

بررسی غلظت جیوه در بافت کبد و موی شغال طلایی در سواحل مرکزی استان مازندران

حسن ملوندی^{۱*}

malvandi_hassan@ahoo.com

عباس اسماعیلی ساری^۲

سید محمود قاسمپوری^۳

تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۲۰

چکیده

هدف: هدف اصلی در این مطالعه گزارش غلظت‌های پایه جیوه در بافت مو و کبد گونه شغال طلایی و ارتباط بین میزان غلظت جیوه کبد و مو با وزن و طول بدن و جنس بود. سپس از این اطلاعات برای ارزیابی شایستگی استفاده از موی شغال به عنوان ابزار غیر مخرب برای تعیین جیوه بار بدن استفاده شد.

روش بررسی: نمونه‌های بافت کبد و مو از شغال طلایی در شهرستان نور واقع در سواحل مرکزی استان مازندران جمع آوری شدند. از نمونه‌های تلفات جاده‌ای (Road-killed) استفاده شد. اندازه‌گیری میزان جیوه به وسیله دستگاه AMA۲۵۴ LECO و روش استاندارد شماره ۶۷۲۲-D، ASTM انجام یافت.

یافته‌ها و نتایج: اختلاف معنی‌داری بین دو جنس و همچنین همبستگی بین دو بافت مشاهده نشد. اما در مقابل رابطه مثبت و معنی‌داری ($p < 0.05$) بین میزان جیوه مو با وزن و طول بدن مشاهده شد. به طور کلی میزان غلظت جیوه پایین‌تر از حدی بود که باعث آسیب به گونه شود. به نظر می‌رسد این اولین مطالعه صورت گرفته بر روی گونه شغال با این دیدگاه باشد. همچنین در این تحقیق روش نمونه‌گیری آسان و غیرمخرب پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: جیوه ، کبد، مو، ریخت شناسی، شغال (*Canis aureus*)، استان مازندران.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور* (مسئول مکاتبات).

۲- مدیر و استاد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور

۳- مربی و دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور

مقدمه

و انتخاب آن به عنوان یک گونه مناسب برای ارزیابی زیست محیطی آلاینده‌ها باشد.

برای بررسی همبستگی بین جیوه و بار بدن، یک اندام داخلی برای مقایسه باقی مانده جیوه استفاده شد. برای این منظور ما بافت کبد را انتخاب کردیم. زیرا جیوه در بافت کبد تمایل به تغلیظ دارد، اما در بافت‌های مهم دیگر از قبیل کلیه به دلیل کارکردهای آن (حفظ آب، افزایش غلظت ادرار و ...) باعث حذف جیوه می‌شود، بنابراین کبد ممکن است یک اندام داخلی بهتری برای مقایسه با مو باشد (۴).

در مورد میزان جیوه در گوشت خواران و به خصوص در خانواده سگ‌سانان اطلاعات اندکی وجود دارد و همچنین در مورد جیوه در موی پستانداران ایران داده‌های چندانی وجود ندارد و به نظر می‌رسد این اولین مطالعه بررسی میزان جیوه بر روی نمونه‌های تلفات جاده‌ای شغال در دنیا می‌باشد. هدف اصلی در این مطالعه گزارش غلظت‌های پایه جیوه در بافت مو و کبد گونه شغال منطقه مرکزی سواحل شمالی کشور و ارتباط بین میزان غلظت جیوه کبد و مو با وزن بدن و طول بدن و جنس است و همچنین مقایسه جیوه دو بافت برای ارزیابی شایستگی استفاده از موی شغال به عنوان ابزار غیر مخرب برای تعیین جیوه بدن می‌باشد. از دیگر اهداف این تحقیق مطالعه‌ی مفید بودن لاشه‌های حیوانات برای تعیین میزان آلودگی همان منطقه است.

