

# **Investigating the residual heavy metals lead, cadmium, chromium, arsenic and nickel in milk and body tissues of Holstien dairy cows**

Ahmad Davtalabzarghi , Moslem Bashtani , Abbasali Naserian , Mehrdad Mohri

1-Ph.D. Student, Department of Animal Science, Birjand University. Birjand. Iran.

2- Professor, Department of Animal Science, Birjand University. Birjand. Iran.

3- Professor, Department of Animal Science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

4 - Professor, Department of Vetrinary Science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

DOI: 10.22067/ijasr.2023.79760.1119

[mbashtani@birjand.ac.ir](mailto:mbashtani@birjand.ac.ir)

**Introduction** Environmental pollution, including pollution caused by urban and industrial sewage, factories and vehicles, causes pollution of natural resources in the environment, including water and fodder. The entry of these elements into the body of animals and their accumulation increases their concentration in products and enters the human food chain. Contamination of milk, meat and other edible tissues of animals with heavy metals is also a worrying issue and threatens food hygiene and human health because these elements are not naturally present in edible tissues and even very small amounts of them can be cause severe side effects. Scientists have mentioned the main cause of contamination of meat and animal tissues is feeding them from contaminated fodder sources or rearing them near contaminated areas. In the studies conducted in different countries, the amounts of heavy elements were more than allowed.

**Material and methods** In order to investigate the amounts of heavy metals including lead, cadmium, chromium, arsenic and nickel in milk and body tissues of dairy cows in North Khorasan province, two experiments were conducted in three regions and the amounts of heavy metals in milk and body tissues of dairy cows using the device Inductively coupled plasma-atomic diffusion (ICP) was measured, and studied.

In the first experiment, three dairy cattle farms were selected in three regions, two farms were located in two regions at equal distances from large industries, and the third region was selected as a control region far from large industries. In each of the farms, 10 dairy cows (5 first lactation and 5 second lactation and above) was sampled and the amounts of elements were measured. In the second experiment, muscle, heart, liver, kidney and lung tissues were sampled from 5 dairy cows from each regions that were removed and sent to the slaughterhouse for reasons such as mastitis and reproductive problems. Heavy metals, including lead, cadmium, chromium, arsenic and nickel, were measured in the tissues by an inductively coupled atomic diffusion plasma (ICP) device.

**Result and discussion** The results of the first experiment showed that the amount of arsenic, cadmium and lead in the milk of Holstein cows was not affected by different regions. However, the amount of chromium and nickel in the milk of Holstein cows was significantly affected by different regions. Also, the amount of arsenic, cadmium, nickel

and lead in the milk of Holstein cows was not affected by age and the interaction of region and age. But the amount of chromium was affected by age and the interaction of region and age. The amount of arsenic, cadmium and lead metals in the thigh muscle tissue of Holstein cows in different regions was not significantly affected by regions. However, the amount of chromium and nickel in the thigh muscle tissue was significantly affected in different areas. The amount of arsenic, chromium, nickel and lead in the heart tissue was not significant in any of the regions (Shirvan, Esfrayen and Bojnoord). The amount of cadmium in the heart tissue of Holstein cows was significantly affected by different regions. Thus, the highest amount of cadmium in heart tissue was observed in Bojnoord region and the lowest in Esfrayen region. The amount of chromium, nickel and lead in the tissue of all Holstein cows in different regions was not affected. However, the amount of arsenic and cadmium in the kidney tissue was significantly affected in different areas (Shirvan, Esfrayen and Bojnoord). Based on the obtained results, there was no significant difference in the amount of arsenic, cadmium and lead in lung tissue in different regions. However, the amount of chromium and nickel in the lung tissue of Holstein cows was significantly affected in different regions. Chromium enters various environmental sources (air, water and soil) from a wide range of natural and human sources, the most of which is emitted from industrial activities. When heavy metals are present in the air, feed and water of animals, they eventually accumulate in their tissues.

**Conclusion:** Although the amounts of heavy metals in many cases were not significantly different between the investigated areas, but their amounts were higher than the standard values reported for those heavy metals in products such as milk, Regarding the concentration of elements in tissues regardless of their regions and distance, the highest values of elements in tissues were related to the concentration of lead element and the liver had the highest concentration of lead compared to other tissues. so the use of compounds such as absorbents to reduce the concentration of these metals in dairy cattle products can be suggested and considered as a solution.

**key words:** Body tissues, Dairy cows, Heavy metals.

## بررسی مقادیر باقیمانده عناصر سنگین سرب، کادمیوم، کروم، آرسنیک و نیکل

### در شیر و بافت‌های بدن گاوهای شیری هلستاین

احمد داوطلب زرقی<sup>۱</sup>، مسلم باشتنی<sup>۲</sup>، عباسعلی ناصریان<sup>۳</sup>، مهرداد مهری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دوره دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند ایران

۲- استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳- استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۴- استاد گروه علوم درمانگاهی دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

وجود عناصر سنگین در خوراک و آب مصرفی دام‌ها سبب آلودگی محصولات دامی و بروز مشکلات بهداشتی و سلامتی برای انسان شده که این موضوع نگران کننده و مهم است، لذا به منظور بررسی مقادیر باقیمانده عناصر سنگین شامل سرب، کادمیوم، کروم، آرسنیک و نیکل در شیر و بافت‌های بدن گاوهای شیری هلستاین در استان خراسان شمالی دو آزمایش در سه منطقه طراحی و مقادیر عناصر فوق در شیر و بافت‌های بدن گاوهای شیری با استفاده از دستگاه پلاسما جفت شده القایی-نشر اتمی (ICP) اندازه‌گیری، و مورد مطالعه قرار گرفت. در آزمایش اول سه واحد گاوداری شیری در فواصل مکانی یکسان از صنایع بزرگ استان انتخاب گردیدند و در هر واحد از شیر تعداد ۱۰ راس گاو شیری نمونه‌گیری و مقادیر عناصر فوق اندازه‌گیری گردید. در آزمایش دوم از تعداد ۵ راس از گاوهای شیری هر یک از مناطق فوق از بافت‌های عضله ران، قلب، کبد، کلیه و ریه‌های آنها نمونه‌گیری و عناصر سنگین در بافت‌های فوق اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش اول نشان داد میزان کروم در شیر گاوهای منطقه یک و میزان نیکل در شیر گاوهای منطقه دو به طور معنی‌داری بالاتر از سایر مناطق بود. نتایج آزمایش دوم نشان داد میزان فلزات کروم و نیکل در بافت عضله ناحیه ران گاوهای منطقه یک و میزان کادمیوم در بافت قلب گاوهای منطقه سه به طور معنی‌داری بالاتر از سایر مناطق بود. میزان عناصر آرسنیک و کادمیوم در بافت کلیه و میزان کروم و نیکل در بافت ریه گاوهای هلستاین نیز تحت تاثیر مناطق مختلف قرار گرفت، بطوریکه میزان آرسنیک، کروم و نیکل در منطقه دو، و میزان کادمیوم در منطقه سه بالاتر از سایر مناطق بود. بدون در نظر گرفتن مناطق، بالاترین مقادیر عناصر در بافت‌ها مربوط به غلظت عنصر سرب بود و کبد بیشترین غلظت سرب را نسبت به سایر بافت‌ها داشت.

### واژه‌های کلیدی: بافت‌های بدن، عناصر سنگین، گاو شیری

۱- دانشجوی دوره دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند ایران.

