



نشریه آموزشی - پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی

شماره ۱۹، تابستان ۱۳۹۵

ص:ص: ۶۲~۵۳

تعیین وضعیت عناصر سنگین موجود در پشم گوسفندی و موی گاوی اطراف شهرک تخصصی روی در استان زنجان

• محمد حسین نعمتی (نویسنده مسئول)

عضو هیات علمی و رئیس بخش تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان

• سید سعید موسوی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی زنجان

• کاوه احمدی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی زنجان

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۲۴-۳۳۳۲۷۲۵۰

Email: nemati.mh1354@gmail.com

چکیده:

این تحقیق به منظور بررسی تجمع عناصر سنگین در پشم گوسفند و موی گاو در اطراف شهرک تخصصی روی استان زنجان انجام شد. از پشم و مو دام‌ها به تعداد ۱۰ نمونه از هر بافت در هر یک از چهار جهت جغرافیایی (شمال، شرق، جنوب، غرب) نمونه‌گیری به عمل آمد. به منظور مقایسه وضعیت موجود در منطقه مورد مطالعه با مناطق غیر آلوده، منطقه شاهد نیز در نظر گرفته شد. در این آزمایش برای هضم مواد آلی از روش خاکستر خشک و برای اندازه‌گیری عناصر مس، روی از دستگاه جذب اتمی و برای سرب و کادمیوم از کوره گرافیتی استفاده شد. نتایج نشان داد تجمع عناصر مس و روی در پشم گوسفندی و موی گاوی تفاوت معنی‌دار وجود ندارد لیکن تجمع سرب و کادمیوم در پشم گوسفند به طور معنی‌دار بیشتر از موی گاو است. غلظت عناصر روی، سرب و کادمیوم موجود در پشم گوسفند در مناطق شهرک با منطقه شاهد تفاوت معنی‌دار داشت. غلظت عناصر مس، روی سرب و کادمیوم در موی گاو در جهت‌های مختلف جغرافیایی و منطقه شاهد معنی‌دار بود. مقایسات متعامد نشان داد که انباشت عناصر روی، سرب و کادمیوم در نمونه‌های پشم حومه شهرک تخصصی در مقایسه با منطقه شاهد به‌طور معنی‌دار بالاتر بود؛ بالاترین غلظت این عناصر در نمونه‌های منطقه جنوب شهرک مشاهده شد. در مجموع فعالیت شهرک تخصصی روی منجر به انباشت عناصر سرب و کادمیوم در نمونه‌های پشم و مو حاصل از مناطق جنوب و غرب شهرک تخصصی شده که می‌بایست مورد توجه مسئولین امر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پشم، شهرک تخصصی روی، عناصر سنگین، مو

Applied Animal Science Research Journal No 19 pp: 53-62

Determination of heavy metal statue in sheep's wool and cow's hair in the vicinity of specialized industrial park of zinc in Zanjan Province

By: M.H. Nemat^{1*}, S.S. Mousavi¹, K. Ahmadi¹

1: Assistant Professor of Animal Science Research Department, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zanjan, Iran.

The study was conducted in order to evaluate contamination of sheep's wool and cow's hair with heavy metals around the vicinity of specialized industrial park of zinc (VSIPZ). Sampling of wool and hair to the number of 10 samples per tissue from each of four geographical directions were done. Control area to compare the current situation was also considered. In this experiment, the dry ash method was used to digest organic matter. To measure trace element copper (Cu) and zinc (Zn) from atomic absorption spectrometry and lead (Pb) and cadmium (Cd) from graphite furnaces was used. The results showed that there is no significant difference in the accumulation of Cu and Zn in the sheep's wool and cow's hair, but the accumulation of Pb and Cd in sheep's wool was significantly more than the cow's hair. The concentration of Zn, Pb and Cd in the sheep's wool had significant between groups. Concentrations of Cu, Zn, Pb and Cd in the cow's hair was significant in different geographical directions. Orthogonal comparisons showed that the accumulation of trace elements Zn, Pb and Cd in sheep's wool samples from VSIPZ in comparison with the control group was significantly higher; the highest concentration of these elements was shown in the South of VSIPZ. Generally, the activity of VSIPZ leads to the accumulation of trace elements of Pb and Cd in wool and hair samples from the southern and Western areas of VSIPZ that should be considered by authorities.

Key words: wool, specialized industrial park of zinc, heavy metal, hair

مقدمه

دارند. روی در سنتز ویتامین آ، انتقال گاز دی اکسید کربن، متابولیسم پروتئین، کربوهیدرات و اسیدهای چرب ضروری، سنتز فیبرهای کلاژن، از بین بردن رادیکال‌های آزاد و پایداری غشاء اریتروسیت‌ها نقش دارد و مس در متابولیسم آهن و عمل انسولین، حفاظت از آنتی‌اکسیدان‌ها، توسعه سیستم عصبی مرکزی و متابولیسم چربی‌ها نقش دارد (Solaiman et al. 2001; Underwood and Suttle 1999).