مواد و روش‌ها

۱- منطقه مورد مطالعه

نمونه‌های مورد نظر در اسفند ۱۳۸۵ تا اسفند ۱۳۸۶ از مسیر جاده‌ی نور- چمستان واقع در شهرستان نور جمع‌آوری شد (شکل ۱). این شهرستان بین 36° و 5° تا 36° و 45° عرض شمالی و از نظر طول جغرافیایی قسمت‌های جلگه‌ای آن میان 52° و 15° و قسمت‌های کوهستانی آن در میان 51° و 20° و 10° طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. از نمونه‌های تصادفات جاده‌ای (Road-killed) برای انجام

جیوه یکی از سمی‌ترین فلزات سنگین است که در تمام محیط زیست از جمله لیتوسفر، هیدروسفر، اتمسفر و بیوسفر یافت می‌شود (۱). تجمع زیستی جیوه می‌تواند بر جمعیت‌ها و افراد اثرگذار. شماری از مطالعات اثرات منفی جیوه را در بقای چندین گونه پستاندار نشان داده است (۲).

شغال طلایی (*Canis aureus*) سگ سانی با اندازه متوسط می‌باشد. شغال یکی از ۶ گونه خانواده سگ سانان در ایران است که از نظر آمار تلفات جاده ای برای وحوش پستاندار در رتبه اول می‌باشد. این گونه دارای توزیع گسترده‌ای در ایران است و در ۳ قاره آسیا، اروپا و آفریقا نیز گسترش دارد. توانایی زیادی برای سازگاری با شرایط زیست محیطی مختلف دارد. از دیگر توانایی‌های مهم آن این است که عادات غذایی متنوعی دارد؛ در نتیجه دارای نیچ غذایی وسیعی می‌باشد (۳).

برای ارزیابی شایستگی استفاده از ابزارهای غیر مخرب (مو) برای تخمین جیوه بار بدن از نمونه‌های مو و کبد شغال طلایی (*Canis aureus*) استفاده شد. این روش باعث می‌شود در مقیاس وسیعی نمونه‌گیری صورت گیرد. همچنین بر روی گونه‌های تهدید شده و در حال خطر بدون برداشت و یا حذف از جمعیت موجود تحقیق انجام شود.

در حیواناتی که در سطوح بالایی زنجیره غذایی قرار دارند، اثرات سمی تجمع زیستی آلاینده‌هایی از قبیل فلزات سنگین به دلیل خاصیت بزرگنمایی زیستی شدیدتر است. بنابراین گونه‌های گوشت خواران می‌توانند به عنوان گزینه‌ای مناسب برای بررسی این چنین آلاینده‌هایی مطرح باشند. در این میان گونه شغال بنا به دلایل زیر می‌تواند به طور بالقوه شاخص زیستی مناسبی برای ارزیابی آلودگی‌های زیست محیطی باشد: (۱) همه‌چیزخوار بودن (۲) قرار گرفتن در سطوح بالای زنجیره غذایی (۳) گستره‌خانه کوچک (۳). در نتیجه بیشتر و بهتر می‌تواند آلودگی محلی را بازتاب کند. علاوه بر این زندگی این گونه جانوری در مجاورت با زیستگاه‌های انسان نیز می‌تواند دلیل خوبی برای در معرض قرار گرفتن با مقادیر جیوه

شناسی، نمونه‌های مو از حیوان جدا گردید.

آزمایش‌ها استفاده شد. برای این منظور لاشه‌های شغال‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و پس از اندازه‌گیری خصوصیات ریخت



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه جمع‌آوری نمونه، استان مازندران و شهرستان نور

۲- آماده‌سازی نمونه

در مو از بین‌برود. نمونه‌ها برای خشک شدن، مدتی در دمای اتاق نگه‌داری شد و سرانجام به قطعات ریز ۱ تا ۲ میلی‌متری درآمد. برای اندازه‌گیری میزان جیوه از دستگاه LECO ۲۵۴ Advanced Mercury Analyzer روش استاندارد شماره ۶۷۲۲-D و ASTM استفاده شد.

۳- آنالیز آماری

برای آنالیز نمونه‌های بافت کبد، ۲ تا ۴ گرم از بافت کبد جدا شد و در ظروف پتری دیش قرار گرفت. سپس آن‌ها را برای مدت ۲۴ ساعت در دستگاه منجمد-خشک‌کننده (Freeze-dried) قرار دادیم تا کاملاً خشک شوند. نمونه بعد از آسیاب شدن، آماده تزریق به دستگاه می‌شود (۵). نمونه‌های مو پس از جداسازی به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها به وسیله شوینده‌ها با آب شسته شد و دوبار با آب مقطر آب‌کشی شد. شستن نمونه‌ها سبب می‌شود تا تمام آلودگی خارجی موجود

کبد بر اساس آزمون پیرسون مشاهده نشد. میانگین غلظت جیوه در بافت مو بیش تر از بافت کبد بود و اختلاف معنی داری ($P < 0.001$) بین دو بافت وجود داشت. برای ارزیابی مناسب بودن مو برای تعیین غلظت جیوه کبد، همبستگی بین این بافتها آزمایش شد و همبستگی ضعیفی مشاهده شد ($r = 0.291$ ، $P = 0.101$).