۲- استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳- استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۴- استاد گروه علوم درمانگاهی دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

آلودگی‌های زیست محیطی شامل آلودگی‌های ناشی از فاضلاب‌های شهری و صنعتی، کارخانجات و وسایل نقلیه باعث آلودگی منابع طبیعی از جمله آب‌ها و علوفه‌ها می‌گردند. ورود عناصر سنگین به بدن حیوانات و تجمع آنها باعث افزایش غلظت آنها در تولیدات شده و به زنجیره غذایی انسانی وارد می‌شوند. شیر یک غذای کامل است که شامل پروتئین‌ها، مواد معدنی، چربی‌ها و قندهایی بوده که برای سلامت انسان مهم هستند (Pereira et al., 2012). شیر در پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها مفید می‌باشد که در صورت آلودگی بعثت مصرف بالا در بین افراد جامعه به ویژه کودکان می‌تواند آسیب‌های جبران ناپذیری را موجب گردد. مطالعات نشان داده است در مناطق شهری شهر فیصل آباد پاکستان که مزارع با فاضلاب‌های شهری و صنعتی آبیاری می‌شدند غلظت فلزات سنگین در خاک و گیاهان پرورش یافته در این مناطق بسیار افزایش یافته است، حیواناتی که از علوفه این مزارع استفاده کرده‌اند مقادیر زیادی از فلزات سنگین در شیر و گوشت آنها گزارش شده است (Najam et al., 2015). آلودگی گوشت و سایر بافت‌های خوراکی دام‌ها با فلزات سنگین نیز یک مساله نگران کننده است و بهداشت غذا و سلامتی انسان را تهدید می‌کند زیرا این عناصر بطور طبیعی در بافت‌های خوراکی وجود ندارد و حتی مقادیر بسیار کم آنها نیز می‌تواند عوارض شدیدی ایجاد کند (Korenekova et al., 2002). به عنوان مثال آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان بر اساس شواهدی که در مطالعات انسانی انجام شده است، برخی از فلزات سنگین را برای انسان سرطان‌زا می‌داند و برخی از فلزات برای سیستم‌های حساس و در حال رشد سریع جنین‌ها، نوزادان و کودکان خردسال سمی هستند. سرب و جیوه مخصوصاً می‌توانند به راحتی از جفت عبور کرده و به مغز جنین آسیب برسانند (Series, 2009). دانشمندان علت اصلی آلودگی گوشت و بافت‌های حیوانی را تغذیه آنها از منابع علوفه ای آلوده و یا پرورش آنها در نزدیک مناطق آلوده ذکر کرده‌اند (Korenekova et al., 2002). در مطالعه ای به منظور بررسی ارتباط سرب موجود در شیر خام با سرب موجود در آب شرب میزان سرب موجود در شیر و همچنین آب مصرفی گاوداریهای شهر تهران تعداد ۱۰۰ نمونه شیر خام و ۱۰ نمونه آب مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد میانگین غلظت سرب در شیر خام ۲۶۴ppb بود که با توجه به حد استاندارد کدکس ۲۰۰۷ نشان دهنده آلودگی بیش از حد مجاز تمامی نمونه‌های شیر به سرب می‌باشد (Radmehr et al., 2010). در مطالعه دیگری در شهر کرد میزان سرب و کادمیوم در شیر خام و شیر پاستوریزه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد میانگین غلظت سرب در شیر خام ۶۰,۷۲ppb و در شیر پاستوریزه ۱۳,۵۷ppb بوده است (Bonyadian et al., 2006). برخی مطالعات از تفاوت غلظت سرب در فصل تابستان نسبت به زمستان گزارش داده‌اند که افزایش میزان آن در تابستان را به مصرف بیشتر آب نسبت داده‌اند (Aslam, 2010). مطالعات نشان می‌دهد که در زمان تغذیه دام‌ها با علوفه آغشته به سرب بخش اصلی این فلزات سنگین مستقیماً وارد شیر نمی‌شوند و بدن همانند یک فیلتر بیولوژیک عمل کرده و بخش زیادی از سرب وارد شده جذب نمی‌شود و مقادیر جذب شده نیز ابتدا به استخوان‌ها، کبد و کلیه‌ها منتقل شده و تجمع می‌یابند و سپس از این بافت‌ها به شیر منتقل می‌شوند (Harding, 1995). در مطالعه‌ای وفا و همکاران (Vafa et al., 2018) در گاوداری‌های اطراف شهر مشهد میانگین عنصر سرب در شیر گاوداری‌های سه منطقه را اندازه‌گیری کردند و

میانگین میزان سرب را ۱,۱۳۵، ۰,۷۷۸ و ۰,۱ میلی گرم در لیتر شیر گزارش کردند. همچنین اندازه گیری سرب در شیر گاوها در فصل تابستان و زمستان حاکی از افزایش میزان سرب در فصل تابستان در هر سه منطقه نسبت به فصل زمستان بود (Vafa et al., 2018).

مهمترین منابع کادمیوم که باعث آلوده شدن محیط می شوند خوشبوکننده ها، سوخت های فسیلی، پسماندهای شهری، پلاستیک ها و باتری ها می باشد. حداکثر غلظت مجاز کادمیوم در آب آشامیدنی ۱ میکروگرم در لیتر است. سفره های آب زیر زمینی بندرت دارای کادمیوم بالایی هستند مگر اینکه توسط پسماندهای صنعتی آلوده شوند. نوشیدن آب های دارای مقدار کم کادمیوم نیز باعث تجمع آن در بدن می شود (ATSDR, 2008). در مطالعه ای در ایران و شهر اصفهان غلظت کادمیوم در ماهیچه، کلیه ها و کبد گاوها اندازه گیری شد و نتایج نشان داد که مقدار کادمیوم در بافت های این دامها در بالاترین سطح مورد قبول و توصیه شده توسط اروپا قرار داشت (Rahimi and Rokni, 2008). در مطالعه ای اثرات افزودن سطوح ۰,۲، ۰,۵ و ۱ میلی گرم کادمیوم در کیلوگرم ماده خشک در تغذیه گوساله های پروار در مشهد مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد با افزایش میزان کادمیوم در جیره غلظت کادمیوم در بافتها خصوصا کبد و کلیه افزایش معنی داری نشان داد (Khorashadi Zadeh et al., 2017). در مطالعه ای در منطقه شهرکرد میزان کادمیوم در شیر خام و شیر پاستوریزه مورد اندازه گیری قرار گرفت میزان کادمیوم در شیر خام ۲/۸۷ ppb و در شیر پاستوریزه ۱/۰۳ ppb گزارش شده است (Bonyadian et al., 2006). میزان مجاز کادمیوم در شیر خام بر اساس کدکس ۲۰۰۰، ۰/۰۱ ppm می باشد (Saber and Parviz, 2017).

آلودگی آب های سطحی با آرسنیک نیز بعنوان یکی از مشکلات زندگی امروزی است که بویژه در کشورهای جهان سومی بیشتر مشاهده می شود. این عنصر از طریق مواد خوراکی مانند دانه برنج وارد بدن انسان شده و از طریق کاه برنج آلوده به آرسنیک و استفاده در تغذیه گاوها منجر به آلوده شدن بافتها و اندامها می شود. شیر تولیدی گاوهایی که در بنگلادش از شالیزارهای دارای آرسنیک بالا تغذیه شده بودند، ۰,۱۶ میلی گرم افزایش نشان داد که ۱۲ برابر حد مجاز آرسنیک در شیر است (Sambu and Wilson, 2008).