سرب یکی از عناصر سمی برای حیوانات و انسان می‌باشد. جذب این عنصر در حیوانات بسیار ضعیف است (۱۰-۳ درصد) و تحت تأثیر عناصر گوگرد، آهن، کلسیم، فسفر، روی، چربی و پروتئین قرار می‌گیرد. سرب نه تنها از طریق دستگاه گوارش بلکه از راه دستگاه تنفس و پوست نیز وارد بدن می‌گردد (Neathery et

فلزات سنگین از مهمترین آلاینده‌های شیمیایی مواد غذایی محسوب می‌شوند که وجود آنها در مواد غذایی با منشا دامی خطر آلودگی و عوارض ناشی از آنها را در انسان افزایش می‌دهد. فلزات سنگین در بدن متابولیزه نمی‌شوند و پس از ورود به بدن دفع نشده و در بافت‌ها انباشته می‌شوند و موجب بروز بیماری‌ها و عوارض گوناگونی در بدن می‌گردد. کاهش رشد، کاهش خوراک مصرفی، گسترش عفونت‌های ویروسی، باکتریایی و قارچی، ناباروری، آسیب‌های کبدی و کلیوی، کم خونی و فشار خون از جمله عوارض ناشی از این فلزات سنگین می‌باشد (Underwood and Suttle 1999).

عنصر روی و مس نقش مهمی را در رشد و سلامتی حیوان داشته و در ساختار بسیاری از سیستم‌های آنزیمی و متالوآنزیم‌ها شرکت

این ناحیه بیشتر می‌باشد. موقعیت جغرافیایی مطلوب و داشتن راه‌های ارتباطی مناسب از جمله عوامل توسعه روز افزون صنایع در این شهرستان می‌باشد. با توجه به نوع مواد معدنی و تعداد کارخانجات فراوری مواد معدنی و شیمیایی در استان و مخصوصاً کارخانجاتی که در رابطه با صنایع سرب و روی فعالیت می‌نمایند، در صورتی که موازین زیست محیطی در این کارخانجات رعایت نشود، فلزات سنگین در محیط زیست استان منتشر خواهند شد و آب، هوا، خاک و دام منطقه را آلوده خواهند کرد (گلچین و همکاران ۱۳۸۶). شهرک تخصصی روی که در ۵ کیلومتری جنوب شهر زنجان واقع شده است مشتمل بر ۷۰ کارخانه می‌باشد. تعدادی از این کارخانجات از خاک‌های معدنی استان تولید کنسانتره روی نموده و قریب به ۴۸ کارخانه نیز مستقیماً در تولید شمش روی دخالت دارند. کارخانجات وابسته به این صنایع مثل سولفات روی و سولفات مس نیز در این شهرک مشغول به فعالیت هستند. لذا هدف از اجرای این پژوهش، پایش اثرات آلودگی ناشی از فعالیت شهرک تخصصی روی بر دام و تولیدات دامی بود.

مواد و روش‌ها

شهرک تخصصی روی که در ۵ کیلومتری جنوب شهر زنجان واقع شده مشتمل بر ۷۰ کارخانه اعم از تولید کنسانتره، شمش روی و کارخانجات وابسته به این صنایع مثل سولفات روی و سولفات مس می‌باشد. به دلیل عدم وجود استانداردهای زیست محیطی لازم، فعالیت این شهرک احتمالاً منجر به آلودگی منابع خوراکی، دام و محصولات دامی می‌شود. جهت انجام این تحقیق پس از مشخص شدن روستاها و مناطق پرورش دام در شعاع ۵ کیلومتری شهرک تخصصی روی، تعداد ۱۰ نمونه از پشم گوسفندان و ۱۰ نمونه از موی گاوهای ساکن در منطقه در هریک از چهار جهت جغرافیایی (در مجموع ۴۰ نمونه از هر بافت) تهیه شد. همچنین به منظور مقایسه وضعیت موجود در منطقه مورد مطالعه با مناطق غیر آلوده به فاصله ۵۰ کیلومتری شهرک به عنوان منطقه شاهد تعداد ۱۰ نمونه پشم گوسفندی و ۱۰ نمونه موی گاو

(WHO 1996؛ al. 1974). مشخص شده است که با افزایش قرار گرفتن حیوان در معرض سرب، سطح آن در بسیاری از بافت‌ها و مایعات بدن افزایش می‌یابد. کاهش رشد، نقص در متابولیسم آهن، کم خونی و نقص در متابولیسم لیپید ناشی از مسمومیت با سرب گزارش شده است. (Reichlmayr and NRC 2007؛ Kirchgessner 1997).