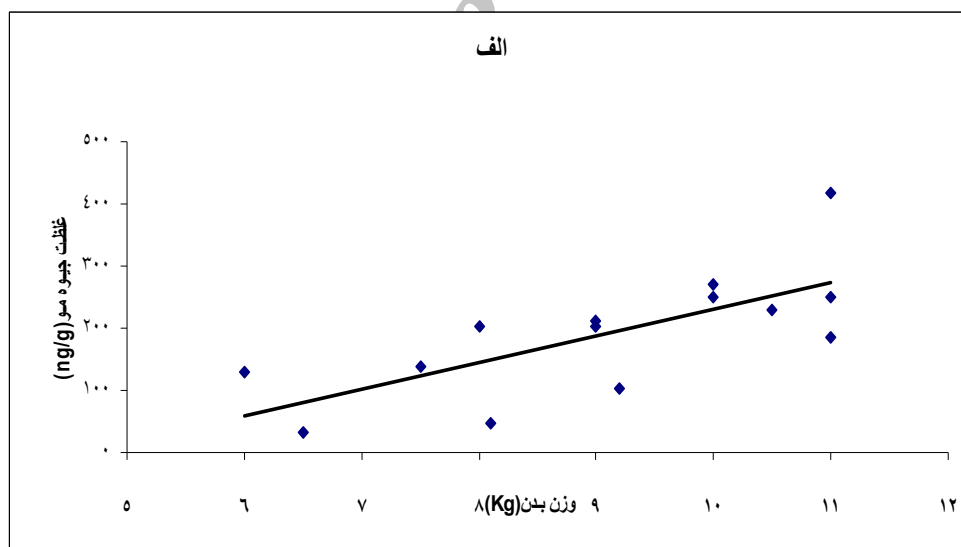
میانگین وزن جنس نرها ۹/۹ کیلوگرم و جنس ماده-ها ۷/۵ کیلوگرم و میانگین طول بدن در جنس نرها ۸۸/۷ سانتی متر و در جنس مادهها ۸۰/۸ سانتی متر بود. همبستگی بین متغیرهای ریخت‌شناسی (وزن بدن و طول بدن) با غلظت-های جیوه دو بافت آنالیز شد و اختلاف مثبت و معنی داری بین میزان غلظت جیوه مو با وزن بدن و طول بدن ($P = 0.004$ ، $r = 0.51$ و $r = 0.49$ ، $P = 0.23$ ، به ترتیب) مشاهده شد (نمودار ۱ الف و ب). در مقابل هیچ اختلاف معنی داری بین میزان جیوه بافت کبد با وزن و طول بدن ($P = 0.900$ ، $r = 0.01$ ، $r = 0.485$ ، $P = 0.04$) مشاهده نشد (نمودار ۲ الف و ب).