آکادمی ملی علوم (NRC) مقدار مجاز کروم در غذای روزانه یک فرد بالغ در طی روز را ۵۰ میکروگرم تعیین کرده است (NRC, 1996). نتایج برخی مطالعات نیز نشان می دهد که میانگین غلظت نیکل در شیر گاو و بز به ترتیب ۱۵ و ۱۳,۵ میکروگرم در کیلوگرم بود و مقدار نیکل موجود در کبد حدود ۲۳۱ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده در حالیکه مقدار نیکل موجود در بافت های ماهیچه ای حدود ۳۵۰ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است (Korenekova et al., 2002). کربن فعال، زئولیت و بنتونیت از جمله جاذب های استفاده شده جهت جذب سموم در خوراک دام و طیور می باشند (Huwig et al., 2001). تحقیقات نشان داده است کربن فعال و جاذب های سموم قارچی قادر به جذب فلزات سنگین از جمله کادمیوم می باشند. جاذب هایی مانند بنتونیت و کربن فعال کادمیوم را بخود جذب می کنند. بطور کلی جاذب هایی همانند بنتونیت، کائولن و زغال فعال به دلیل سطح زیاد و ظرفیت بالای جذب کاربرد فراوانی دارند، به طوری که علاوه بر

جاذب سموم قارچی جیره غذایی دام، برای حذف فلزات سمی مانند آرسنیک نیز استفاده می‌شوند ( Hereshberger *et al.*, 1971).

با توجه به موارد مطرح شده هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان عناصر سنگین در شیر و بافت‌های خوراکی بدن گاو های شیری در حال پرورش در مناطق اطراف صنایع بزرگ همانند پتروشیمی، سیمان و فولاد بود تا در حد امکان از پرورش در این مناطق خودداری شده و یا از روش های مناسب جهت کاهش آنها استفاده گردد.

## مواد و روش ها

در آزمایش اول مقدار فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، آرسنیک، کروم و نیکل) در شیر گاوداری‌های استان خراسان شمالی مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور سه منطقه در استان خراسان شمالی در شهرهای بجنورد با مجاورت کارخانه پتروشیمی خراسان و سیمان بجنورد، اسفراین در مجاورت کارخانه فولاد و لوله گستر اسفراین و شیروان بدون مجاورت با صنایع انتخاب شد و در هر منطقه یک واحد گاوداری صنعتی جهت نمونه گیری شیر انتخاب و تعداد ۱۰ راس گاو مورد نمونه‌گیری قرار گرفت. نمونه‌گیری در فصل بهار سال ۹۸ انجام و کلیه نمونه‌های گرفته شده برای اندازه‌گیری عناصر ذکر شده فوق مورد آزمایش قرار گرفتند. ۳۰ راس گاو انتخاب شده در مرحله اول شیردهی بوده و از ابتدای فصل بهار مورد تغذیه در شرایط یکسان قرار گرفته و در پایان هر ماه نمونه‌گیری از شیر انجام گردید. از ظروف پلاستیکی ۵۰ میلی لیتری که در اسید نیتریک ۱۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت غوطه ور شده و سپس با آب دو بار تقطیر آبکشی شده اند جهت نگهداری نمونه ها استفاده گردید. نمونه های گرفته شده از دو وعده شیر دوشی هر راس گاو در آزمایشگاه مخلوط شده و یک نمونه همگن از آنها حاصل شد. در مجموع ۹۰ نمونه گرفته شده (۳ دوره یک ماهه) پس از آماده سازی غلظت فلزات سنگین آنها به روش دانالاکشمی توسط دستگاه پلاسما جفت شده القایی -نشر اتمی (ICP) اندازه گیری شد. نمونه گیری بر اساس روشهای (AOAC, 1990) و اندازه گیری عناصر سنگین با استفاده از دستگاه (ICP) انجام گردید (Dhanalakshmi and Gawdaman, 2013). میزان فلزات سنگین در اقلام خوراکی و آب مورد استفاده در این آزمایش اندازه‌گیری در جدول زیر آورده شده است.

میزان فلزات سنگین در اقلام خوراکی و آب (میلی گرم در کیلوگرم)

The amount of heavy metals in feed and water (mg/kg)

مورد Item	سرب Pb	نیکل Ni	کروم Cr	کادمیوم Cd	آرسنیک As
کنسانتره concentrate	1/953±0/1253	8/740±0/0294	1/770±0/0047	0/0313±0/001	1/4267±0/139
سیلاژ ذرت Corn silage	0/2787±0/0394	0/7357±0/0060	1/2467±0/0119	0/0117±0/0014	0/3503±0/0212

یونجه	0/7910±0/0019	1/7603±0/0010	1/0587±0/0385	0/0453±0/0007	0/5313±0/0180
<b>Alfalfa</b>					
آب	0/0147±0/0011	0/0027±0/0005	1/0047±0/0003	0/0±0	0/0053±0/0003
<b>Water</b>					

داده های مربوط به آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مدل آماری طرح بصورت زیر می باشد (SAS, ۲۰۰۹).

$$Y_{ij} = \mu + L_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = متغیر وابسته،  $\mu$  = میانگین کل،  $L_i$  = اثر منطقه، و  $e_{ij}$  = اثر خطای آزمایشی.

در آزمایش دوم میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، آرسنیک، کرم و نیکل) در بافت های بدن گاوهای شیری در استان خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش تعداد ۵ راس از گاوهای کشتار شده در طول فصل بهار (ابتدای آزمایش تا انتهای آزمایش) از هر منطقه و در مجموع ۱۵ راس گاو کشتار شده از همان گاوداری شهرستانهای بجنورد، اسفراین و شیروان مورد نمونه گیری از بافت های داخلی (ریه، کبد، کلیه، قلب و عضله سه سر ران) قرار گرفتند. گاوهای فوق به دلایلی همانند ورم پستان، مشکلات تولید مثلی، تولید پایین و جابجایی شیردان یا عوامل مشابه حذف شده بودند، از هر یک از بافت های ذکر شده به میزان ۱۵ گرم نمونه برداری شد. و در مجموع ۷۵ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت. نمونه گیری از بافت ها بر اساس دستورالعمل (AOAC, 2000) انجام و تمامی نمونه ها در ظروف درپوش دار پلاستیکی در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری و به آزمایشگاه منتقل گردید. ظروف قبل از نمونه گیری به مدت ۲۴ ساعت در محلول ۱۰ درصد اسید نیتریک غوطه ور شده و پس از آبکشی جهت نمونه گیری مورد استفاده قرار گرفت. نمونه ها پس از مراحل هضم و آماده سازی به روش اویماک و همکاران با استفاده از دستگاه پلاسما جفت شده القایی-نشر اتمی (ICP) مقادیر عناصر سنگین آنها اندازه گیری گردید. (Oymac et al., 2017).

داده های مربوط به آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی و با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مدل آماری طرح بصورت زیر خواهد بود (SAS, ۲۰۰۹).

$$Y_{ij} = \mu + L_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = متغیر وابسته،  $\mu$  = میانگین کل،  $L_i$  = اثر مکان، و  $e_{ij}$  = اثر خطای آزمایشی.