کادمیوم یک عنصر سمی تجمع‌ی است که به طور گسترده در محیط زیست پخش شده و به عنوان یکی از خطرات بالقوه زیست محیطی به شمار می‌رود. بیشتر کادمیوم از کارخانه‌های ذوب روی و پساب‌های بدست آمده از پالایش الکترولیت روی بدست می‌آید. جذب کادمیوم جیره بسیار محدود است. برآورده شده که جذب کادمیوم استنشاق شده بالاتر از ۴۰ درصد بوده اما کمتر از یک درصد کادمیوم خورده شده در گوسفند جذب می‌گردد (Houper et al. 1995).

جذب زیستی^۱ به عنوان یک روش مؤثر برای حذف فلزات سنگین از محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد. کراتین به عنوان یک جاذب زیستی برای فلزات سنگین بوده و در پاره‌ای موارد جهت حذف آلاینده‌های زیست محیطی مربوط به فلزات سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرد. کراتین به دلیل داشتن ترکیباتی چون گروه‌های کربوکسیل، هیدروکسیل و اسیدهای آمینه گوگرددار توانایی بالایی در جذب فلزات سنگین دارد. پشم و مو به دلیل داشتن کراتین بالا مقادیر زیادی از فلزات سنگین را در خود ذخیره می‌نمایند و می‌توانند به عنوان شاخص مناسب برای ارزیابی آلودگی به عناصر سنگین مورد استفاده قرار گیرند (Balkose and Baltacioglu 1992). استفاده از موی انسان به عنوان یکی از شاخص‌های مهم پایش آلودگی زیستی مورد توجه قرار گرفته است (Onuwa et al. 2012). بنابراین پایش عناصر سنگین موجود در پشم و مو می‌تواند به عنوان یک ابزار مهم جهت تعیین میزان آلودگی زیستی به عناصر سنگین در اطراف شهرک‌های صنعتی مورد توجه قرار گیرد.

شهرستان زنجان درصد بالایی از جمعیت و صنایع مختلف استان را در خود جای داده است. آلودگی آب، خاک، گیاه، هوا و دام در

¹ Biosorption

داده‌هایی که از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کردند قبل از آنالیز واریانس از تبدیل جذری $\sqrt{x+0.5}$ برای آنها استفاده گردید. مدل آماری مورد استفاده طرح کاملاً تصادفی بود که مدل ریاضی آن به صورت زیر است:

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

که در آن، Y_{ij} = مقدار هر مشاهده، μ = میانگین مشاهدات، t_i = اثر منطقه، e_{ij} = خطای آزمایشی می‌باشد.

در پایان به منظور ارائه مدل آلودگی منطقه و ارزیابی و تعیین گستره آلودگی در حومه شهرک تخصصی روی در مقایسه با گروه شاهد با استفاده از کلیه داده‌ها، از روش بی‌مقیاس‌سازی داده‌ها به روش خطی استفاده شد. در این روش برای یکسان‌سازی داده‌ها و انجام آنالیز آماری، ابتدا غلظت عنصر مورد نظر در هر نوع نمونه دامی به ماکزیمم غلظت آن در نمونه مورد نظر تقسیم می‌شود تا نسبت عناصر سنگین مورد نظر در نمونه خاص نسبت به همدیگر بدست آید (مومنی، ۱۳۹۲). در این روش از رابطه زیر استفاده شد:

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{\text{Max } a_{ij}}$$

که در آن c_{ij} غلظت یک عنصر در نمونه مورد نظر نسبت به غلظت حداکثری آن در همان نوع نمونه، a_{ij} غلظت نمونه مورد نظر، $\text{Max } a_{ij}$ حداکثر غلظت عنصر مورد نظر در نمونه خاص.

نتایج

میانگین غلظت عناصر سنگین موجود در نمونه‌های پشم گوسفند و موی گاو در جهت‌های مختلف جغرافیایی شهرک تخصصی روی و منطقه شاهد در جداول ۱ تا ۳ آمده است. نتایج نشان داد که غلظت عناصر مس و روی در پشم گوسفندی و موی گاوی تفاوت معنی‌دار ندارند لیکن غلظت عناصر سرب و کادمیوم در پشم گوسفند به طور معنی‌دار بیشتر از موی گاو می‌باشد ($p < 0.01$). به طوری که که غلظت این عناصر در پشم حدود ۳ برابر آنها در موی گاو است.