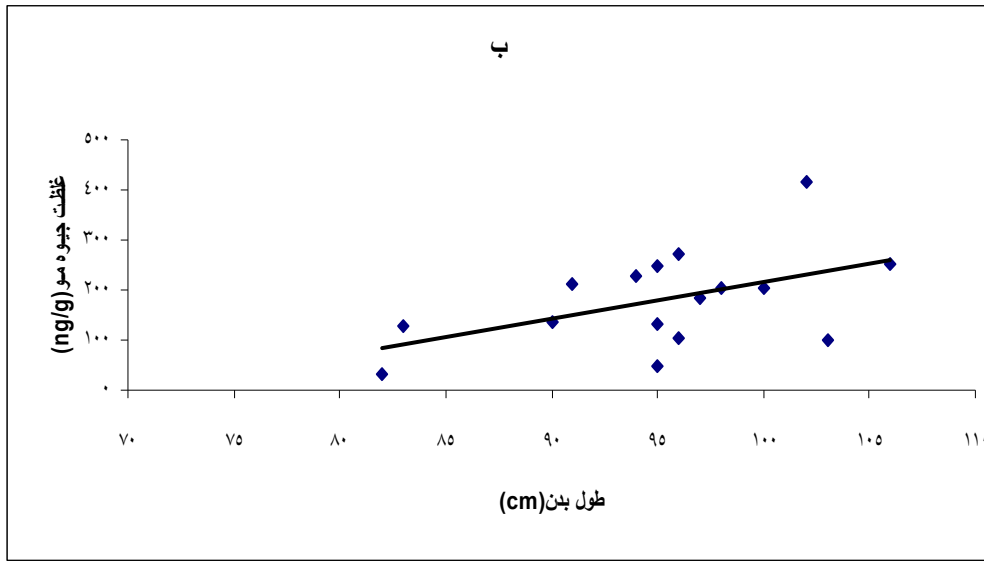
تحلیل آماری به وسیله نرم افزار SPSS و Excel انجام یافت. ابتدا به وسیله آزمون‌های شاپیرو ویلک و کولموگروف اسمیرنوف توزیع نرمال داده‌ها بررسی شد. از آن جایی که داده‌ها نرمال بود، روش آماری پارامتریک انتخاب گردید. برای مقایسه بین جنس‌ها از آزمون T-test استفاده شد. برای بررسی ارتباط بین میزان جیوه با وزن و طول بدن از رگرسیون خطی استفاده شد.

نتایج

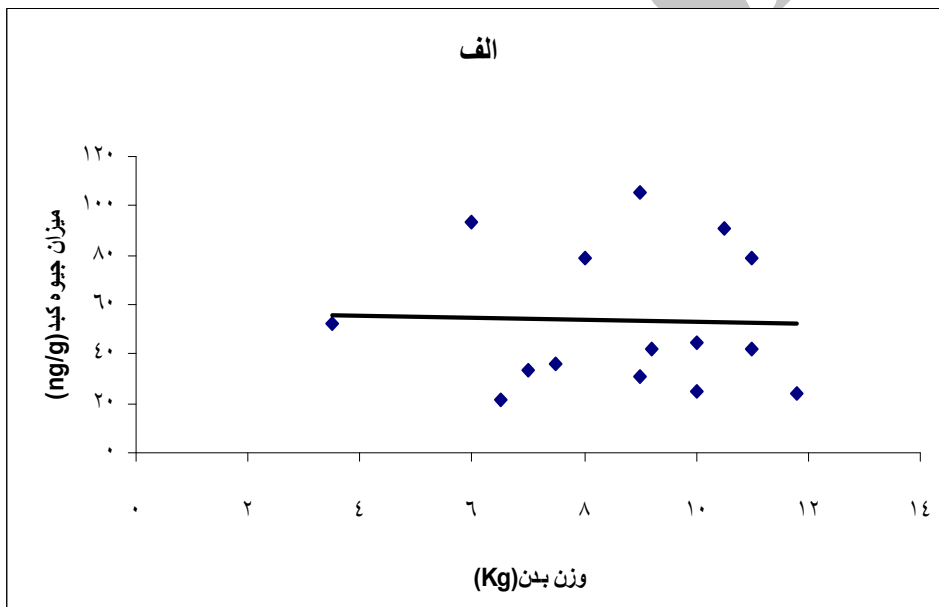
مقادیر جیوه در بافت‌های مو و کبد شغال بررسی گردید. میانگین غلظت جیوه در بافت مو $178/28$ ng/g و در بافت کبد $53/25$ ng/g بود. دامنه میزان غلظت جیوه در مو $21/05$ ng/g تا $33/22$ ng/g و در کبد $147/43$ ng/g تا $105/61$ ng/g بود.

