آنها، تجمع زیستی در زنجیره غذایی است. جیوه هم یکی از مهم‌ترین فلزات سنگین است، که از این نظر قابلیت بسیار بالایی دارد. در بسیاری از کشورها مسمومیت ناشی از جیوه در فراورده های آبی به دفعات مشاهده شده است (۱). بوم سازگان‌های آبی در ایران بسیار وسیع و دارای ارزش قابل توجهی هستند. هرچند که در سال های اخیر تخریب زیستگاه ها، شکار بی رویه، ورود بسیار زیادی از آلاینده های زیست محیطی و عوامل دیگر باعث کاهش مطلوبیت آنها برای جمعیت حیات وحش آبزی و به خصوص پرندگان آبزی شده است (۲). این واقعیت که پرندگان حساسیت بسیار بالایی به آلودگی محیط زیست دارند، به خوبی تشخیص داده شده است (۱). در غالب مطالعات سم شناسی اکولوژیک (Ecotoxicology) از پرندگان به دلیل پراکنش وسیع جغرافیایی، طول عمر نسبتا طولانی و جایگاه مناسب آنان در زنجیره غذایی، به عنوان شاخص زیستی برای فلزات سنگین استفاده می کنند (۳). صید پرندگان وحشی از قدیم به عنوان یک منبع مهمی از پروتیین، به ویژه در فصل زمستان در شمال ایران مطرح بوده است (۲). سه گونه از مهم‌ترین پرندگان شمال ایران که ارزش غذایی مطلوبی دارند عبارتند از: چنگر که بیشترین پرنده آبزی است که در ایران شکار می شود و دارای ارزش غذایی، اقتصادی و تجارتی می باشد (۲). اردک سرسبز که از پرندگان بسیار مورد توجه مردم بوده و ارزش غذایی بسیار مطلوبی دارد. این پرنده نیز همه ساله در فهرست فراوان‌ترین پرندگان مهاجر زمستان گذران در تالاب های شمال ایران قرار دارد و باکلان بزرگ که از گونه های وابسته به اکوسیستم های آبی است و با توجه به جمعیت وافر آنها، پراکنش وسیع، موقعیت ویژه ماهی خواری، تقابل با اهداف آبزی پروری و همچنین مطلوبیت غذایی برای برخی از افراد، در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه محققان است (۱). این پژوهش به دلیل قرار داشتن این پرندگان در سبد غذایی مردم، کاهش محسوس جمعیت آنها در سال‌های اخیر، افزایش آلودگی های زیست محیطی به ویژه در مسیر مهاجرتی آنها و افزایش نگرانی های بهداشتی در ارتباط با مصرف، بسیار حایز اهمیت است. میزان مصرف این پرندگان در سال های مختلف بسته به شرایط آب و هوایی و میزان در دسترس بودن این گونه ها، متفاوت است. با این حال به طور متوسط در فصل زمستان، روستائیان و صیادان محلی از این پرندگان به ویژه چنگر و اردک سرسبز در هر هفته سه تا پنج وعده غذایی مصرف می‌کنند (مکاتبات شخصی). فروش این پرندگان در بازارهای محلی، در زمستان (فصل مجاز صید) در استان های شمال ایران به ویژه شهر های نزدیک تالاب ها (برای مثال شهرهای انزلی، فریدون کنار، بندر ترکمن و ...) رواج بسیار دارد. در ایران برای اولین بار است که چنین مطالعه بر روی پرندگان با هدف تعیین حد مجاز مصرف، بدون اثرات زیان بار جیوه صورت می گیرد. مطالعات بسیاری پیرامون تعیین غلظت جیوه در اندام های داخلی پرندگان، به ویژه پرندگان آبزی در جهان صورت گرفته است. در کل، استفاده از پرندگان برای پایش تغییرات محیط زیست از دهه ۱۹۶۰ آغاز شد. در این سال ها مدارکی به دست آمده که نشان می‌داد پرندگان به تغییرات ناشی از فعالیت های انسان در محیط زیست حساس هستند. از آن زمان تاکنون مطالعات بسیاری در رابطه با تعیین جیوه کل در اندام های مختلف پرندگان انجام شده است. در تحقیقی که در امریکا بر روی تعدادی از پرندگان ماهی‌خوار از راسته لک لک ها در فلوریدای جنوبی صورت پذیرفت، نشان داده شده که غلظت جیوه در کبد برخی از پرندگان جمع آوری شده به حدی است که موجب ایجاد نشانه های عصبی آشکار و آسیب های تولید مثلی در آنها شده است و به این نتیجه رسیده‌اند که کاهش تعداد این پرندگان می تواند ناشی از آلودگی جیوه ذخایر غذایی آنها باشد (۴). هرچند بیشتر مطالعاتی که در زمینه بررسی آلودگی ها در پرندگان انجام شده است. برای نیل به اهداف خود، از اندازه گیری آلودگی در بافت های داخلی (کبد، کلیه، عضله، مغز و استخوان) پرندگان استفاده کردند اما

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

بسیاری از محققان برای این منظور از روش های غیر مخرب از قبیل اندازه گیری آلودگی در پر، مدفوع و تخم پرندگان استفاده کردند. در سال های اخیر استفاده از پر پرندگان برای بررسی آلودگی ها و بیومانیتورینگ زیست محیطی به جهت آنکه جان پرنده و متعاقب آن تعادل اکوسیستم ها حفظ می شود اهمیت بسیار ویژه‌ای دارد (۵ و۶).