نیز در نظر گرفته شد. (تعداد کل نمونه‌ها اعم از منطقه آلوده و غیر آلوده و همچنین پشم و مو ۱۰۰ نمونه تهیه شد). پس از درج مشخصات نمونه (تاریخ، نوع نمونه، مکان تهیه)، نمونه‌ها کد گذاری شده و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی زنجان منتقل گردید.

در این آزمایش برای هضم مواد آلی نمونه‌ها از روش خاکستر کردن خشک استفاده شد. این روش مستلزم احتراق کامل همه مواد آلی و بعد انحلال باقیمانده با استفاده از اسید نیتریک و اسید کلریدریک می‌باشد. برای این منظور مقدار یک گرم از مو و یا پشم شسته شده را در درون یک بوته چینی تمیز ریخته و بوسیله شعله مستقیم و بر روی حرارت بالای هیتز به زغال تبدیل شد. سپس بوته را به مدت ۸ ساعت در کوره الکتریکی در حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا به خاکستر تبدیل شود. در ادامه مقدار ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۱:۴ به آن افزوده و مخلوط گردید. مقدار ۵ میلی‌لیتر محلول اسید هیدروکلریک ۱+۱ به آن اضافه نموده و بوته کاملاً مخلوط شد و سپس به مدت یک ساعت بر روی هیتز در حرارت ۱۷۵-۱۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا محتویات بوته به یک چهارم کاهش یابد و سپس به حجم ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه نموده و محلول حاصل کاملاً هم زده و مخلوط شد. محلول توسط کاغذ صافی نمره ۴۴ به درون یک بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری صاف و با آب مقطر تا خط نشانه به حجم رسانده شد (Larry, 1988; Cibulka et al., 1989). صادقی و شورنگ، (۱۳۸۴). برای اندازه‌گیری مقدار عناصر موجود در نمونه‌های هضم شده از دستگاه جذب اتمی مدل Awanta P کمپانی GBC استرالیا استفاده شد. طول موج مورد استفاده برای اندازه‌گیری عناصر مس، روی، سرب و کادمیوم به ترتیب ۳۲۴/۷، ۲۱۳/۹، ۲۱۷/۰ و ۲۲۸/۸ بود.

داده‌های آزمایش (پنج تیمار شامل چهار جهت جغرافیایی منطقه اطراف شهرک تخصصی روی و منطقه شاهد با ۱۰ تکرار از هر نمونه)، با استفاده از نرم افزار Excel آماده و سپس با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS 9.1، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد.

جدول ۱- میانگین غلظت عناصر سنگین موجود در نمونه‌های پشم گوسفندی و موی گاوی در اطراف شهرک تخصصی روی

کادمیوم	سرب (میلی گرم در کیلو گرم)	روی	مس	بافت
۰/۲۲۴ ^a	۱/۹۶۳ ^a	۱۳۱/۶۴	۶/۴۷	پشم
۰/۰۹۰ ^b	۰/۶۱۴ ^b	۱۳۱/۹۶	۷/۰۹	مو
۰/۰۳۲	۰/۱۸۳	۵/۸۶	۰/۲۸۵	SEM
۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۷	۰/۱۲	P-value

حروف لاتین غیر مشترک در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

میلی گرم بر کیلوگرم) و موی گاو (۰/۲۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم) نشان داد لیکن کمترین غلظت آن در گروه شاهد مشاهده شد (به ترتیب ۰/۰۲۶ و ۰/۰۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم). غلظت این عنصر در پشم گوسفند نیز نزدیک به سه برابر موی گاو گزارش شد. مقایسات متعامد نشان داد که انباشت عناصر روی، سرب و کادمیوم در نمونه‌های پشم گوسفند حاصل از نواحی مختلف شهرک تخصصی روی در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌دار بالاتر بود ($P < 0.05$).

آنالیز داده‌های بی‌مقیاس شده بر اساس موقعیت جغرافیایی در مناطق اطراف شهرک تخصصی و گروه شاهد در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که بالاترین غلظت نسبی مس در نمونه‌های دامی منطقه شرق شهرک تخصصی روی دیده می‌شود که نسبت به منطقه جنوب شهرک به‌طور معنی‌دار بیشتر بود ($P < 0.01$). از نظر غلظت روی منطقه شرق شهرک بیشترین مقدار را در نمونه‌های دامی به خود اختصاص می‌داد و تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق داشت ($P < 0.01$). بین مناطق اطراف شهرک تخصصی روی و منطقه شاهد از نظر غلظت سرب و کادمیوم تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.01$). بیشترین میزان آلودگی به عناصر سرب و کادمیوم به ترتیب در مناطق جنوب، غرب و شرق شهرک تخصصی مشاهده شد که می‌تواند حاکی از تجمع این عناصر در بافت‌های مختلف حیوان باشد (شکل ۱).

