

بررسی ارتباط بین مقادیر مس، گوگرد، آهن، مولیبدن و روی خاک و علوفه با سطوح سرمی مس و روی گوسفندان در شهرستان سوسنگرد

فاطمه راست‌منش^۱، علیرضا زراسوندی^۱، نجمه رجب‌زاده^۲، علی‌عباس نیکوند^{۳*}، محمد نوری^۳، ناصر عساکره^۴

۱) دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲) دانش‌آموخته زمین‌شناسی زیست‌محیطی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳) گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴) دامپزشک عمومی، اداره دامپزشکی دشت آزادگان، سازمان دامپزشکی خوزستان، ایران

(دریافت مقاله: ۲۴ بهمن ماه ۱۳۹۶، پذیرش نهایی: ۲ خرداد ماه ۱۳۹۷)

چکیده

زمینه مطالعه: سالانه موارد زیادی از بیماری‌های بالینی ناشی از کمبود عناصر خصوصاً کمبود مس در گوسفندان استان خوزستان دیده می‌شود؛ در حالی که پژوهش‌ها در زمینه عناصر خاک و گیاه و اثرات آن‌ها بر دام‌های منطقه محدود است. **هدف:** مطالعه حاضر، با هدف بررسی عناصر مس، گوگرد، آهن، مولیبدن و روی در خاک و علوفه و ارزیابی ارتباط آن‌ها با مقادیر سرمی مس و روی در گوسفندان شهرستان سوسنگرد انجام شد. **روش کار:** تعداد ۵ نمونه خاک و علوفه مرتعی و ۵۰ نمونه سرم خون گوسفند از ۵ منطقه تحت بررسی، اخذ و به پژوهشکده کاربرد پرتوها واقع در سازمان انرژی اتمی ایران ارسال شد. نمونه‌های خاک، پس از هضم قلیایی، با دستگاه ICP-OES و نمونه‌های علوفه، پس از هضم اسیدی، با دستگاه ICP-MS خوانش شدند؛ همچنین مقادیر سرمی روی و مس با استفاده از روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد. **نتایج:** میانگین مقادیر گوگرد و آهن نمونه‌های خاک بالاتر از حد استاندارد بین‌المللی و مقدار بحرانی آن‌ها بود؛ در حالی که میانگین مقدار مس و مولیبدن خاک مناطق تحت مطالعه در محدوده طبیعی قرار داشت. همچنین میانگین مقدار روی خاک در مقایسه با مقدار بحرانی آن در سطح پایین‌تری قرار داشت ($p=0/05$). مقایسه میانگین عناصر علوفه با مقدار بحرانی آن‌ها نشان داد که گوگرد و آهن، بالاتر از حد استاندارد بین‌المللی و مقدار بحرانی آن‌ها در علوفه می‌باشد. در مقایسه با مقادیر طبیعی، مقدار سرمی مس و روی گوسفندان تحت بررسی، در حد کمبود مرزی یا کمتر از حد طبیعی قرار داشتند. **نتیجه‌گیری نهایی:** به نظر می‌رسد که بالا بودن سطح گوگرد و آهن علوفه، به طور ثانویه سبب کاهش زیست‌دستیابی و جذب مس و روی در گوسفندان منطقه شده است.

واژه‌های کلیدی: مس، گوگرد، ICP-OES، علوفه، گوسفند

مقدمه

ممکن است به وسیله نوع جیره غذایی، تداخل عمل بین اجزاء جیره و ژنتیک حیوان تحت تأثیر قرار گیرد (۲۱). گفته می‌شود که افزایش اندک مقادیر مولیبدن، گوگرد و آهن جیره می‌تواند سبب کاهش قابل ملاحظه زیست‌دستیابی مس برای نشخوارکنندگان شود. همچنین مقادیر بالای کلسیم و آهن جیره نیز ممکن است جذب و زیست‌دستیابی روی برای نشخوارکنندگان را کاهش دهند (۱۷). پژوهشی که Rasoli و همکاران در سال ۲۰۱۴ انجام دادند، نشان داد در شرایطی که میزان عناصر مس، مولیبدن، گوگرد و آهن علوفه به ترتیب $5/5$ ، $0/27$ ، 480 و 777 تعیین شد، مقدار مس خون گوسفندان منطقه در محدوده طبیعی قرار داشت. اطلاعات اندکی در زمینه ماکرو و میکرومینرال‌های خاک، گیاه و خون دام‌ها در استان خوزستان، خصوصاً به شکل یک مطالعه مرتبط در دسترس می‌باشد. از طرفی با توجه به وقوع فراوان موارد بالینی امراض ناشی از کمبود عناصر در دام‌ها، همچنین مرزی بودن منطقه تحت بررسی با کشور عراق و احتمال آلودگی‌های شیمیایی ثانویه خاک، آلودگی‌های زیست‌محیطی محصولات نفتی در منطقه که ممکن است سبب القای کمبود ثانویه و یا بلعکس مسمومیت در دام‌های منطقه شود، انجام مطالعه حاضر به منظور بررسی مقدار عناصر مس، گوگرد، آهن، مولیبدن و روی