در ارتباط با مخاطرات جیوه بر سلامتی انسان، اگر میزان جیوه در خون از ۱۰۰ نانوگرم در میلی لیتر بالاتر رود، علایم مسمومیت آشکار می‌شود. در مسمومیت حاد، آسیب کلیه ها شامل دفع پروتیین و نارسایی حاد کلیه و کاهش حجم ادرار و در بلع ترکیبات محلول جیوه، تهوع و استفراغ، دل درد، اسهال و تورم غدد بزاقی مشاهده می شود. در مسمومیت مزمن، علایم اولیه شامل علایم عصبی- روانی از قبیل تغییرات شخصیتی، کم رو و ترسو شدن، اضطراب و کاهش حافظه و اختلال تمرکز، ناپایداری هیجانی و بی خوابی است. لرزش دست علامت اصلی مسمومیت عصبی جیوه است که ابتدا ظریف و طی استراحت است ولی به تدریج خشن شده و به صورت بد خط شدن در می آید. لرزش سر و ناهماهنگی حرکات عضلات اسکلتی نیز محتمل است. تماس با مقدار زیاد جیوه و در مدت طولانی باعث آسیب های مغزی و در نهایت منجر به مرگ خواهد شد. هوایی که در دمای اتاق با بخار جیوه اشباع شده باشد، به رغم نقطه جوش بالا، بسیار سمی است (خطر در دماهای بالاتر افزایش می یابد). پس این عنصر را باید به دقت بررسی کرد. بعضی اکسیدهای آن می‌توانند به جیوه عنصری تجزیه شوند که سریعا تبخیر شده و ممکن است، دیده نشوند (۷و۸). هدف از این پژوهش تعیین میزان جیوه کل و مقایسه مقادیر آن با استاندارد بهداشتی سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization)، سازمان کشاورزی و غذا (Food and Agriculture Organization) و همچنین آژانس حفاظت محیط زیست امریکا (Environmental Protection Agency) است. از آنجایی که آلودگی جیوه بر روی سلامت، زادآوری و بقای موجودات زنده به ویژه انسان به شدت تاثیر می گذارد و در اندام های مختلف پرندگان نیز یافت می شوند، بنابراین انتظار می رود نتایج مطالعه حاضر بتواند ضمن هشدار به مصرف کنندگان، دستاورد مهمی برای مدیران و دوستداران محیط زیست باشد تا در امر کنترل آلاینده ها و حفاظت از زیستگاه های‌آبی‌کوشاتر باشند.

مواد و روش ها

مناطق مورد مطالعه

برای انجام این مطالعه، دو تالاب انزلی و گمیشان در سواحل جنوبی دریای خزر انتخاب شدند که هر دوی این تالاب ها دارای ارزش بین المللی هستند (شکل ۱).

تالاب انزلی: مرکز این تالاب در ′۲۸ °۴۹ طول شرقی و ′۲۵ °۳۷ عرض شمالی در استان گیلان واقع شده است. حدود ۱۵۰۰۰ هکتار مساحت دارد و۲۳ متر پایین تر از سطح آب‌های آزاد است. در سال ۱۳۵۴به عنوان یکی از تالاب های بین‌المللی در کنوانسیون رامسر به ثبت رسیده است و دارای مجموعه مناطق حفاظت شده، پناهگاه حیات وحش و منطقه شکار ممنوع می باشد. از نظر تنوع و سطح پوشش گیاهان آبزی با دارا بودن حدود ۴۰ گونه گیاه آبزی حاشیه‌ای، شناور و غوطه ور در ردیف غنی ترین تالاب‌های جهان رده بندی می شود (۲ و۹).

تالاب گمیشان: مرکز این تالاب در ′۵۳ °۵۴ طول شرقی و ′۹ °۳۷ عرض شمالی در استان گلستان واقع شده و ۲۳ متر پایین تر از سطح آب های آزاد است. مساحت این تالاب در پنجاه سال اخیر به علت تغییرات ادواری، اقلیمی و بالا آمدن سطح آب دریای خزر همچنین به خاطر خشک شدن نواحی حاشیه تالاب تغییرات چشمگیری داشته است. مساحت کنونی آن حدود ۲۰۰۰۰ هکتار است (۹). بخش عمده تالاب را زیستگاه های غرقابی پرندگان کنار آبزی احاطه کرده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

شکل ۱ : نمایش منطقه مورد مطالعه

آماده سازی نمونه

برای جمع آوری نمونه ها از تالاب های مورد اشاره، در فصل زمستان با مجوز از سازمان حفاظت محیط زیست و هماهنگی شکارچیان بومی در روزهای مجاز شکار تعداد ۱۵ عدد چنگر، ۱۸ عدد اردک سرسبز و ۱۸ عدد باکلان شکار شدند. نمونه ها به طور تصادفی از سطح مناطق تالابی شکار شده و قصد بر آن بود که شانس انتخاب هر یک از افراد در نمونه برداری یکسان باشد. نمونه ها پس از شکار سریعا به آزمایشگاه منتقل شدند و مراحل زیست سنجی، توزیع و تشریح روی آنها انجام گرفت. بافت های مختلفی از پرندگان شامل عضله، کبد، کلیه و پر این پرندگان جدا شده و در دمایی ۲۰- درجه سانتی گراد نگه داری گردید. سپس نمونه ها جهت خشک شدن به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه فریز درایر قرار داده شدند. پس از آسیاب کردن کامل، نمونه های آماده آنالیز شدند. جهت اندازه گیری جیوه کل میزان ۰/۰۳ الی ۰/۰۵ گرم از هر نمونه به دستگاه Advanced Mercury Analyzer (AMA 254) که به صورت اختصاصی برای تعیین غلظت جیوه در نمونه‌های مایع و جامدات طراحی شده است و ساخت شرکت لکو (Leco) امریکا است، داده شد. حد تشخیص این دستگاه ۵ میکروگرم بر کیلوگرم است. ریکاوری این روش بین ۹۵/۴ تا ۱۰۴/۶ درصد به دست آمد. برای احراز دقت کافی، از هر نمونه سه تکرار صورت گرفت. در نهایت داده ها براساس وزن تر برحسب میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شدند.