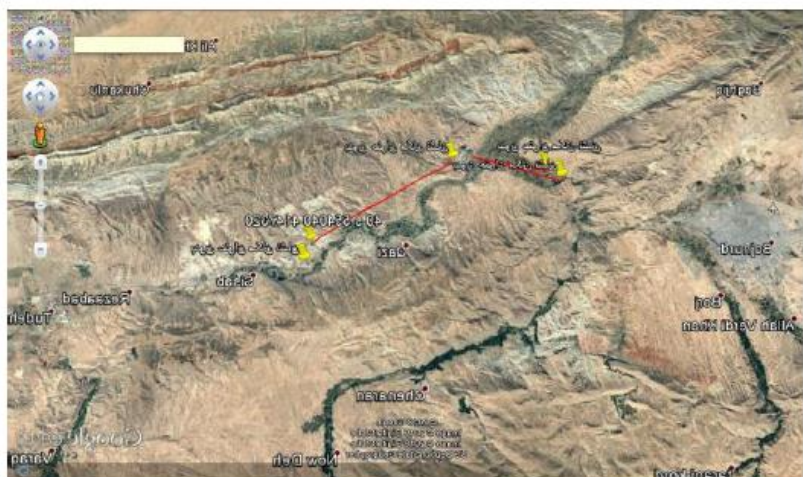
شهرستان شیروان بعنوان منطقه ۱ بدون مجاورت با صنایع، شهرستان اسفراین بعنوان منطقه ۲ با مجاورت کارخانجات فولاد و لوله گستر اسفراین و منطقه ۳ شهرستان بجنورد با مجاورت کارخانجات سیمان و پتروشیمی خراسان نامگذاری شدند.



شیروان منطقه ۱ تیمار شاهد بدون مجاورت با کارخانجات



اسفراین منطقه ۲ در مجاورت کارخانه فولاد و لوله گستر



بجنورد منطقه ۳ در مجاورت کارخانجات پتروشیمی خراسان و سیمان



## نتایج و بحث

مقایسه میانگین تیمارهای مختلف از نظر غلظت عناصر سنگین در شیر گاوها در جدول ۱ گزارش شده است. با توجه به نتایج بدست آمده میزان آرسنیک، کادمیوم و سرب در شیر گاوهای هلشتاین تحت تاثیر مناطق مختلف قرار نگرفت. با این حال میزان کروم و نیکل در شیر گاوهای هلشتاین به طور معنی داری تحت تاثیر مناطق مختلف قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). به طوریکه بیشترین میزان کروم در منطقه ۱ و بیشترین میزان نیکل در منطقه ۲ نسبت به سایر مناطق مشاهده شد. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۹۵ پی پی ام را حداکثر سطح مجاز نیکل در شیر گزارش کردند (ISIRI, 2011). مطابق با نتایج به دست آمده از این آزمایش، پژوهشی بیان کرد که سطوح نیکل در شیر خام گاو جمع‌آوری شده از مناطق آلوده معمولاً بالاتر از آنهایی بود که از مناطق غیرآلوده جمع‌آوری شده بودند (Boudebouz et al., 2021). همچنین سطح نیکل در نمونه‌های شیر خام گاو جمع‌آوری شده از گاوهای پرورش یافته در مجاورت مناطقی که در آن‌ها معدن وجود داشت بیشتر بود (Giri et al., 2020). بعلاوه غلظت فلزات سنگین در شیر حیوانات با افزایش سن آن‌ها افزایش می‌یابد (Najarnezhad et al., 2015). برخلاف نتایج این آزمایش، گاوهای شیردهی که در اطراف واحدهای صنعتی پرورش یافتند غلظت‌های بالاتری سرب و کادمیوم در شیر آن‌ها وجود داشت، این افزایش غلظت فلزات سنگین با غلظت‌های بالاتر این آلاینده‌های سمی در علوفه و خاک مرتبط بود (Boudebouz et al., 2021). دلیل وجود تفاوت معنی‌دار نیکل و کروم در مناطق مختلف ممکن است به این دلیل باشد که، فلزات سنگین موجود در شیر ممکن است از ظروف شیر، در طی فرآوری، از طریق آب آلوده مورد استفاده برای کشاورزی، خوراک دام و محیط اطراف حیوانات تولیدکننده شیر به دست بیایند (Zain et al., 2016). با این حال، درجه آلودگی فلزات سنگین ثابت نیست و بسته به مسیرهای مواجهه، شرایط محیطی، تغذیه حیوان، مرحله شیردهی و نژاد حیوان متفاوت است (Bousbia et al., 2019 Safaei et al., 2021).

جدول ۱- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف از نظر غلظت عناصر سنگین در شیر گاوها (میلی گرم/کیلوگرم)

**Table 1-** Comparison of the average of different treatments in terms of the concentration of heavy metals in milk of cows (mg/kg)

	آرسنیک AS	کادمیم Cd	کروم Cr	نیکل Ni	سرب Pb
منطقه یک Area1	0.018	0.0005	0.037 <sup>a</sup>	0.005 <sup>b</sup>	0.074
منطقه دو Area2	0.021	0	0.025 <sup>b</sup>	0.006 <sup>a</sup>	0.075
منطقه ۳ Area3	0.022	0.0014	0.025 <sup>b</sup>	0.004 <sup>b</sup>	0.076

SEM	0.3808	0.2808	0.0004	0.0001	0.9326
P- value	0.0006	0.0006	0.0022	0.0003	0.0028

<sup>1</sup> میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). ۱- منطقه ۱ (شیروان) ۲- منطقه ۲ (اسفراین) ۳- منطقه ۳ (بجنورد)

<sup>1</sup>Means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ). 1- Area 1 (Shirvan) 2- Area 2 (Esfrain) 3- Area 3 (Bojnoord)

میزان فلزات سنگین موجود در بافت قلب گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف در جدول ۲ گزارش شده است. با توجه به نتایج به دست آمده میزان آرسنیک، کروم، کادمیوم، نیکل و سرب در هیچ یک از مناطق (شیروان، اسفراین و بجنورد) در بافت قلب از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

مطابق با نتایج این آزمایش، در تحقیقی که به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، نیکل و سرب) در قلب گاو، گوسفند و مرغ در کشور عراق صورت گرفت میزان هیچ یک از فلزات سنگین در قلب معنی‌دار نبود اما از لحاظ عددی بیشترین میزان کادمیم در قلب گاو مشاهده شد (Al-Zuhairi *et al.*, 2015). بعلاوه مطالعه‌ای به منظور ارزیابی غلظت فلزات سنگین (سرب، کروم و نیکل) در قلب گاو از کشتارگاه منتخب در کشور نیجریه انجام شد نتایج نشان داد که غلظت فلزات تفاوت معنی‌داری نداشت (Omede *et al.*, 2018). همچنین در پژوهش دیگری به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین (کروم، نیکل و سرب) در بافت قلب گاو، گوسفند، گاو میش، بز و مرغ در کشور پاکستان انجام شد، نتایج نشان داد که میزان اندازه گیری شده فلزات سنگین در بافت قلب از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (Abdel-Salam *et al.*, 2013). بیان شده است که حیواناتی که رها هستند و آزادانه چرا می‌کنند غلظت بالایی از فلزات سمی را در اندام‌های خود جمع می‌کنند (Omede *et al.*, 2018).