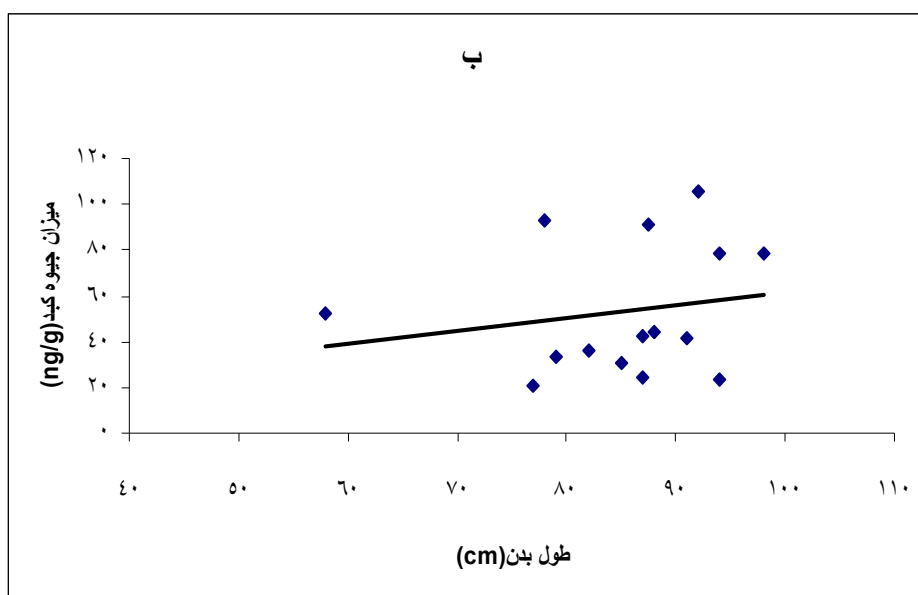
هیچ اختلاف معنی داری بین دو جنس نر و ماده بر اساس آزمون T-test و ارتباط مستقیم بین میزان جیوه مو و





نمودار ۱- ب. ارتباط بین غلظت میزان جیوه مو با وزن بدن (الف) و طول بدن (ب)





نمودار ۲- ارتباط بین غلظت میزان جیوه کبد با وزن بدن (الف) و طول بدن (ب)

بحث و نتیجه‌گیری

دلیل دیگر این که غذای عمده آن‌ها را ماهیان و آب‌زیان تشکیل می‌دهند و یکی از عمده‌ترین راه‌های تماس با جیوه مصرف ماهی و آب‌زیان است (۱۱). میزان جیوه موی دیگر گوشت‌خواران از قبیل راکون، گربه، پلنگ فلوریدا و سگ به ترتیب بیشتر از گونه شغال است. (۱۲، ۱۳ و ۱۴). در تمام گونه‌های گوشت‌خوار و همه‌چیزخوار ذکر شده، میزان جیوه بالاتر از گونه مورد مطالعه بود. بجز در مطالعه‌ای که توسط Dunlap و همکاران (۱۵) بر روی گونه سگ‌های سورتمه‌ران انجام داده است که در حدود ۳ تا ۵ برابر میزان جیوه کم‌تری را از خود نشان دادند.

میانگین غلظت عناصر ذکر شده در بافت کبد شغال، مشابه دیگر گونه‌های خانواده سگ سانان از قبیل گرگ (۱۶)، روباه معمولی و روباه قطبی (۱۷) است. همچنین نتایج مشابه دیگر مطالعات انجام یافته در دیگر گوشت‌خواران مانند سیاه گوش و Wolvernie (گونه‌ای از سمورها) است (۱۶ و ۱۸)، (نمودار ۱).

میزان غلظت جیوه گونه شغال به گونه‌های هم خانواده یعنی سگ نزدیک‌تر است و این ممکن است به‌خاطر شباهت‌های بین آن‌ها باشد. اگرچه میزان جیوه در دیگر گونه‌ها

به‌طور کلی غلظت جیوه در بافت‌های کبد و موی پایین بود و این مقادیر جیوه کم‌تر از استاندارد خدمات حیات-وحش و ماهیان آمریکا (۱/۱ ppm) برای سلامتی اکوسیستم بود (۶). با توجه به این که استاندارد مشخصی برای میزان جیوه در این زمینه در ایران وجود ندارد در این تحقیق میزان جیوه در نمونه‌ها با استاندارد آمریکا مورد بررسی قرار گرفت.