آنالیز آماری

جهت انجام آنالیز آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ موجود در دانشگاه تربیت مدرس استفاده گردید. نرمال بودن یا نبودن داده ها با استفاده از آزمون Shapiro–Wilk تست گردید که در مجموع داده های حاصل غیر طبیعی تشخیص داده شدند. بنابراین جهت مقایسه کلی سه گونه از آزمون ناپارمتریک به شرح زیر استفاده شد. برای مقایسه میزان جیوه اندازه گیری شده در گونه های مورد مطالعه از آزمون کروسکالوالیس استفاده گردید. پس از اثبات اختلاف معنی دار بین میزان جیوه تجمع یافته در بافت ها، برای بررسی جزییات اختلاف از آزمون من‌ویتنی یو استفاده شد که نتایج این آزمون در شکل ۱ خلاصه شده است.

یافته ها

عمدتا ورود جیوه و مشتقات آن به بدن انسان، از طریق مصرف مواد غذایی و آبزیان صورت می گیرد (۱۰). میانگین غلظت جیوه در بافت های مورد مطالعه به صورت جدول زیر می باشد (جدول ۱). نتایج نشان می دهند میزان جیوه در کبد همه گونه ها، به جز چنگر بیشتر از سایر بافت هاست. دلیل اصلی این موضوع به نقش کبد در فرایند متیلاسیون جیوه و درصد چربی بیشتر این بافت نسبت سایر بافت های داخلی در این دو گونه برمی گردد (۷). در چنگر به‌دلیل این که از یک طرف در سطح غذایی پایین تری قرار گرفته و از طرف دیگر رژیم غذایی این گونه کمتر مواد آلوده به جیوه دارد، همچنین درصد چربی بافت های آن نسبت به دو گونه دیگر کمتر بوده و طول عمر بسیار کمتری دارد، لذا میزان جیوه بیشتر در پرتجمع یافته است. همچنین عضله این گونه کمترین میزان جیوه را نسبت به همه بافت‌ها در هر سه گونه داشته است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

جدول ۱: میانگین غلظت جیوه در بافت های مختلف گونه های مورد مطالعه بر اساس وزن تر و وزن خشک (میلی گرم بر کیلوگرم)

نوع گونه	فاکتور	داده	عضله	کلیه	کبد	پر
چنگر	وزن تر	میانگین	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۹	-
		انحراف معیار	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۴	-
	وزن خشک	میانگین	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۳
		انحراف معیار	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۸
اردک سرسبز	وزن تر	میانگین	۰/۱۱	۰/۲۶	۰/۳۰	-
		انحراف معیار	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۲	-
	وزن خشک	میانگین	۰/۲۶	۱/۹۰	۲/۰۵	۱/۰۹
		انحراف معیار	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۷۲	۰/۳۳
باکلان بزرگ	وزن تر	میانگین	۲/۳۶	۳/۵۹	۵/۶۷	-
		انحراف معیار	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۴	-
	وزن خشک	میانگین	۶/۵۷	۱۲/۰۰	۱۴/۸۰	۸/۶۸
		انحراف معیار	۰/۴۱	۰/۵۸	۰/۷۷	۰/۷۸

آنالیز های آماری نشان دادند که نه تنها میزان جیوه کل بین بافت گونه های مختلف، اختلاف معنی داری دارد، بلکه در بافت‌های یک گونه نیز اختلاف معنی داری در همه بافت ها مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). به جـز میزان جیوه موجود در کبد چنگر و اردک سرسبز که اختلاف معنی داری با کلیه هایشان نداشتند ($P>۰/۰۵$). تاکید های زیادی جهت تنظیم دریافت جیوه، به ویژه در ارتباط با مصرف مواد غذایی بیان شـده اسـت. به پیشنهاد WHO و FAO، برای موجودات زنده ۵۰۰ ng/g و بر اساس استاندارد EPA مقدار ۳۰۰ ng/g می باشد (۱۱و۱۲و۱۳). بنابراین حداکثر مقداری که می توانـد یک فرد از طریق مواد غذایی در هر ماه دریافت کند به صورت زیر محاسبه می شود.

$$a = \frac{b \times c}{w}$$

a= حد مجاز مصرف براساس استاندراد در هر ماه (میکروگرم بر کیلوگرم یا نانو گرم بر گرم)

b= میزان غلظت جیوه موجود در بافت (میکروگرم بر کیلوگرم)

c= حداکثر میزان مجاز مصرف در هر ماه (کیلوگرم)

w= وزن بدن (کیلوگرم)