خاک نه تنها قسمتی از یک اکوسیستم است، بلکه نقش اساسی در زندگی انسان دارد، چراکه بقاء انسان بسته به میزان تولیدش از خاک است. خاک ویژگی‌هایی از قبیل انتقال و ذخیره عناصر؛ همچنین فیلترکنندگی و بافوری را دارد (۹). میزان عناصر موجود در محصولات گیاهی، در وهله اول به مقدار آن‌ها در خاک، سپس گونه گیاه، شرایط زهکشی و نیز pH خاک بستگی دارد. کمبود عناصری مانند مس، روی، سلنیوم و آهن که اهمیت زیادی در حفظ تولید و متابولیسم طبیعی حیوانات دارند، در خاک خیلی از نقاط جهان گزارش شده است (۱۷). کمبود هر یک از عناصر ضروری در خاک و علوفه می‌تواند سبب القای کمبود در دام منطقه شده و اشکال مختلفی از امراض در گروه‌های مختلف سنی دام‌ها ایجاد کند. مثلاً کمبود مس در نشخوارکنندگان می‌تواند در زمان جنینی و نوزادی و نیز پس از تولد، امراض متفاوتی ایجاد کند (۱۷). مصرف ناکافی مس، روی و آهن ممکن است سبب استرس اکسیداتیو، تأخیر در رشد حیوانات جوان، کم‌خونی، کاهش رشد فولیکولی و باروری، افزایش رادیکال‌های آزاد سلولی و افزایش حدت عوامل عفونی شوند (۶، ۱۱). جذب یا زیست‌دستیابی عناصر برای حیوان،



۱، ۵۰ و ۱۰۰ گزارش شد؛ همچنین مقادیر سرمی مس و روی با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند (سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها، آزمایشگاه مینرال).

تحلیل‌های آماری این مطالعه به کمک نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ و با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه و تست تکمیلی توکی، One-Sample T-test و همبستگی پیرسون انجام شد.

نتایج

مقادیر عناصر مس، مولیبدن، گوگرد، آهن و روی خاک ۵ منطقه مختلف شهرستان سوسنگرد و میانگین کلی آن‌ها در جدول ۱ آمده است. مقایسه میانگین عناصر مذکور در خاک با مقدار بحرانی آن‌ها نشان می‌دهد که میانگین مقادیر گوگرد و آهن بالاتر از حد استاندارد بین‌المللی و مقدار بحرانی آن‌ها در خاک می‌باشد (۹۰،۱۰،۲۰). در حالی که میانگین مقدار مس و مولیبدن خاک مناطق مورد پژوهش در محدوده طبیعی قرار دارد. همچنین میانگین مقدار روی خاک در مقایسه با مقدار بحرانی آن در سطح پایین‌تری قرار داشت ($p=0/05$).

مقادیر عناصر مس، مولیبدن، گوگرد، آهن، روی و نسبت مس به مولیبدن علوفه مرتعی ۵ منطقه مختلف شهرستان سوسنگرد و میانگین کلی آن‌ها در جدول ۲ آمده است. مقایسه میانگین عناصر یاد شده در علوفه با مقدار بحرانی آن‌ها نشان می‌دهد که میانگین مقادیر گوگرد و آهن بالاتر از حد استاندارد بین‌المللی و مقدار بحرانی آن‌ها در علوفه می‌باشد (۹۰،۱۰)؛ در حالی که میانگین مقدار مس، مولیبدن و روی علوفه مناطق تحت بررسی در محدوده طبیعی قرار داشت (۱۲). میانگین شاخص نسبت مس به مولیبدن علوفه در این بررسی نیز $19/7 \pm 0/8$ به دست آمد.

میانگین مقادیر سرمی عناصر مس و روی تعداد ۵۰ رأس گوسفند (هر منطقه ۱۰ رأس) در مناطق تحت بررسی در جدول ۳ آمده است. به طور کلی میانگین مقدار مس سرم گوسفندان مورد مطالعه $12/2 \pm 7/2$ تعیین گردید. همچنین کمترین مقدار مس سرم، مربوط به گوسفندان منطقه دحیمی ۲ بود ($6/3/5 \pm 17/8 \mu\text{g/dl}$)، اما تفاوت آماری معنی‌داری بین میزان مس خون گوسفندان این منطقه با سایر مناطق یافت نشد ($p=0/08$). همچنین میانگین کلی مقدار روی سرم گوسفندان تحت مطالعه $6/8/1 \pm 17/6 \mu\text{g/dl}$ تعیین گردید. به گونه‌ای که کمترین مقدار روی سرمی، مربوط به گوسفندان منطقه ام‌الدبس ($4/8/2 \pm 9/3 \mu\text{g/dl}$) بود. بین میزان روی سرم گوسفندان منطقه ام‌الدبس با سایر مناطق مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد ($p<0/001$).