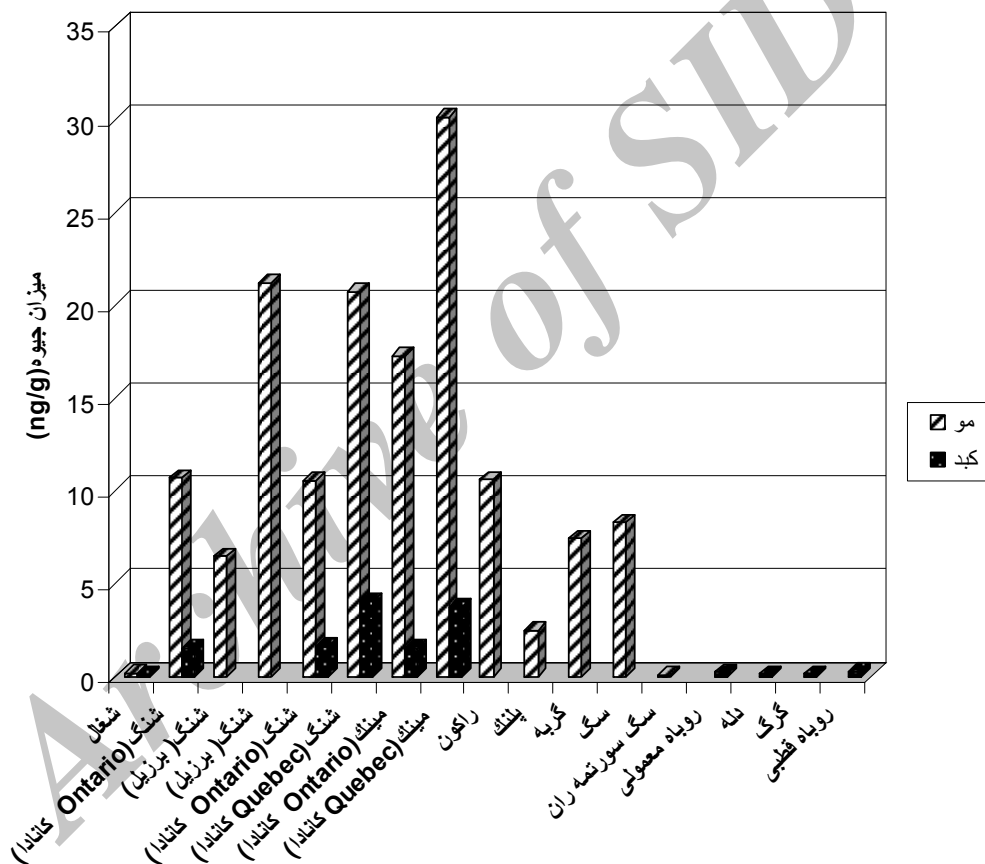
اما در مقابل مطالعات نسبتاً زیادی برای مطالعه میزان جیوه در بافت‌های پستانداران انجام گرفته است، بویژه بر روی خانواده سمور و از جمله گونه‌های شنگ و مینک. میزان جیوه در موی شنگ رودخانه‌ای نسبت به گونه مورد مطالعه بسیار بالاست و در مطالعه انجام یافته توسط Evans و همکاران (۷) میزان جیوه‌ی موی شنگ در حدود ۵۰ تا ۶۱ برابر بیش‌تر از گونه مورد مطالعه در این تحقیق است. جالب این‌که میزان جیوه موی بیش از ۱۰۰ برابر میزان جیوه گونه مورد مطالعه نیز گزارش شده است (۸ و ۹). در گونه مینک نیز میزان جیوه موی در حدود ۹۰ تا ۱۷۰ برابر بیشتر است (۸ و ۱۰). دلایل احتمالی این اختلاف یکی این که میزان جیوه در اکوسیستم آبی بیشتر از اکوسیستم خشکی است و این موجودات (شنگ و مینک) وابسته به هردو اکوسیستم آبی و خشکی هستند و

مثبتی مشاهده شد (۸). در سایر مطالعات، بافت مو به عنوان یک شاخص مناسب برای ارزیابی جیوه در ارتباط با بافت‌های داخلی و همچنین به عنوان بافت مفیدی برای پایش آلاینده‌ها پیشنهاد شده است (۷، ۸، ۱۰).

در تحقیق حاضر در میزان غلظت جیوه دو جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این نتایج، مشابه دیگر تحقیقات صورت گرفته بر روی گونه‌های موش ابی (۱۹)، راکون (۱۲)، پلنگ (۱۴)، گرگ (۲۰)، روباه قطبی و Wolverine (گونه‌ای از سمورها) (۱۸) است.