از آنجایـی که وزن افراد در محاسـبه حد مجاز مصرف فاکتور مهمی به حساب می آید، لذا در این تحقیق افراد به چهار گروه وزنی زیر دسته بندی شدند:

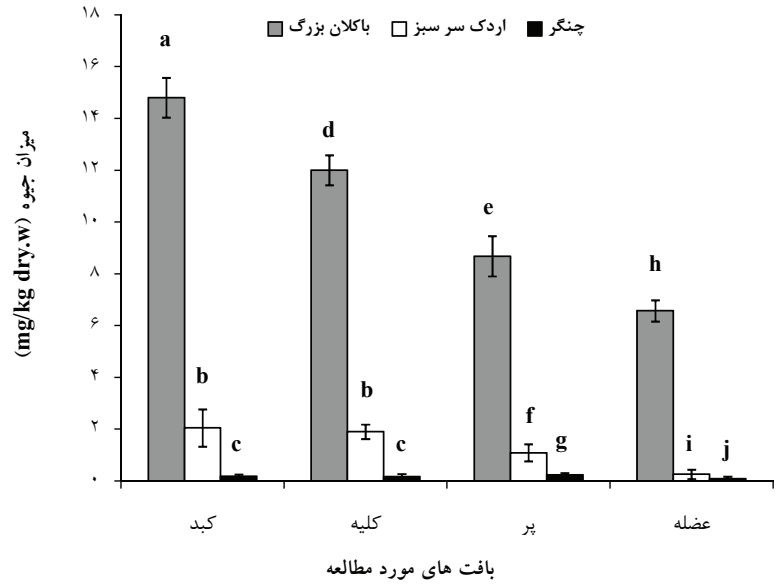
۱- افرادی با وزن ۱۵ کیلوگرم ۲- افرادی با وزن ۳۰ کیلوگرم ۳- افرادی با وزن ۶۰ کیلوگرم ۴- افرادی با وزن ۷۵ کیلوگرم با در نظـر گرفتن وزن افراد و میـزان غلظت جیوه موجود در بافت، حداکثر مقدار مجـاز مصرف برای هریک از گروه های سنی، براساس حد مجاز استاندارد ها محاسبه و در جدول آمده است (جدول ۱).

حداکثر میزان مجاز مصرف کبد و عضله ی باکلان بزرگ برای یک فرد با وزن ۱۵ کیلوگرم براساس استاندارد EPA به ترتیب ۰/۷۹ و ۱/۳۲ کیلو گرم در هر ماه است. در حالی که همین فرد می‌توانـد به ترتیب مقـدار ۱۵/۰۰ و ۴۰/۹۱ کیلوگرم از کبد و عضله اردک سرسبز و مقدار ۵۰/۰۰ و ۱۵۰/۰۰ کیلوگرم از کبد و عضلـه چنگر را در هر ماه مصـرف نمایید. برای گروه های سنی دیگر نیز چنین مقایسه های برقرار است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

جدول ۲: حداکثر مقدار مجاز مصرف ماهانه بافت های مختلف گونه‌های مورد مطالعه بدون اثر سرطان زایی ناشی از جیوه (کیلوگرم)

نام گونه	نام بافت	استاندارد	حداکثرمیزان مصرف مجاز برای گرو ه‌های سنی (kg)			
			۱	۲	۳	۴
باکلان بزرگ	کبد	WHO, FAO	۱/۳۲	۲/۶۴	۵/۲۸	۶/۶۰
		EPA	۰/۷۹	۱/۵۸	۳/۱۶	۳/۹۵
	عضله	WHO, FAO	۳/۱۸	۶/۳۶	۱۲/۷۲	۱۵/۹۰
		EPA	۱/۹۱	۳/۸۲	۷/۶۴	۹/۵۵
اردک سرسبز	کبد	WHO, FAO	۲۵/۰۰	۵۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۲۵/۰۰
		EPA	۱۵/۰۰	۳۰/۰۰	۶۰/۰۰	۷۵/۰۰
	عضله	WHO, FAO	۶۸/۱۸	۱۳۶/۳۶	۲۷۲/۷۲	۳۴۰/۹۰
		EPA	۴۰/۹۱	۸۱/۸۲	۱۶۳/۶۴	۲۰۴/۵۵
چنگر	کبد	WHO, FAO	۸۳/۲۴	۱۶۶/۶۸	۳۳۳/۳۶	۴۱۶/۷۰
		EPA	۵۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۲۰۰/۰۰	۲۵۰/۰۰
	عضله	WHO, FAO	۲۵۰/۰۰	۵۰۰/۰۰	۱۰۰۰/۰۰	۱۲۵۰/۰۰
		EPA	۱۵۰/۰۰	۳۰۰/۰۰	۶۰۰/۰۰	۷۵۰/۰۰



شکل ۲: میانگین میزان جیوه موجود در سه گونه مورد مطالعه

بحث

جیوه از جمله عناصر مهم زیست محیطی است که به شدت نوتروتوکسیک بوده و در اندام ها، به‌ویژه مغز و کبد تجمع پیدا می‌کند (۱). نتایج مطالعات قبلی نشان می دهند که بیشترین میزان جیوه در پر به‌دلیل تمایل بسیار بالای جیوه به کراتین موجود در پر پرندگان تجمع می یابد (۳و۱۴). اما نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان جیوه در کبد پرندگان وجود دارد. از جمله دلایل اصلی این موضوع می‌تواند کم تحرک بودن پرنده در فصل زمستان (فصل جمع آوری نمونه)، وجود و نفوذ مستقیم ترکیبات سمی جیوه به خاطر فعالیت‌های انسانی در مناطق مورد مطالعه و تمایل به جذب بیشتر این ترکیبات و عملکرد موجود زنده در ارتباط با انتقال آن به کبد برای کاهش سمیت باشد (۸و۱۵). در حالی‌که رشد پر و دفع