جدول ۲- میزان فلزات سنگین موجود در بافت قلب گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف (میلی گرم/کیلوگرم)

**Table 2-** The amount of heavy metals in the heart tissue of Holstein cows in different areas (mg/kg) <sup>1</sup>

مورد Item	مناطق مختلف Different areas			SEM	P- value
	1	2	3		
آرسنیک AS	0.051	0.047	0.063	0.013	0.69
کادمیم Cd	0.015	0.013	0.022	0.003	0.09
کروم Cr	0.196	0.190	0.066	0.107	0.64
نیکل Ni	0.042	0.042	0.054	0.008	0.55
سرب Pb	0.142	0.092	0.129	0.048	0.76

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). ۱- منطقه ۱ (شیروان)  
۲- منطقه ۲ (اسفراین) ۳- منطقه ۳ (بجنورد)

<sup>1</sup>Means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ). 1- Area 1 (Shirvan) 2- Area 2 (Esfrain) 3- Area 3 (Bojnoord)

میزان فلزات سنگین موجود در بافت کلیه گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج نشان داد میزان کروم، نیکل و سرب در بافت کلیه گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف تحت تاثیر قرار نگرفت. اما میزان آرسنیک و کادمیوم در بافت کلیه به طور معنی‌داری در مناطق مختلف (شیروان، اسفراین و بجنورد) تحت تاثیر قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). به طوریکه کمترین میزان آرسنیک بافت کلیه در منطقه ۱ و بیشترین آن در منطقه ۲ مشاهده شد و منطقه ۳ بیشترین میزان کادمیوم در بافت کلیه را نسبت به دو منطقه دیگر به خود اختصاص داد. تجمع آرسنیک در حیوانات به نوع غذایی که مصرف می‌کنند متفاوت است (Abdel-Salam *et al.*, 2013). غلظت کادمیوم در خوراک می‌تواند بر غلظت کادمیوم در بافت‌های حیوانی تأثیر بگذارد (Momodu *et al.*, 2019). در مطالعه‌ای که بر میزان غلظت فلزات سنگین در خوراک مصرفی از ۷۲ گاو از ۱۸ مزرعه در طول چهار فصل جمع‌آوری شد نتایج نشان داد که محتوای کادمیم کلیه به طور قابل توجهی بالاتر بود (Hashemi *et al.*, 2018). از طرفی مشخص شده است که کادمیوم به آسانی توسط گیاهان از خاک جذب شده و به طور غیرمستقیم از طریق گیاه به حیوانات منتقل می‌شود (Hashemi *et al.*, 2018). همچنین غلظت کادمیوم در مناطق کشاورزی می‌تواند تحت تأثیر کود فسفات و آفت کش‌ها قرار گیرد (Radha *et al.*, 2014). که علت غلظت بالای کادمیوم در کلیه ممکن است به این دلیل باشد که کلیه عملکرد دفعی را انجام می‌دهد و مواد سمی برای دفع از بافت‌های بدن به کلیه منتقل می‌شوند (Hashemi *et al.*, 2018) در نتیجه کادمیوم در بافت کلیه تجمع پیدا می‌کند.

جدول ۳- میزان فلزات سنگین موجود در بافت کلیه گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف (میلی گرم/کیلوگرم)

**Table 3-** The amount of heavy metals in the kidney tissue of Holstein cows in different areas <sup>1</sup>

مورد Item	مناطق مختلف Different areas			SEM	P- value
	1	2	3		
آرسنیک AS	0.014 <sup>b</sup>	0.075 <sup>a</sup>	0.047 <sup>ab</sup>	0.017	0.07
کادمیم Cd	0.161 <sup>b</sup>	0.090 <sup>b</sup>	0.499 <sup>a</sup>	0.088	0.01
کروم Cr	0.036	0.026	0.056	0.014	0.35
نیکل Ni	0.046	0.040	0.045	0.007	0.79
سرب Pb	0.221	0.201	0.211	0.063	0.98

<sup>1</sup>میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). ۱- منطقه ۱ (شیروان) ۲- منطقه ۲ (اسفراین) ۳- منطقه ۳ (بجنورد)

<sup>1</sup>Means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ). 1- Area 1 (Shirvan) 2- Area 2 (Esfrain) 3- Area 3 (Bojnoord)

میزان فلزات سنگین موجود در بافت کبد گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف در جدول ۴ گزارش شده است. با توجه به نتایج بدست آمده میزان آرسنیک، کادمیوم، کروم و سرب در بافت کبد گاوهای هلشتاین تحت تاثیر مناطق مختلف قرار نگرفت.

با این حال میزان نیکل موجود در بافت کبد به طور معنی داری تحت تاثیر مناطق مختلف قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). به طوریکه کمترین میزان کادمیوم و نیکل بافت کبد گاوهای هلشتاین در منطقه ۲ مشاهده شده اما بیشترین میزان کادمیوم در منطقه ۳ و بیشترین میزان نیکل در منطقه ۱ مشاهده گردید.

کبد یکی از اندام های اصلی مورد استفاده برای ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در حیوانات است که احتمالاً به دلیل نقش آن در سم زدایی از سمومی مانند فلزات سنگین است (Ubwa *et al.*, 2017). همچنین بالا و همکاران (۲۰۱۴) و آکان و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که فلزات سنگین در کبد بیش از هر عضوی از بدن تجمع می یابند (Akan *et al.*, 2010); در مطالعه ای نشان داده شد که میزان کادمیوم در بافت کبد در گاو از نظر آماری معنی دار بود (Akan *et al.*, 2010).

جدول ۴- میزان فلزات سنگین موجود در بافت کبد گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف (میلی گرم/کیلوگرم)

Table 4- The amount of heavy metals in the liver tissue of Holstein cows in different areas <sup>1</sup>

مورد Item	مناطق مختلف Different areas			SEM	P- value
	1	2	3		
آرسنیک AS	0.147	0.136	0.066	0.042	0.36
کادمیوم Cd	0.021	0.011	0.045	0.009	0.06
کروم Cr	0.091	0.154	0.089	0.024	0.13
نیکل Ni	0.118 <sup>a</sup>	0.038 <sup>b</sup>	0.094 <sup>ab</sup>	0.018	0.02
سرب Pb	0.250	0.136	0.280	0.068	0.32

<sup>1</sup> میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ( $P < 0.05$ ). ۱- منطقه ۱ (شیروان) ۲- منطقه ۲ (اسفراین) ۳- منطقه ۳ (بجنورد)

<sup>1</sup>Means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ). 1- Area 1 (Shirvan) 2- Area 2 (Esfrain) 3- Area 3 (Bojnoord)

میزان فلزات سنگین موجود در بافت ریه گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف در جدول ۵ گزارش شده است. با توجه به نتایج بدست آمده میزان آرسنیک، کادمیوم و سرب در بافت شش در مناطق مختلف اختلاف معنی داری نداشت. با این حال میزان کروم و نیکل در بافت ریه گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف به طور معنی داری تحت تاثیر قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). به طوریکه بیشترین میزان کروم و نیکل در منطقه ۲ مشاهده گردید و کمترین میزان کروم، در بافت ریه را منطقه ۳ و منطقه ۱ و ۳ کمترین میزان نیکل را به خود اختصاص داد. مطابق با نتایج ما، در پژوهشی که به منظور ارزیابی غلظت فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) در ریه گاو از کشتارگاه منتخب در کشور نیجریه انجام شد غلظت فلزات تفاوت معنی داری باهم نداشت که این ممکن است به دلیل سطح پایین صنعتی شدن در این بخش از کشور باشد که حیوانات در آن پرورش می یابند (Giri *et al.*, 2020). همچنین در مطالعه ای که در مورد تعیین غلظت فلزات سنگین کروم، کادمیوم، سرب، نیکل، مس، روی، منگنز در اندام های داخلی و ماهیچه های مختلف گاوهای سیاه و سفید لیتوانیایی و گاوهای هم نژاد بود، نتایج نشان داد که غلظت یون فلزات سنگین در ریه تفاوت معنی داری داشت به طوریکه بیشترین غلظت کروم مربوط به ریه ها بود و تمایل به افزایش غلظت نیکل در ریه ها مشاهده شد. (Jukna *et al.*, 2006). از طرفی مومودو و اوبیانجی (۲۰۱۹) در تعیین محتوای فلزات

سنگین در گوشت گاو مشاهده کردند که میزان فلزات سنگین در بافت مورد آزمایش در مناطق صنعتی بیشتر از همان اندام ها برای مناطق روستایی بود (۱۳).