و به خصوص شنگ و مینک از گونه مورد مطالعه بسیار بیش‌تر است، اما به دلیل متفاوت بودن در توزیع سن، رژیم غذایی، تکنیک‌های مورد استفاده، تفاوت زیستگاه و همچنین به‌خاطر تفاوت خانواده‌ها مقایسه بین گونه‌ها باید با احتیاط بیش‌تری صورت گیرد.

میزان غلظت جیوه در بافت مو بیش‌تر از بافت کبد بود که مشابه دیگر تحقیقات صورت گرفته بر روی شنگ و مینک است (۷، ۸، ۱۰). اما هیچ همبستگی بین بافت‌ها مشاهده نشد. در مقابل در تحقیق صورت گرفته بر روی شنگ و مینک همبستگی



نمودار ۳- میانگین غلظت جیوه در مو و کبد شغال طلائی (*Canis aureus*) در مقایسه با برخی پستانداران دیگر

و موجودات بزرگ‌تر احتمالاً مسن‌تر نیز می‌باشند و رابطه مثبتی بین سن و غلظت جیوه در موجودات یافت شده است (۲، ۴).

در تحقیقات آینده نیاز به بررسی بیشتر رابطه بین مو/کبد (مواکب) سایر اندام‌های داخلی برای دستیابی به نتایج بهتر و مناسب‌تر است و به‌علاوه استفاده از مو به عنوان یک شاخص

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد بین میزان غلظت جیوه‌ی مو با وزن و طول بدن رابطه مثبت و معنی‌داری ($p < 0.05$) وجود دارد. به طوری که با افزایش ابعاد ریخت شناختی گونه مقادیر جیوه نیز افزایش می‌یابد.

یکی از دلایل این است که به طور معمول موجودات مسن‌تر تجمع زیستی جیوه بیشتری نسبت به جوان‌ترها دارند

4. Gerstenberger, S. L., Cross, C. L., Divine, D. D., Gulmatico, M. L., Rothweiler, A. M., 2006. Assessment of mercury concentration in small mammals collected Near Las Vegas, Nevada, USA. *Environ Toxicol*, 21, 583-589.
5. Haynes, D. Carter, S. Gaus, C. Muller, J. Dennison W., 2005. Organochlorine and heavy metal concentrations in blubber and liver tissue collected from Queensland (Australia) dugong (*Dugong dugon*). *Marine Pollution Bulletin*, 51, 361-369.
6. Lord, C.G., Gaines, K.F., Boring, C.S., Brisbin, I.L., Gochfeld, M., Burger, J. 2002. Raccoon (*Procyon lotor*) as a bioindicator of mercury contamination at the U.S. Department of Energy's Savannah River Site. *Arch Environ Contam Toxicol* 43:356-363.
7. Evans, R.D., Addison, U.E.M., Villeneuve, J.Y., MacDonald, K.S., Joachim, D.G., 1998. An examination of spatial variation in mercury concentrations in otter *Lutra canadensis* in south-central Ontario. *The Science of the Total Environment*, 213, 239-245.
8. Fortin, C., Beauchamp, G., Dansereau, M., Lariviere, N., Belanger D., 2001. Spatial Variation in Mercury Concentrations in Wild Mink and River Otter Carcasses from the James Bay Territory, Quebec, Canada. *Arch Environ Contam Toxicol*, 40, 121-127.
9. Fonseca, F.R. D., Malm, O., Waldemarin, H. F., 2005. Mercury levels in tissues of Giant otters (*Pteronura brasiliensis*) from the Rio Negro, Pantanal, Brazil. *Environmental Research*, 98, 368-371.

زیستی برای جیوه نیز باید آزمایش شود. به طور کلی میانگین میزان جیوه در گونه مورد بررسی کم‌تر از حدی بود که باعث اثرات زیان‌بار بر حیوان شود. یک نتیجه‌گیری کلی آن است که موجودات بزرگ‌تر احتمالاً به دلیل سن بالاتر و مصرف مواد غذایی بیشتر در معرض تماس بیشتری با آلاینده‌ها نسبت به حیوانات جوان و کوچک تر می‌باشند. این تحقیق نشان داد که می‌توان از گونه‌های تصادفی و همچنین از موی حیوان برای سنجش میزان آلودگی و به‌عنوان تکنیکی غیر مخرب برای نمونه‌گیری استفاده کرد. این تحقیق شروع و راهنمایی برای مطالعات آینده است، مخصوصاً در ایران که تاکنون تنها مطالعات انگشت شماری بر روی میزان جیوه پستانداران صورت گرفته است.