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

از آن، در فصل زمستان به نسبت کمتر صورت می گیرد. پرنده در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول تغذیه می کند و تحرک خاصی نداشته، بنابراین ترکیبات جیوه وارد شده در بدن به سمت کبد به منظور دفع و کاهش سمیت هدایت می شوند (۱۶). همچنین هر چه قدمت تالاب ها بیشتر باشد، تعداد و فعالیت‌های میکروارگانیسم های بی هوازی موجود در رسوبات آنها که تبدیل کننده جیوه معدنی به ترکیبات آلی هستند بیشتر است و به همان نسبت نیز جذب آن توسط موجود زنده بیشتر و راحت تر صورت خواهد گرفت. این موضوع به ویژه در تالاب انزلی به دلیل توسعه صنعتی - شهری، اهمیت خاص دارد (۱۷). در بین اندام های داخلی پرندگان آلوده بیشترین میزان جیوه غالبا در کبد و کلیه ها یافت می شود، چرا که در جانوران، کبد مهم‌ترین محل انجام فرایند های سم زدایی بوده و محل اصلی تغییر شکل زیستی ترکیبات سمی جیوه به‌خصوص متیل جیوه است که این ترکیبات زیان آور را به متابولیت هایی تبدیل می کند که برای سم زدایی به طور مستقیم به صفرا دفع می شوند. همچنین نمک های جیوه از راه کلیه و کبد دفع می‌شوند، به طوری که مهم‌ترین مسیر دفع آنها، ادرار و مدفوع است (۱۸). کمترین میزان جیوه در عضله پرندگان مورد مطالعه مشاهده شد که دلیل آن می تواند به حضور میزان نسبتا بالای اکسیژن برگردد. از آنجایی که این پرندگان در فصل زمستان تحرک کمی دارند و مقادیر اکسیژن موجود در بدن می‌تواند باعث اکسیداسیون مداوم ترکیبات جیوه و دفع آن از بافت مذکور شود، بنابراین میزان کمی از جیوه در عضله یافت می‌شود، این در حالی است که سهم این اکسیداسیون در سایر بافت ها کمتر است (۱۷و۱۹). البته این مطلب باید در مقیاس وسیع‌تر و در مورد گونه های مختلف پرندگان در فصل های مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

به نظر می رسد میزان نسبتا بالای جیوه تجمع یافته در بافت مختلف باکلان بزرگ در اسفند ماه ناشی از وزن و سن بالای نمونه ها باشد. در واقع نمونه های جمع آوری شده، روزهای پایانی مهاجرتشان را سپری می کردند و حداقل دو ماهی در این مناطق با کمترین تحرک زیست می کردند. بنابراین میزان دفع جیوه از بدنشان کمتر از حالت عادی است و در این مدت نیز پر ریزی که مهم‌ترین راه دفع فلزات سنگین به خصوص جیوه برای پرندگان است را نداشتند (۷). تجمع زیستی، بالابودن نیمه عمر و ماندگاری فلز جیوه در بدن از دلایل عمده افزایش مقادیر آن همگام با افزایش وزن بدن می باشد که در این مطالعه و در زمان صید وزن پرندگان مورد اشاره اختلاف چندانی با یکدیگر نداشته و تنها بین جنس‌ها تفاوت وزنی اندکی وجود داشت. همچنین این تفاوت وزنی در جنس ها تاثیری چندانی برتجمع جیوه در بافت های این پرنده نداشت و درکل اختلاف معنی داری در تجمع جیوه در جنس های مختلف مشاهده نشد که مطالعات پیشین نیز این موضوع را اثبات می کند. حداکثر غلظت جیوه، در گونه گوشت‌خوار به دلیل قرار گرفتن در بالای سطح زنجیره غذایی بود. به این فرایند که غلظت یک آلودگی در گونه های بالای زنجیره غذایی بیشتر از گونه های پایین زنجیره است بزرگ‌نمایی زیستی (Biomagnifications) می گویند. که نتایج این مطالعه نیز این مطلب را تایید می‌کند، به‌طوری که بیشترین میزان جیوه در باکلان بزرگ که صرفا ماهی‌خوار است، مشاهده شد (۱). به طور کلی، مقایسه نتایج مطالعه حاضر با پژوهش‌های قبلی نشان می دهند که پرندگان شمال ایران در مقایسه با پرندگان جنوب ایران میزان جیوه کمتری داشته و بنابراین با توجه به حد مجاز مصرف، محدودیت مصرف کمتری مشاهده می شود. مطالعه ای که در سال ۲۰۰۸ توسط زمانی احمد محمودی و همکاران در تالاب شادگان در جنوب غربی ایران توسط همین دستگاه پیشرفته آنالیز جیوه AMA 254 صورت گرفت؛ نشان می‌دهد میزان جیوه موجود در پرندگان آن منطقه نسبت به میزان جیوه موجود در پرندگان این پژوهش ده برابر است (۳ و۲۰). بنابراین مقایسه تفاوت تجمع زیستی جیوه در پرندگان آبزی تالاب های شمال با تالاب ها و خوریات جنوب کشور، یادآور این نکته است که از نظر سلامت غذایی، پرندگان وحشی زیستگاه های جنوب کشور، دقت و حساسیت بیشتری