غلظت عنصر مس در نمونه‌های پشم اطراف شهرک تخصصی روی تفاوت معنی‌دار با گروه شاهد نشان نداد لیکن غلظت این عنصر در موی گاو تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داد به طوری که نمونه‌های حاصل از منطقه غرب و جنوب شهرک همواره غلظت پایین‌تری از این عنصر را نسبت به دیگر مناطق و گروه شاهد داشتند.

غلظت عنصر روی در نمونه‌های پشم گوسفند و موی گاو تهیه شده در جهت‌های مختلف شهرک تخصصی روی تفاوت معنی‌دار نشان داد ($P < 0.01$). کمترین مقدار روی در نمونه‌های پشم گوسفند در منطقه شمال شهرک تخصصی (۹۴/۳۸ میلی گرم بر کیلوگرم) و بیشترین مقدار در ناحیه شرق این شهرک (۱۵۳/۶۸ میلی گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. این داده‌ها با نتایج تجزیه آزمایشگاهی موی گاو نیز مطابقت داشت.

از نظر عنصر سنگین سرب تفاوت بین مناطق مختلف جغرافیایی معنی‌دار بود ($P < 0.01$). غلظت این عنصر در منطقه جنوب شهرک تخصصی در نمونه‌های پشم گوسفند و موی گاو بالاترین بود (به ترتیب ۳/۷۹۸ و ۱/۵۱۸ میلی گرم بر کیلوگرم). در مجموع تجمع این عنصر در پشم گوسفند بیش از سه برابر موی گاو گزارش شد. غلظت عنصر سنگین کادمیوم نیز در نمونه‌های پشم گوسفند ($P < 0.01$) و موی گاو ($P < 0.05$) در جهت‌های مختلف جغرافیایی معنی‌دار بود. ناحیه جنوب منطقه شهرک تخصصی بالاترین مقدار این عنصر را در نمونه‌های پشم گوسفند (۰/۴۱۶

جدول ۲- میانگین غلظت عناصر سنگین موجود در نمونه‌های پشم گوسفندی در جهت‌های مختلف جغرافیایی شهرک تخصصی روی و منطقه شاهد

مناطق	مس	روی	سرب	کادمیوم
			(میلی گرم در کیلو گرم)	
شمال	۶/۴۳	۹۴/۳۸ ^c	۱/۰۹۸ ^c	۰/۰۵۸ ^b
شرق	۶/۹۳	۱۵۳/۶۸ ^a	۱/۰۹ ^{bc}	۰/۲۷۵ ^a
جنوب	۶/۱۹	۱۲۳/۲۱ ^b	۳/۷۹۸ ^a	۰/۴۱۶ ^a
غرب	۶/۱۲	۱۲۱/۷۸ ^b	۲/۰۸۶ ^b	۰/۳۰۳ ^a
شاهد	۶/۳۱	۱۴۷/۵۳ ^{ab}	۰/۹۶۵ ^c	۰/۰۲۶ ^b
SEM	۰/۴۳	۸/۷۳	۰/۳۲۹	۰/۶۱۳
P-value	۰/۵۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳
مقایسات متعامد			P-value	
مناطق آلوده در مقابل شاهد	۰/۸۳	۰/۰۲۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱

حروف لاتین غیر مشترک در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

جدول ۳- میانگین غلظت عناصر سنگین موجود در نمونه‌های موی گاوی در جهت‌های مختلف جغرافیایی شهرک تخصصی روی و منطقه شاهد