جدول ۵- میزان فلزات سنگین موجود در بافت ریه گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف (میلی گرم/کیلوگرم)

Table 5- The amount of heavy metals in the lung tissue of Holstein cows in different areas <sup>1</sup>

مورد Item	مناطق مختلف Different areas			SEM	P- value
	1	2	3		
آرسنیک AS	0.063	0.052	0.060	0.019	0.92
کادمیم Cd	0.027	0.018	0.010	0.008	0.41
کروم Cr	0.162 <sup>ab</sup>	0.221 <sup>a</sup>	0.083 <sup>b</sup>	0.029	0.02
نیکل Ni	0.079 <sup>b</sup>	0.206 <sup>a</sup>	0.029 <sup>b</sup>	0.036	0.01
سرب Pb	0.130	0.414	0.067	0.144	0.023

<sup>1</sup>میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). ۱- منطقه ۱ (شیروان) ۲- منطقه ۲ (اسفراین) ۳- منطقه ۳ (بجنورد)

<sup>1</sup>Means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ). 1- Area 1 (Shirvan) 2- Area 2 (Esfrain) 3- Area 3 (Bojnoord)

میزان فلزات سنگین موجود در بافت عضله ران گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف در جدول ۶ گزارش شده است. میزان فلزات آرسنیک، کادمیم و سرب در بافت عضله ران گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار نگرفت. با این حال میزان کروم و نیکل در بافت عضله ران به طور معنی‌داری در مناطق مختلف تحت تاثیر قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). به طوریکه منطقه ۱ نسبت به مناطق ۲ و ۳ دارای میزان کروم بالاتری بود. میزان نیکل نیز در منطقه ۲ بالاتر از سایر مناطق و دارای اختلاف معنی‌داری با مناطق ۱ و ۳ بود ( $P < 0.05$ ). در مطالعه کورنکووا و همکاران (۲۰۰۲)، غلظت نیکل در ماهیچه گاوهای پرورش یافته در مجاورت یک واحد صنعتی از سه منطقه در اسلواکی بین ۰،۱۵ و ۰،۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (Korenekova et al., 2002)، مقادیر فوق در مطالعه حاضر بین ۰،۰۲ تا ۰،۲ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین یافته‌های تکونوو و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که کروم از طیف گسترده‌ای از منابع طبیعی و انسانی وارد منابع‌های مختلف محیطی (هوا، آب و خاک) می‌شود که بیشترین انتشار آن از مؤسسات صنعتی است (Tchounwou et al., 2012). زمانیکه فلزات سنگین در هوا، خوراک و آب دام‌ها وجود داشته باشد در نهایت در بافت آنها تجمع می‌یابد (Okareh et al., 2015). ممکن است دلیل غلظت بالای کروم (mg/kg) در بافت نمونه‌برداری شده این باشد که گاو اخیراً در اثر فعالیت‌های انسانی در معرض خوراک آلوده به کروم یا محیط‌های آلوده به کروم قرار گرفته باشند (Sabuwa et al., 2020).

جدول ۶- میزان فلزات سنگین موجود در بافت عضله ران گاوهای هلشتاین در مناطق مختلف (میلی گرم/کیلوگرم)

**Table 6-** The amount of heavy metals in the muscle tissue of Holstein cows in different areas (mg/kg)<sup>1</sup>

مورد Item	مناطق مختلف Different areas			SEM	P- value
	1	2	3		
آرسنیک AS	0.045	0.041	0.051	0.013	0.85
کادمیم Cd	0.030	0.016	0.018	0.009	0.55
کروم Cr	0.189 <sup>a</sup>	0.110 <sup>b</sup>	0.064 <sup>b</sup>	0.021	< 0.01
نیکل Ni	0.182 <sup>a</sup>	0.055 <sup>b</sup>	0.060 <sup>b</sup>	0.022	< 0.01
سرب Pb	0.133	0.138	0.230	0.049	0.33

<sup>1</sup>میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ). ۱- منطقه ۱ (شیروان) ۲- منطقه ۲ (اسفراین) ۳- منطقه ۳ (بجنورد)

<sup>1</sup>Means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ). 1- Area 1 (Shirvan) 2- Area 2 (Esfrain) 3- Area 3 (Bojnoord)

حداکثر سطوح مختلف فلزات سنگین در خوراک دام بر اساس استاندارد اعلام شده توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران آرسنیک ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم، کادمیم ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و سرب ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (ISIRI, 2009). قابل ذکر است که گاوهای شیری بیشتر مستعد تجمع کادمیم و سرب هستند. (Hejna et al., 2018). رویدادهای طبیعی و فعالیتهای انسانی به انتشار آلاینده‌ها، به ویژه فلزات سنگین، در محیط در طول سال‌ها کمک می‌کنند. بنابراین، این امر منجر به تقاضا برای به حداقل رساندن اثرات مضر فلزات سنگین سمی می‌شود و استفاده از ترکیبات جاذب مانند: پلیمری، معدنی طبیعی، محصول فرعی صنعتی و جاذب نانومواد کربنی به عنوان جاذب مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zaimee et al., 2021).

## نتیجه گیری کلی

وجود آلاینده‌های معدنی مانند یون‌های فلزی در اکوسیستم باعث ایجاد یک مشکل زیست محیطی بزرگ می‌شود. اگر چه مقادیر عناصر سنگین در بسیاری از موارد بین مناطق بررسی شده اختلاف معنی‌داری نداشت اما مقادیر آنها بیشتر از مقادیر استاندارد گزارش شده برای آن عناصر سنگین در محصولاتی همانند شیر بود، در خصوص غلظت عناصر در بافت‌ها بدون در نظر گرفتن مناطق، بالاترین مقادیر عناصر در بافت‌ها مربوط به غلظت عنصر سرب بود و کبد بیشترین غلظت سرب را نسبت به سایر بافت‌ها داشت. با توجه به تهدیدات متعدد فلزات سنگین در محیط زیست، کاهش حضور این فلزات سمی در محیط بسیار مهم است. لذا استفاده از ترکیباتی همانند جاذب‌ها برای کاهش غلظت این عناصر در محصولات دامی می‌تواند بعنوان راهکار پیشنهاد و مورد بررسی قرار گیرد.