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

نیـاز می باشـد. Saeki و همکاران نیز در سـال ۲۰۰۰ میزان جیوه را در اندام های مختلف باکلان بزرگ در ژاپن با استفاده از دسـتگاه جذب اتمی که اسـاس کار آن مشابه دستگاه مورد اسـتفاده در این تحقیق است، مورد مطالعه قرار داده اند که در مقایسـه با داده های این پژوهـش میزان جیوه در کبد پرندگان ژاپن کمتر و در عضله آنها بیشـتر از پرندگان شمال ایران است (۲۱). در سـال ۲۰۰۷ Houserova و همـکاران میـزان جیوه موجود در اندام های باکلان، کشـیم بزرگ و جغد را چند برابر میزان اندازه گیری شـده در این مطالعه، با اسـتفاده از دستگاه AMA 254، گـزارش کردند (۲۲). مقایسـه کلی میزان جیوه ایـن پرنـدگان در ایران با برخی از مطالعات خارج از کشـور، نشان می دهند که پرندگان شمال ایران از مقدار آلودگی کمتری برخوردار هستند.

بـا توجه به مصـرف پرندگان آبزی به ویژه در فصل زمسـتان و غلظـت جیوه تجمـع یافته در بافت هـای عضله و کبد این پرندگان که بخش قابل مصرف را تشـکیل می دهند و مقایسه نتایـج این مطالعه با اسـتاندارد هـای WHO، EPA و FAO مشـخص گردید که میزان جیوه موجـود در بافت های باکلان بزرگ بسـیار بیشتر از اسـتاندارد های مذکور است. بر اساس اسـتاندارد هـای WHO و FAO میزان جیـوه موجود در کبد باکلان حدود ۱۱ برابر حد اسـتاندارد اسـت و این نسـبت به ترتیـب برای کلیـه و عضله ۷ و ۴/۵ برابر می باشـد. با توجه به جـدول ۱ یک فرد ۶۰ کیلوگرمی، در هرماه نباید بیشـتر از ۵/۲۸ کیلـو گرم از کبد باکلان را مصرف نمایید. بدیهی اسـت مقادیر ذکر شده در جدول مذکور حداکثر میزان مصرف، بدون عوارض ناشی از جیوه است و در صورت مصرف بیشتر ازآن، میزان جیوه دریافت شـده می تواند خطر ساز باشد. همین فرد مطابـق با این اسـتانداردها نباید بیشـتر از ۱۲/۷۲ کیلوگرم از عضلـه باکلان را ماهانه مصرف کنـد. بنابر توصیه EPA میزان جیوه در اندام های این پرنده برای کبد، کلیه و عضله به ترتیب ۲۰، ۱۱ و ۷ برابر از استاندارد قابل قبول بیشتر است. به عبارت دیگـر، همان طـور که از جدول ۱ برمی‌آیـد فردی با وزن ۶۰ کیلوگـرم بنابـر توصیه EPA نباید بیشـتر از ۳/۱۶ کیلوگرم از کبد باکلان را در هر ماه مصرف کند. در غیر این صورت میزان جیوه دریافتی از اسـتاندارد EPA فراتر مـی رود. محدودیت های مصرف برای سـایر گروه‌های وزنـی در جدول ۱ آورده شـده اسـت. این نتایج می تواند به عنوان یک هشـدار جدی برای مصـرف کنندگان این پرنده (باکلان بزرگ) به ویژه برای افراد آسـیب پذیر باشـد. هرچند جیوه تنهـا از طریق مصرف مـواد غذایی وارد بدن نمی شـود و بسـیاری از داروها ، مواد آرایشـی ترکیبات حاوی جیـوه را دارند، اما با این حال ارتباط مسـتقیم و معنی داری بین تجمع جیوه در بدن و مصرف مواد غذایـی در این مناطق وجود دارد (۲۳). میزان جیوه موجود در اردک سرسبز نزدیک حد مجاز استاندارد است. دلیل اصلی این موضوع رژیم غذایی گیاه خواری این پرنده است. مقایسه میزان جیوه تجمع یافته در اردک سر سبز با استاندارد های موجود نیز در جدول ۱ آمده است.

نتیجه گیری

مطابـق با این نتایج و بنابر توصیه EPA افرادی با وزن ۱۵ کیلوگـرم نباید به صورت ماهانه بیشـتر از ۱۵ کیلوگرم کبد و ۴۰/۹۱ کیلوگـرم عضله این گونـه را مصرف کنند. در غیر این صورت میزان جیوه دریافتی از حد اسـتاندارد بالاتر می‌رود و می‌تواند خطرناک باشد. خوشـبختانه، میزان جیوه برای چنگر که بیشـترین پرنده آبزی قابل شـکار در ایران اسـت، به دلیل طـول عمرکوتاه و رژیم غذایی از حد مجاز مصرف، براسـاس استانداردهای بیان شده کمتر است. همان طور که انتظار می‌رفت، نتایج این پژوهش می تواند دسـتاوردی مهمی برای مدیران و دوسـتداران محیط زیست و همچنین مصرف‌کنندگان پرندگان وحشی باشد، تا در امر شکار، کنترل و کاهش آلاینده‌ها به ویژه تالاب های مذکور که در سـطح جهانی از جمله زیستگاه های مهم پرندگان محسوب می شوند، توجه بیشتری داشته باشند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