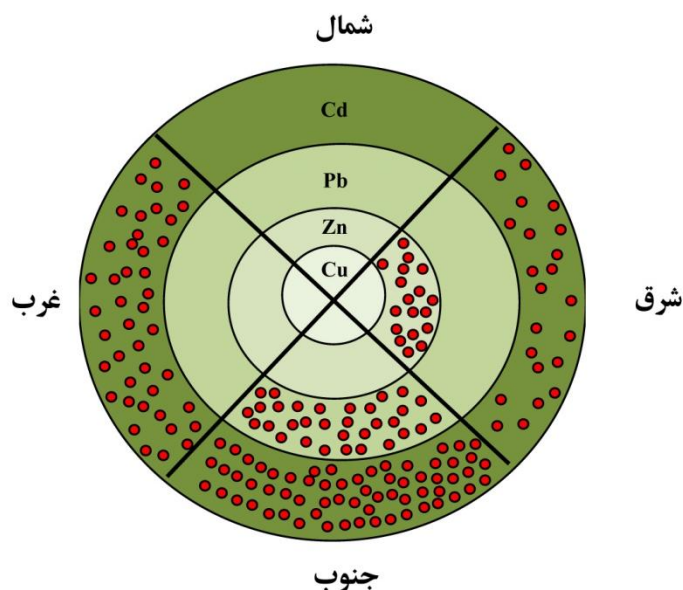
مناطق	مس	روی	سرب	کادمیوم
	(ppm)	(ppm)	(ppb)	(ppb)
شمال	۷/۹۶ ^a	۱۱۹/۴۹ ^b	۰/۱۹۹ ^b	۰/۰۲۲ ^b
شرق	۷/۷۵ ^{ab}	۱۷۶/۵۱ ^a	۰/۴۲۴ ^b	۰/۰۳۰ ^b
جنوب	۵/۷۷ ^b	۱۱۱/۰۴ ^b	۱/۵۱۸ ^a	۰/۲۲۰ ^a
غرب	۵/۷۶ ^b	۱۳۷/۳۴ ^b	۰/۵۷۲ ^{ab}	۰/۱۷۲ ^{ab}
شاهد	۷/۹۶ ^a	۱۳۴/۶۷ ^b	۰/۲۳۸ ^b	۰/۰۱۱ ^b
SEM	۰/۶۷۹	۱۱/۹۱	۰/۲۹۴	۰/۰۶۲
P-value	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۴
مقایسات متعامد			P-value	
مناطق آلوده در مقابل شاهد	۰/۱۴	۰/۹۱	۰/۱۹	۰/۱۶

حروف لاتین غیر مشترک در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).

جدول ۴- میزان پراکنش نسبی عناصر سنگین در تمامی نمونه‌های حیوانی اخذ شده از جهت‌های مختلف جغرافیایی شهرک تخصصی روی و منطقه شاهد بر اساس روش بی‌مقیاس سازی

مناطق	مس	روی	سرب	کادمیوم
شمال	۰/۷۵	۰/۴۸ ^b	۰/۱۱ ^b	۰/۰۴۸ ^b
شرق	۰/۷۸	۰/۷۵ ^a	۰/۲۸ ^b	۰/۲۸۳ ^a
جنوب	۰/۶۱	۰/۵۱ ^b	۰/۵۱ ^a	۰/۳۹۸ ^a
غرب	۰/۶۳	۰/۵۹ ^b	۰/۲۹ ^b	۰/۳۴۳ ^a
شاهد	۰/۶۹	۰/۵۸ ^b	۰/۱۱ ^b	۰/۰۲۳ ^b
SEM	۰/۰۴۹	۰/۰۴۰	۰/۰۶۱	۰/۰۶۸
P-value	۰/۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
مقیاسات متعامد	P-value			
مناطق آلوده در مقابل شاهد	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲

حروف لاتین غیر مشترک در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است ($P < 0.05$).



شکل ۱- شمای آلودگی نسبی پشم گوسفند و موی گاو در منطقه حومه شهرک تخصصی روی زنجان نسبت به منطقه شاهد

بحث

۸۵/۸۶-۵۲/۵۵ میلی گرم بر کیلوگرم، برای سرب ۳۱/۲۹-۵/۱۳ و ۷۹/۱۱-۸۸/۵ میلی گرم بر کیلوگرم و برای کادمیوم ۵۹/۴-۹۵/۰ و ۹۲/۴-۳۵/۱ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شد (Pielesz et al. 1996). منطقه دندی و ماهنشان استان زنجان یکی از مناطقی است که با دارا بودن صنایع فلزی متعدد در زمینه سرب و روی با

تحقیقات مختلف گزارشات متفاوتی از غلظت عناصر سنگین در پشم و موی دام را ارائه نموده‌اند. در یک تحقیق که در زمین‌های پست^۲ صورت گرفته دامنه غلظت عناصر سنگین در پشم گوسفندان مرینو و لهستانی به ترتیب برای مس ۹۱/۵-۷۹/۲ و ۵۸/۴-۶۶/۱ میلی گرم بر کیلوگرم، برای روی ۳۴/۹۱-۲۱/۵۷ و

مطالعه، خاک، پوشش گیاهی، سن دام، شرایط و نحوه تجزیه آزمایشگاهی و غیره مربوط می‌شود.

سطح تحمل گوسفند و گاو برای عناصر سرب و کادمیوم در جیره به ترتیب ۱۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (NRC 2007). جذب سرب ممکن است از طریق دستگاه گوارش، شش و پوست به داخل بدن صورت پذیرد لیکن میزان جذب آن از دستگاه گوارش پایین بوده (۳ تا ۱۰ درصد) و به نظر نمی‌رسد که درصد سرب جذب شده تحت تاثیر سطح سرب جیره غذایی قرار گیرد. ذخیره سرب استنشاق شده در بدن ۳۷ تا ۴۷ درصد گزارش شده است (NRC 2005).