## References

1. Abdel-Salam, N.M., Ahmed, S., Basir, A., Rais, A.K., Bibi, A., Ullah, R., Shad, A. A., Muhammad, Z., & Hussain, I. (2013). Distribution of heavy metals in the liver, kidney, heart, pancreas and meat of cow, buffalo, goat, sheep and chicken from Kohat market Pakistan. *Life Science Journal, Jan;10(7s)*,937-40.
2. Akan, J.C., Abdulrahman, F.I., Sodipo, O.A., & Chiroma, Y.A. (2010). Distribution of heavy metals in the liver, kidney and meat of beef, mutton, caprine and chicken from Kasuwan Shanu market in Maiduguri Metropolis, Borno State, Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2(8),743-748.
3. Al-Zuhairi, W.S., Farhan, M.A., & Ahemd, M.A. (2015). Determine of heavy metals in the heart, kidney and meat of beef, mutton and chicken from Baquba and Howaydir market in Baquba, Diyala Province, Iraq.*International Journal of Recent Scientific Research*, 6(8),5965-5967.
4. Aslam, B. (2010). Determination of heavy metal residues in the milk and meat of cattle and goat. Faculty of veterinary sciences, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan, 128p.
5. Association of Official Analytical Chemists. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed.
6. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), (2000). Toxicological Profile for Chromium. US Department of Human and Health Services. USA.
7. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), (2008). Cadmium Toxicity where is Cadmium Found? Case Studies in Environmental Medicine (CSEM
8. Bala, A., Suleiman, N., Junaidu, A.U., Salihu, M.D., Ifende, V.I., Saulawa, M.A., Magaji, A.A., Faleke, O. O., & Anzaku, S.A. (2014). Detection of Lead (Pb), Cadmium (Cd), Chromium (Cr) Nickel (Ni) and Magnesium Residue in Kidney and Liver of Slaughtered Cattle in Sokoto Central Abattoir, Sokoto State, Nigeria. *International Journal of Livestock Research*, 4(1), 74-80.
9. Bonyadian, M., Moshtaghi, H., & Soltani, Z. (2006). Study on the residual of Lead and cadmium in raw and pasteurized milks in Shahrekord area. *Iranian Veterinaria Hungarica*, 43,3-43.
10. Boudebouz, A., Boudalia, S., Bousbia, A., Habila, S., Boussadia, M.I., & Gueroui, Y. (2021). Heavy metals levels in raw cow milk and health risk assessment across the globe, A systematic review. *Science of the total Environment*, 751,141830.
11. Bousbia, A., Boudalia, S., Gueroui, Y., Ghebache, R., Amrouchi, M., Belase, B., Meguelati, S., Belkheir, B., Benidir, M., & Chelaghmia, M.L. (2019). Heavy metals concentrations in raw cow milk produced in the different livestock farming types in Guelma Province (Algeria), contamination and risk assessment of consumption. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 29(2).
12. Chang, X. & Mowat, D. N. (1992). Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *Journal of Animal Science*, 70, 559-565.

13. Codex alimentarius commission. (2000). Evaluation of certain food additives and contaminations. Report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives Geneva. Switzerland, Pp, 90-120.
14. Codex alimentarius commission. (2007). Evaluation of certain food additives and contaminations. Report of the 35th Session of codex committee on food additives and contaminants. Arusha, Tanzania,
15. Dhanalakshmi, B. & Gawdaman, G. (2013). Determination of heavy metal in goat milk through ICP-OES. *Asian J. Dairy & Food Res.*,32(3),186-190.
16. Ghafoor, A. & Rasool, I. (1999). Zinc, Copper, Iron and Manganese in soils at different canal and water course sections in rice-wheat cropping zone. *International Journal of Agriculture Biology*, 1, 218-221.
17. Giri, S., & Singh, A.K. (2020). Human health risk assessment due to metals in cow's milk from Singhbhum copper and iron mining areas, India. *Journal of food science and technology*, 57(4),1415-1420. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141830>
18. Goyer, R. (1991). Toxic Effects of Metals, In: Casarett and Doull's Toxicology, 4th Ed. Pergamon Press, New York, Pp, 623-628.
19. Harding, F. (1995). Milk quality. Springer Technology & Industrial. Translated by: Karim, G., Dayyani, A. & Khaliji, A. H., University of Tehran press, Pp, 177-179.
20. Hashemi, M., (2018). Heavy metal concentrations in bovine tissues (muscle, liver and kidney) and their relationship with heavy metal contents in consumed feed. *Ecotoxicology and environmental safety*, 154,263-267. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12416>.
21. Hejna, M., Gottardo, D., Baldi, A., Dell'Orto, V., Cheli, F., Zaninelli, M. & Rossi, L., 2018. Nutritional ecology of heavy metals. *Animal*, 12(10), pp.2156-2170.
22. Hereshberger, T.V., Wilson, L. L., Chase, L.E., Rugh, M.C., & Valera-Alvaers, H. (1971). Effect of activated carbon on lamb performance and rumen parameters, *Journal of dairy science*, 54(5), 693-695.
23. Husain, A., Rashdan, A., Awadhi, A., Mahgoub, B. & Amiri, A. (1996). Toxic metals in food products originating from locally reared animals in kuwait. *Bulletin of environment contamination and toxicology*, Pp, 549-555.
24. Huwig, A., Freimund, S., Kappeli, O. and Dutler, H. (2001). Mycotoxin detoxification of animal feed by different adsorbants. *Toxicology letters*, 122(2), 17-188.
25. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2011). Food & Feed-Maximum limit of heavy metals. ISIRI No. 12968.Karaj: ISIRI.
26. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2009). Animal Feed stuffs- Animal feed concentrate- Specifications. ISIRI No. 3774.Karaj: ISIRI.
27. Jukna, C., Jukna, V., & Siugzdaite, J. (2006). Determination of heavy metals in viscera and muscles of cattle. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 9(1),35-41.
28. Khorashadi Zadeh, M. A., Valizadeh, R., & Naserian, A. A. (2017). The effect of long-term dietary cadmium chloride on cadmium concentration in tissues, urine and feces and concentration of iron, zinc and copper in tissues in Holstein male calves, *animal production research animal science university of gilan*, 2, 1-11. (In Persian)
29. Korenekova, B., Skalická, M., & Nad, P. (2002). Concentration of some heavy metals in cattle reared in the vicinity of a metallurgic industry. *Veterinarski arhiv*, 72(5),259-268.



30. Momodu, D., & Oyebanji, A. (2019). Determination of Heavy Metals in Selected Tissues and Organs of Cattle from Central Abattoir in Ado-Ekiti, Akure and Owena. *Asian Journal of Applied Chemistry Research*, (4),1-7.
31. Najam, S., R. Nawaz, N. Ehsan, M.M. Khan &M.H. Nawaz.( 2015). Heavy metals contamination of soils and vegetables irrigation with municipal wastewater: A case study of Faisalabad, Pakistan. *Journal of Environmental & Agricultural Sciences*. 4:6-10.
32. Najarnezhad, V., Jalilzadeh-Amin, G., Anassori, E., & Zeinali, V. (2015). Lead and cadmium in raw buffalo, cow and ewe milk from west Azerbaijan, Iran. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 3;8(2),123-7.
33. [NRC. \(1996\). Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. Natl. Acad. Press. Washington. DC.](#)
34. Okareh, O.T. (2015). Determination of Heavy Metals in Selected Tissues and Organs of Slaughtered Cattle from Akinyele Central Abattoir, Ibadan. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 5(11),124–9.
35. Omede, S.N., & Ichado, A. S. (2018). Assessment of Heavy Metals in the Lungs, Hearts and Muscles of Cow from Abattoirs in Anyigba, Ejule and Ankpa. *International Journal for Advance Research and Development*. 3(2),233-8.
36. Oymak, T., Ulusoy, H., Hastaoğlu, E., Yılmaz, V., Yıldırım. Ş. (2017). Some Heavy Metal Contents of Various Slaughtered Cattle Tissues in Sivas-Turkey, *JOTCSA*. 2017; 4(3), 721-728.
37. Pereira, M. C. S., Brumano, L. P., Kamiyama, C. M., Pereira, J. P. F., Rodarte, M. P., & de Oliveira Pinto, M. A. (2012). Lácteos com baixo teor de lactose: uma necessidade para portadores de má digestão da lactose e um nicho de mercado. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 67(389), 57-65.
38. Radha, R.V., Kumutha, K., & Marimuthu, P. 2014. Assessment of Cadmium Contamination of Soils in Sewage Disposal Areas of Coimbatore District, Tamil Nadu, India. *Current World Environment*. Aug 1;9(2),379.
39. Radmehr , B., Nematparvar, M., Farhoodi Moghadam. M., & Khoshnevis, M. (2010). Correlation between Lead Concentration in Produced Milk and Drinking Water in a few Dairy Farms of Tehran Province, *Journal of Clinical Research*, 1, 49-56. (In Persian)
40. Rahimi, E. & Rokni, N. (2008). Measurement of cadmium residues in muscle, liver and kidney of cattle slaughtered in Isfahan abattoir using grafite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS), A preliminary study. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 9, 174-177.
41. Rey-Crespo, F., Miranda, M., & López-Alonso, M. (2013). Essential trace and toxic element concentrations in organic and conventional milk in NW Spain. *Food and Chemical Toxicology*. May 1;55,513-8.
42. Rosas, I., Belmont, R., Armineta, A. & Baez, A. (1999) Arsenic concentration in water, soil milk and forage in ComaracaLagunera, Mexico. *Water, Air and Soil Pollution*, 112, 133-149.
43. Saber, R. &Parviz, A., (2017). Survey on the amount of cadmium in milk and its correlation with milk production in dairy farms of Tabriz area. *Veterinary Clinical Pathology The Quarterly Scientific Journal*, 10(4 (40) Winter), pp.315-325.