تشکر و قدرانی

نگارنـدگان بـر خـود لازم مـی داننـد از راهنمایی ها و مسـاعدت‌های فـراوان جنـاب آقـای مهندس سـید محمود قاسـمپوری تقدیر نمایند. همچنیـن از زحمات آقایان مهندس یوسـف مجیدی، علی کاظمی، جواد عمارلو و برخی پرسـنل سازمان محیط زیست در استان های گیلان و گلستان به جهت همـکاری صمیمانه در ایـن تحقیق نهایت تشـکر و قدردانی می‌شود. یادآور می شـویم؛ این تحقیق در آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفت.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

منابع

1. Mazloomi S, Esmaili-Sari A, Ghasempouri M, Omidi A. Mercury distribution in Liver, Kidney, Muscle and Feathers Caspian Sea Common Cormorant (phalacrocorax carbo). Res J Environ Sci. 2008; 2(6): 433-437.
2. Yazdandad H. A study on biological and ecological attributes of coot (Fulica atra) in wetlands of northern Iran. J Agri sci (in Persian). 2007; 14: 134-144.
3. Zamani-Ahmadmahmoodi R, Esmaili-Sari A, Ghasempouri M, Mansoori J, Bahramifar N. Mercury Levels in Liver, Kidney and Muscle of Common Teal Anas crecca from Shadegan Marshes, Southwest Iran. Podoces, 2008; 3(1/2): 97-131.
4. Kannan K, Smith RG, 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.
5. Farkas A, Salanki J, Specziar A. Age and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish Abramis brama L, populating a low-contaminated site. Water Res. 2003; 37(5): 959-64.
6. VOATE, Bank MS, Shine JP, Edwards SV. Temporal increase in organic mercury in an endangered pelagic seabird assessed by century-old museum specimens. Proc Natl Acad Sci Unit States Am. 2011; 108:66-74.
7. Aazami J, Esmaili-Sari A, Bahramifar N, Ghasempouri M, Jafarinezhad M. Ratio Organic mercury in total mercury in some organs of Great cormorant Caught from Gomishan and Anzali International wetlands in March 2009. Arak Medical University Journal (in Persian-in press). 2011.
8. Bebianno M, Santos C, Canário J, Gouveia N, Sena-Carvalho D, Vale C. Hg and metallothionein-like proteins in the black scabbardfish Aphanopus carbo. Food Chem Toxicol. 2007; 45:1443-1452.
9. Mansoori J. The Avian Community of Five Iranian Wetlands, Miankaleh, Fereidoonkenar, Bujagh, Anzali and Lavandevil, in the South Caspian Lowlands. Podoces. 2009; 4(1): 44-59.
10. Esmaiili-Sari A, Noori-Sari H, Esmaiili-Sari A. Mercury in the environment. Naghshemehr (in Persian). 2007.
11. Ebinghaus R, Hintelmann H, Wilken RD. Mercury cycling in surface waters and in the using an automatic mercury analyzer. Food Chem. 2007; 100(2): 853-58.
12. Jewett SC, Duffy LK. Mercury in fishes of Alaska, with emphasis on subsistence species. Sci Total Environ. 2007; 387(1-3): 3-27.
13. WHO. Evaluation of Mercury, Lead, Cadmium, Diethylpyrocarbonate, and OctylGallate. Food Additives Series. 1972; No. 4.
14. Tsipoura N, Burger J, Feltes R, Yacabucci J, Mizrahi D, Jeitner C, et al. Metal concentrations in three species of passerine birds breeding in the Hackensack Meadowlands of New Jersey. Environ Res. 2008; 107: 218-228.
15. Mazloomi S, Esmaili-Sari A, Ghasempouri M, Omidi A. Mercury distribution in liver, kidney, muscle and feathers Caspian Sea Common Cormorant (phalacrocorax carbo). Res J Environ Sci. 2008;2(6):433-7.
16. Yazdandad H. A study on biological and ecological attributes of coot (Fulica atra) in wetlands of northern Iran. J Agri sci. 2007;14:134-44 (in Persian).
17. Zamani-Ahmadmahmoodi R, Esmaili-Sari A, Ghasempouri M, Mansoori J, Bahramifar N. Mercury levels in liver, kidney and muscle of Common Teal Anas crecca from Shadegan Marshes, Southwest Iran. Podoces. 2008;3(1/2): 97-131.
18. Kannan K, Smith RG, 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.
19. Farkas A, Salanki J, Specziar A. Age and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish Abramis brama L, populating a low-contaminated site. Water Res. 2003;37(5):959-64.
20. Vo ATE, Bank MS, Shine JP, Edwards SV. Temporal increase in organic mercury in an endangered pelagic seabird assessed by century-old museum specimens. Proceedings of the National Academy of Sciences current issue . 2011;108(18):7466-71.
21. Aazami J, Esmaili-Sari A, Bahramifar N, Ghasempouri M, Jafarinezhad M. Ratio organic mercury in total mercury in some organs of Great cormorant Caught from Gomishan and Anzali