Doyle و همکاران (۱۹۷۲) گزارش کردند که افزایش سطوح کادمیوم جیره تاثیر معنی‌داری بر غلظت این عنصر در پشم بره‌ها نداشت به طوری که غلظت این عنصر به طور میانگین در دامنه ۰/۸۳۰ تا ۰/۹۰۰ میلی گرم در کیلوگرم در نوسان بود.

اثرات زیان‌آور کادمیوم شامل آسیب کلیه و افزایش فشار خون کم‌خونی میکروسیتیک هیپوکرومیک (کوچکتر بودن گلبول‌های قرمز از حالت طبیعی همراه با کاهش هموگلوبین) می‌باشد. مصرف مقادیر سمی (بیشتر از ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم) کادمیوم در نشخوارکنندگان تحت شرایط کاربردی به ندرت اتفاق می‌افتد (NRC 2005). مگر این که حیوانات از پس‌آب بازیافت شده فاضلابی استفاده نمایند که در آنها کادمیوم تجمع یافته است امکان مسمومیت با کادمیوم محتمل خواهد بود (Neathery et al. 1974). حیوانات چراکننده نزدیک معادن روی یا کارخانه‌های ذوب فلزات ممکن است به مصرف بالای کادمیوم مستعد باشند.

اثر متقابل پیچیده‌ای بین سطوح مس و روی از لحاظ محافظت علیه سمیت کادمیوم وجود دارد بدین معنی که سطوح بالای مس و روی، جذب کادمیوم را کاهش می‌دهد. سمیت کادمیوم به طور جزئی با بالا رفتن روی، آهن و کلسیم نیز کاهش می‌یابد (NRC 2005). پراکنش نسبی عناصر در نمونه‌های مورد مطالعه نشان داد که غلظت عناصر روی و مس در مناطق شمال، شرق و شاهد بیشترین بود این مناطق از نظر کادمیوم نیز در پایین‌ترین سطح قرار

معضلی تحت عنوان خطر آلاینده‌گی فلزات سمی روبرو است. تحقیق در این منطقه نشان داد که غلظت عناصر سرب و کادمیوم در پشم در مقایسه با مو بیشتر است. میزان سرب و کادمیوم در نمونه‌های پشم و موی دام‌های تحت آزمایش بیش از ۴ الی ۸ برابر بیشتر از حد مجاز گزارش گردید اما میزان آرسنیک موی گاوها بیشتر بود (شریعتی ۱۳۸۸). در تحقیق حاضر نیز میزان عناصر سرب و کادمیوم در پشم گوسفند نسبت به موی گاو حدود سه برابر گزارش شد که منطبق با یافته‌های فوق می‌باشد.

Gabryszuk و همکاران (۲۰۱۰) مقدار عناصر موجود در موی گاوهای تغذیه شده در شرایط تولید محصول ارگانیک را اندازه‌گیری کردند و مقادیر عناصر مس، روی، سرب و کادمیوم را در موی گاو به ترتیب ۲/۲۶۳، ۳۷/۵۵۲، ۰/۰۳۲۷ و ۰/۰۰۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند.

همچنین در یک تحقیق، سطح طبیعی سرب و کادمیوم در موی گوساله‌های تازه متولد شده در کشور جمهوری چک به ترتیب ۰/۱۱-۰/۵۵ و ۰/۰۷۴-۰/۰۰۹ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (Cibulka et al., 1989). در مطالعه حاضر با توجه به صنعتی بودن منطقه مورد مطالعه، غلظت عناصر مس، روی، سرب و کادمیوم در نمونه‌های پشم گوسفندی به ترتیب ۶/۴۷، ۱/۱۳۱، ۹۶۲/۶۴ و ۰/۲۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و برای موی گاو به ترتیب ۷/۰۹، ۱۳۱/۹۶، ۰/۶۱۴ و ۰/۰۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش گردید که حاکی از غلظت بالای این عناصر در منطقه مورد مطالعه است.

Katarzyna و همکاران (۲۰۰۹) در یک منطقه شهرک صنعتی مس غلظت عناصر سنگین را در موی گاوهای ۴ تا ۵ ساله که از علوفه‌های مرتعی استفاده می‌کردند طی سه سال اندازه‌گیری کرده و میانگین غلظت عناصر مس، روی، سرب و کادمیوم را به ترتیب ۱۰/۳۰-۶/۰۴، ۹۸/۵-۱۸۱/۳، ۱/۹۵-۰/۵۰ و ۰/۰۱۴-۰/۰۱۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند یافته‌های پژوهش حاضر نیز در دامنه یافته‌های این محققین قرار داشت و تنها عنصر کادمیوم در موی گاوها بالاتر از مقادیر گزارش شده بود.