44. Sabuwa, A.M. & Nafarnda, W. D. (2020). Determination of Concentration of Some Heavy Metals in Tissues of Cattle Slaughtered From Southern Agricultural Zone of Nasarawa State, Nigeria.
45. Safaei, P., Seilani, F., Eslami, F., Sajedi, S. R., & Mohajer, A. (2021). Determination of essential nutrients and heavy metal content of raw cow's milk from East Azerbaijan province, Iran. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. Nov 14;101(14),2368-78.
46. Sambu, S. & Wilson, R. (2008). Arsenic in food and water- a brief history. *Toxicology and Industrial Health*, 24, 217-226.
47. Series, T.F., 2009. Mercury, lead, cadmium, tin and arsenic in food. *Food Safety*, 1, pp.1-13.
48. Statistical Analysis System. (2009). Users Guide: Statistics, Version 9.2. SAS Institute, Cary, NC, USA.
49. Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. In *Molecular, clinical and environmental toxicology* (pp. 133-164). Springer, Basel.
50. Tibulca, D., Jimborean, M., & Salagean, D.C. (2012). Variation of heavy metal content from raw milk according to season. *University of Craiova*, 17,401-406.
51. Ubwa, S.T., Ejiga, R., Okoye, P. A., & Amua, Q. M. (2017). Assessment of heavy metals in the blood and some selected entrails of cows, goat and pigs slaughtered at Wurukum Abattoir, Makurdi-Nigeria. *Advan Anal Chem*, 7(1),7-12.
52. Vafa, T., Khorashadi Zadeh, M. A., & Valizadeh, R. (2018). Studying the Lead concentration in raw milk of dairy farm in mashhad. *The international conference on agricultural science on medicinal plants & traditional medicine*. Payam Noor University of Khorasan Razavi. (In Persian)
53. Watarai, S., Tana, & Koiwa, M. (2008). Feeding activated charcoal from bark containing wood vinegar liquid (Nekka-Rich) is effective as treatment for cryptosporidiosis in calves. *J Dairy Sci*, 91,1458-1463. DOI: 10.3168/jds.2007-0406
54. Zaimee, M.Z.A., Sarjadi, M.S. & Rahman, M.L., 2021. Heavy metals removal from water by efficient adsorbents. *Water*, 13(19), p.2659.
55. Zain, S.M., Behkami, S., Bakirdere, S., & Koki, I. B. (2016). Milk authentication and discrimination via metal content clustering – a case of comparing milk from Malaysia and selected countries of the world. *Food Control* 66, 306–314.

**Investigating the residual heavy metals lead, cadmium, chromium, arsenic and nickel in milk and body tissues of Holstien dairy cows**

Ahmad Davtalabzarghi , Moslem Bashtani , Abbasali Naserian , Mehrdad Mohri

- 1-Ph.D. Student, Department of Animal Science, Birjand University. Birjand. Iran.
- 2- Professor, Department of Animal Science, Birjand University. Birjand. Iran.
- 3- Professor, Department of Animal Science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran
- 4 - Professor, Department of Veterinary Science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

**Introduction** Environmental pollution, including pollution caused by urban and industrial sewage, factories and vehicles, causes pollution of natural resources in the environment, including water and fodder. The entry of these elements into the body of animals and their accumulation increases their concentration in products and enters the human food chain. Contamination of milk, meat and other edible tissues of animals with heavy metals is also a worrying issue and threatens food hygiene and human health because these elements are not naturally present in edible tissues and even very small amounts of them can cause severe side effects. Scientists have mentioned the main cause of contamination of meat and animal tissues is feeding them from contaminated fodder sources or rearing them near contaminated areas. In the studies conducted in different countries, the amounts of heavy elements were more than allowed.

**Material and methods** In order to investigate the amounts of heavy metals including lead, cadmium, chromium, arsenic and nickel in milk and body tissues of dairy cows in North Khorasan province, two experiments were conducted in three regions and the amounts of heavy metals in milk and body tissues of dairy cows using the device Inductively coupled plasma-atomic diffusion (ICP) was measured, and studied.

In the first experiment, three dairy cattle farms were selected in three regions, two farms were located in two regions at equal distances from large industries, and the third region was selected as a control region far from large industries. In each of the farms, 10 dairy cows (5 first lactation and 5 second lactation and above) was sampled and the amounts of elements were measured. In the second experiment, muscle, heart, liver, kidney and lung tissues were sampled from 5 dairy cows from each region that were removed and sent to the slaughterhouse for reasons such as mastitis and reproductive problems. Heavy metals, including lead, cadmium, chromium, arsenic and nickel, were measured in the tissues by an inductively coupled atomic diffusion plasma (ICP) device.

**Result and discussion** The results of the first experiment showed that the amount of arsenic, cadmium and lead in the milk of Holstein cows was not affected by different regions. However, the amount of chromium and nickel in the milk of Holstein cows was significantly affected by different regions. Also, the amount of arsenic, cadmium, nickel and lead in the milk of Holstein cows was not affected by age and the interaction of region and age. But the amount of chromium was affected by age and the interaction of region and age. The amount of arsenic, cadmium and lead metals in the thigh muscle tissue of

Holstein cows in different regions was not significantly affected by regions. However, the amount of chromium and nickel in the thigh muscle tissue was significantly affected in different areas. The amount of arsenic, chromium, nickel and lead in the heart tissue was not significant in any of the regions (Shirvan, Esfrayen and Bojnoord). The amount of cadmium in the heart tissue of Holstein cows was significantly affected by different regions. Thus, the highest amount of cadmium in heart tissue was observed in Bojnord region and the lowest in Esfrayen region. The amount of chromium, nickel and lead in the tissue of all Holstein cows in different regions was not affected. However, the amount of arsenic and cadmium in the kidney tissue was significantly affected in different areas (Shirvan, Esfrayen and Bojnoord). Based on the obtained results, there was no significant difference in the amount of arsenic, cadmium and lead in lung tissue in different regions. However, the amount of chromium and nickel in the lung tissue of Holstein cows was significantly affected in different regions. Chromium enters various environmental sources (air, water and soil) from a wide range of natural and human sources, the most of which is emitted from industrial activities. When heavy metals are present in the air, feed and water of animals, they eventually accumulate in their tissues.

**Conclusion:** Although the amounts of heavy metals in many cases were not significantly different between the investigated areas, but their amounts were higher than the standard values reported for those heavy metals in products such as milk, Regarding the concentration of elements in tissues regardless of their regions and distance, the highest values of elements in tissues were related to the concentration of lead element and the liver had the highest concentration of lead compared to other tissues. so the use of compounds such as absorbents to reduce the concentration of these metals in dairy cattle products can be suggested and considered as a solution.

**key words:** Body tissues, Dairy cows, Heavy metals.