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

International wetlands in March 2009. Arak Medical University Journal. (in press, in Persian).
22. Bebianno M, Santos C, Canário J, Gouveia N, Sena-Carvalho D, Vale C. Hg and metallothionein-like proteins in the black scabbardfish Aphanopus carbo. Food Chem Toxicol. 2007;45:1443-52.
23. Mansoori J. The avian community of five Iranian Wetlands, Miankaleh, Fereidoonkenar, Bujagh, Anzali and Lavandevil, in the South Caspian Lowlands. Podoces. 2009;4(1):44-59.
24. Esmaiili-Sari A, Noori-Sari H, Esmaiili-Sari A. Mercury in the environment. Bazargan: Tehran; 2007 (in Persian).
25. Ebinghaus R, Hintelmann H, Wilken RD. Mercury cycling in surface waters and in the using an automatic mercury analyzer. Food Chem. 2007;100(2):853-8.
26. Jewett SC, Duffy LK. Mercury in fishes of Alaska, with emphasis on subsistence species. Sci Total Environ. 2007;387(1-3):3-27.
27. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Evaluation of Mercury, Lead, Cadmium, Diethylpyrocarbonate, and OctylGallate: Sixteenth Report of the Joint FAO/WHO on Food Additives (WHO Food Additives Series). Final report. Geneva: World Health Organization; 1972 April. Report No.: 4.
28. Tsipoura N, Burger J, Feltes R, Yacabucci J, Mizrahi D, Jeitner C, et al. Metal concentrations in three species of passerine birds breeding in the Hackensack Meadowlands of New Jersey. Environ Res. 2008;107:218-28.
29. Regine MB, Gilles D, Yannick D, Alain B. Mercury distribution in fish organs and food regimes: Significant relationships from twelve species collected in French Guiana (Amazonian basin). Sci Total Environ. 2006;368(1):262-70.
30. Rajaei F, Esmaili Sari A, Bahramifar N, Ghasempouri M. Mercury concentration in 3 species of Gulls, Larus ridibundus, Larus minutus, Larus canus, from South Coast of the Caspian Sea, Iran. Bull Environ Contam Toxicol. 2010;84:716-9.
31. Freadman MA. Role partitioning of swimming musculature of striped Bass Morone saxatilis Walbaum and Bluefish, Pomatomus saltatrix L. J Fish Biol. 2006;15(4):417-23.
32. Boening W. Ecological effects, transport, and fate of mercury: A general review. Chemosphere. 2000;40:1335-51.
33. Khoshnamvand M, Kaboodvandpour Sh, Ghiasi F. A Survey on accumulated mercury in different tissues of Silver Carp (Hypophthalmichthys molitrix) from Sanandaj Gheshlagh Dam. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3:291-8 (in Persian).
34. Zamani-Ahmadmahmoodi R, Esmaili-Sari A, Ghasempouri M, Savabieasfahani M. Mercury levels in selected tissues of three kingfisher species; Ceryle rudis, Alcedo atthis, and Halcyon smyrnensi, from Shadegan Marshes of Iran. Ecotoxicology. 2009;18:319-24.
35. Saeki K, Okabe Y, Kim EY, Tanabe S, Fukuda M, Tatsukawa R. Mercury and cadmium in Common Cormorants (Phalacrocorax carbo). Environ Pollut. 2000;108:249-55.
36. Houserova P, Kuban V, Kracmar S, Sitko J. Total mercury and mercury species in birds and fish in an aquatic ecosystem in the Czech Republic. Environ Pollut. 2007;145:185-94.
37. Okati N, Esmaili-Sari A, Ghasempouri M. Examination of mercury concentration in the hair of breast-feeding mothers and relation to fish diet, number of dental amalgam filling, age and place of live. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(3):327-34 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]

Determination of Mercury Concentration in Different Tissues of Coot (Fulica Atra), Mallard (Anas Platyrhynchos) and Great Cormorant (Phalacrocorax Carbon)

Azami J.[1], *Esmaili-Sari A.[1], Bahramifar N.[2]

[1]Department of Environment Science, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

[2]Department of Chemistry, Faculty of Chemistry, Payam noor University, Sari (Noor) and Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Received;18 July 2011 Accepted; 06 September 2011

ABSTRACT

Background and Objectives: The heavy metals pollution in aquatic ecosystems especially mercury, always makes concern about health of aquatic organisms. So, the purposes of this study were determination of total mercury in different tissues of the three species of the most important water birds at north of Iran and comparison with world health standards.

Materials and Methods: Generally, 51 birds were captured randomly. Then, samples of feather, liver, kidney and muscle were taken and the mercury concentrations were determined by Advanced Mercury Analyzer (Model; Leco, AMA 254).

Results: The most amount of accumulated mercury was in great cormorant's liver (piscivorous species). Means of mercury concentration in liver of great cormorant, mallard, and coot were 14.80, 2.05, 0.18; in kidney 12.00, 1.90, 0.17; in feather 6.57, 1.09, 0.23 and in muscle 8.67, 0.26, 0.09 mg/kg dry weight respectively. Means Comparison showed significant difference among all tissues ($P < 0.05$), But there were not significant difference between sexes ($P > 0.05$)

Conclusion: The levels of accumulated mercury in all tissues of great cormorant were more than the established limits by WHO, FAO and EPA. The other species had less use limitation, but mercury concentration in mallards was considerable. These results can be a serious warning for consumers these birds, especially vulnerable people.

Keyword: Coot, Mallard, Great cormorant, Mercury, Acceptable intake

Corresponding Author:j.aazami@modares.ac.ir*

Tel: +98 9133724695, ***Fax:***

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-18]