سپاس‌گزاری

از جناب مهندس مجتبی هادویفر، مرتضی داودی، مهدی الهی، محمدحسین نساچیان، محمد سیدی علم آباد، مانده گله‌دار و فاطمه رجائی به دلیل کمک هایشان صمیمانه سپاس‌گزاری می‌کنم.

منابع

1. Zhang, L., Wong, M.H., 2007. Environmental mercury contaminant in china: source and impacts. *Environmental international*, 33, 108-121
2. Ben-David, M., Duffy, L. K., Blundell, G. M., Bowyer, R. T., 2001. Natural exposure of coastal river Otters to mercury: relation to age, diet, and survival. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 20, No. 9, 1986-1992
3. Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M., Macdonald, D.W., 2004. Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs: Status Survey and Conservation Action Plan. 245pp

16. Gamberg, M. Braune, B. M. 1999. Contaminant residue levels in arctic wolves (*Canis lupus*) from the Yukon territory, Canada: The Science of the Total Environment, 243/244: 329-338.
17. Piskorova, L., Vasilkova, Z., Krupicer, I., Czeck, J. 2003. Heavy metal residues in tissues of wild boar (*Sus scrofa*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in the Central Zemplin region of the Slovak Republic. Anim. Sice, 48. (3): 134-138.
18. Hoekstra, P.F., Braune, B.M., Elkin B., Armstrong, F.A.J., Muir, D.C.G., 2003. Concentrations of selected essential and non-essential elements in arctic fox (*Alopex lagopus*) and wolverines (*Gulo gulo*) from the Canadian Arctic. The Science of the Total Environment 309: 81-92.
19. Stevens, R.T., Ashwood, T.L., Sleeman, J.M., 1997. Mercury in hair of muskrats and mink from US Department of Energy Oak Ridge Reservation. Bull Environ Contam Toxicol, 58, 720-5.
20. Shore, R. F., Casulli, A., Bologov, V., Wienburg, C.L., Afsar, A., Toyne, P., DellOmo, G. 2001. Organochlorine pesticide, polychlorinated biphenyl and heavy metal concentrations in wolves (*Canis lupus* L.1758) from North-West Russia: The Science of the Total Environment, 280: 45-54
10. Evans, R.D., Addison, E. M., Villeneuve, J. Y., MacDonald, K. S., Joachim, D. G., 2000. Distribution of Inorganic and Methylmercury among Tissues in Mink (*Mustela vison*) and Otter (*Lutra canadensis*), Environmental Research Section A 84, 133-139.
11. Gamberg, M., Biola, G., Stern, G., Roach, P., 2005. Cadmium, mercury and selenium concentrations in mink (*Mustela vison*) from Yukon, Canada. Science of the Total Environment. 351-532, 523-529.
12. Porcella, D. B., Zillioux, E.J., Grieb, T.M., Newman, J.R., West. G. B., 2004. Retrospective study of mercury in Raccoon (*Procyon lotor*) in South Florida. Ecotoxicology, 13, 207-221.
13. Sakai, T., Ito, M., Aoki, H., Aimi, K., Niyaya, R., 1995. Hair mercury concentrations in cats and dogs in Central Japan. British Veterinary. 151(2): 215-219.
14. Newman, J., Zillioux, E., Rich, E., Liang, L., Newman, C., 2004. Historical and Other Patterns of Methyl and Inorganic Mercury in the Florida Panther (*Puma concolor coryi*). Arch Environ Contam Toxicol, 48, 75-80.
15. Dunlap, K. L., Reynolds, A.J., Bowers, P. M., Duffy, L. K., 2007. Hair analysis in sled dogs (*Canis lupus familiaris*) illustrates a linkage of mercury exposure along the Yukon River with human subsistence food systems. Science of the Total Environment, 385, 80-85.