تناقض در مطالعات مختلف به شرایط آب و هوایی منطقه مورد

- Cibulka, j., Miholov, D., Pica, J., Sova Z., Mader P., Jandurova S., Szakova J., Pytloun J. 1989. Natural levels of lead, cadmium and mercury in tissues and hair of newborn calves from different areas of czechoslovakia. *The Science of the Total Environment*. 84: 101-112.
- Doyle, J.J., Pfander, W.H., Grebing, S.E. and Pierce, J.O. (1972). Effect of dietary cadmium on growth, cadmium absorption and cadmium tissue levels in growing lambs. *Journal of Nutrition*, 104(2): 160-166.
- Gabryszuk, M., Soniewski, K., Metera, E., Sakowski, T. (2010). Content of mineral elements in milk and hair of cows from organic farms. *J. Elementol*. 15(2): 259-267
- Houpert, P., Mehennaoni, S., Joseph-Enriquez, B., Federspiel, B. and Milhaud, G. (1995). Pharmokinetics of cadmium following intravenous and oral administration to non-lactating ewes. *Veterinary Research*, 26: 145-154.
- Katarzyna A., Rogowska, J.M., and Andrzej G. (2009). Lead, cadmium, arsenic, copper, and zinc contents in the hair of cattle living in the area contaminated by a copper smelter in 2006 – 2008. *Bull Vet Inst Pulawy*, 53: 703-706.
- Larry G.H. (1988). Analytical chemistry principles and techniques, Prentice Hall Inc. pp. 672.
- National Research Council (NRC) (2005). Mineral Tolerances of Animals, Second Edition. National Academic Press, Washington DC, USA.
- National Research Council (NRC) (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminant. National Academic Press, Washington DC, USA.
- Neathery, M.W., Miller, W.J., Gentry, R.P., Stake, P.E., and Blackmon, D.M. (1974). Cadmium-109 and methyl mercury-203 metabolism, tissue distribution, and secretion into milk of cows. *Journal of Dairy Science*, 57:1177-1183.

داشتند که حاکی از وجود اثرات متقابل بین این عناصر است. غلظت سرب تنها در نمونه‌های حاصل از جنوب شهرک بیشتر بوده و میزان کادمیوم به ترتیب در مناطق جنوبی، غربی و شرقی شهرک تخصصی روی بیشترین بود. با توجه به این که باد غالب منطقه شمال شرقی-جنوب غربی می‌باشد بنابراین احتمال آلودگی آب، منابع خوراکی و یا آلودگی دام از طریق استنشاق هوا در منطقه جنوب و غرب شهرک وجود دارد. بررسی میدانی و وجود برخی مشکلات در روستاهای واقع در ناحیه جنوب و غرب شهرک تخصصی روی نیز موید نتایج حاصل از این پژوهش می‌باشد.

به طور کلی نتایج نشان داد که فعالیت شهرک تخصصی روی منجر به انباشت عناصر سرب و کادمیوم در نمونه‌های پشم و مو حاصل از مناطق جنوب و غرب شهرک تخصصی شده و عوارض مسمومیت با عناصر سنگین در اطراف شهرک تخصصی روی به ویژه در مناطق یاد شده می‌تواند محتمل باشد و تجمع این عناصر در بدن ممکن است مشکلاتی را در دراز مدت به دنبال داشته باشد که می‌بایست مورد توجه مسئولین امر قرار گیرد.

منابع

- شریعتی، ش. (۱۳۸۸). اندازه گیری میزان سرب، روی، کادمیوم و آرسنیک در خون و موی دام‌ها در اطراف کارخانه تغلیظ سرب و روی انگوران. فصلنامه علمی پژوهشی زمین و منابع واحد لاهیجان، دوره ۲، شماره ۱، ۵۴-۴۳.
- صادقی، ع. ا. و شورنگ، پ. (۱۳۸۴). راهنمای آزمایش‌های بیوشیمی ویژه رشته های علوم دامی، دامپزشکی، صنایع غذایی و زیست شناسی. انتشارات سپهر. ۲۴۸ ص.
- مومنی، م. (۱۳۹۲). مباحث نوین تحقیق در عملیات. انتشارات مولف، چاپ پنجم، شماره ۱۳۴۴، صفحات ۱۲-۹.
- Balkose, D., Baltacioglu, H. (1992). Absorption of heavy metal cations from aqueous solutions by wool fibers. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 54(4): 393-397.