بررسی ضریب همبستگی بین میانگین مقادیر سرمی روی و مس با مقادیر عناصر مذکور در خاک و علوفه مرتعی که به ترتیب در جداول ۴ و ۵ آمده است نشان می‌دهد که یک رابطه متوسط معکوس ($r=-0/56$) بین مقدار روی سرم و مس خاک و یک رابطه متوسط و مثبت ($r=0/7$) بین روی

در خاک و علوفه و نیز تعیین وضعیت مس و روی خون گوسفندان منطقه سوسنگرد (ملاعب عیبات، ام‌الدبس، فای، دحیمی ۲ و دحیمی ۳) با شعاع 50 cm . از عمق ۵-۱۵ cm خاک (وزن هر نمونه 100 gr) و نیز تعداد ۵ نمونه علوفه بالغ مرتعی که ترکیب همگنی از یونجه و علف گندم بودند (وزن خشک شده هر نمونه 50 gr)، از 2 cm سطح زمین چیده و پس از بسته‌بندی، برای اندازه‌گیری مقادیر عناصر مس، گوگرد، آهن، مولیبدن و روی به پژوهشکده کاربرد پرتوها واقع در پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران ارسال شد؛ همچنین از مناطق تحت بررسی، تعداد ۵۰ رأس گوسفند ماده بالغ بالای ۲ سال سن و بظاهر سالم که غیر آبستن یا حداکثر ۲ ماه آبستن بودند و تحت شرایط سنتی پرورش قرار داشتند، نمونه سرم خون (هر منطقه ۱۰ نمونه) به منظور ارزیابی مقدار سرمی مس و روی نیز تهیه و به آزمایشگاه مذکور ارسال شد. تغذیه گوسفندان تحت بررسی عمدتاً متکی به تغذیه سنتی کشت شده از علوفه‌های مذکور و نیز دریافت روزانه تقریباً 100 gr جو بصورت تغذیه دستی بود. لازم به ذکر است که نمونه‌های خاک، علوفه و سرم خون در خرداد ماه سال ۱۳۹۴ اخذ گردیدند.

ماده سازی و اندازه‌گیری عناصر مذکور در نمونه‌های خاک، بر اساس روش هضم قلیایی (Alkaline Fusion) و با استفاده از دستگاه اسپکترومتر نشر اتمی پلاسمای جفت شده القایی (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry - ICP-OES) به طریق زیر انجام شد (۱۴).

ابتدا مقدار $0/2\text{ gr}$ از نمونه خاک و یا گیاه با 1 gr از محلول لیتیوم تتراپورات در یک بوتله پلاتینی 25 cc وزن شده و برای مدت ۱ ساعت در کوره مافل (Muffle furnace) با دمای 1000°C قرار داده شد. بوتله‌های پلاتینی پس از ذوب نمونه، از کوره بیرون آورده و داخل بطری‌های حاوی اسید نیتریک ۵٪ با حجم 100 cc انداخته و تا حل شدن کامل محتویات بوتله، تکان داده شدند. پس از حل شدن نمونه‌های مذاب در اسید نیتریک، محلول حاصله مستقیماً توسط دستگاه ICP-OES (شرکت Varian، کشور استرالیا) خوانش شد.

نمونه‌های علوفه، پس از هضم در اسید کلریدریک و اسید نیتریک و آماده‌سازی به وسیله مایکروویو (۸)، با دستگاه اسپکترومتر جرمی پلاسمای جفت القایی (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) ICP-MS (شرکت Varian، کشور استرالیا) خوانش شدند. طوری که کم‌ترین مقدار قابل اندازه‌گیری مولیبدن، مس، روی، گوگرد و آهن علوفه و خاک در دو روش یاد شده به ترتیب $1/01\text{ mg/kg}$ ، ۱،



جدول ۱. مقادیر عناصر مس، مولیبدن، گوگرد، آهن و روی خاک مناطق تحت بررسی (mg/kg). (۱۰)*، (۹)**، (۱۷)***، (۲۰)****.

منطقه	عنصر	مس	مولیبدن	گوگرد	آهن	روی
ملاعب عیبات		۱۶	۷/۱۴	۱۳۹۱	۱۵۶۱۶	۲۷
فای		۲۸	۷/۳۵	۴۲۰۷	۲۳۰۴۶	۴۶
ام‌الدیس		۳۰	۷/۳۷	۶۶۰	۲۲۸۳۶	۴۶
دحیمی ۲		۲۱	۷/۳۱	۷۶۸۰	۲۰۳۳۴	۳۵
دحیمی ۳		۲۷	۷/۱۶	۳۶۹۴	۲۲۳۴۵	۴۴
میانگین (SE±)		۲۴/۴±۵/۸	۷/۲۷±۰/۰۴	۳۵۲۶/۴±۲۷۶۲	۲۰۸۳۵±۳۱۰۸	۳۹/۶±۸/۴
مقدار بحرانی		* < ۲۰	*** > ۳	****۳۳۰-۲۶۰	**۹۰۰۰ > ۱۵۰۰۰	* < ۵۰

جدول ۲. مقادیر عناصر مس، مولیبدن، گوگرد، آهن و روی در علوفه مرتعی مناطق تحت بررسی (mg/kg). (۱۷)*، (۱۰)**، (۲۱)***.

منطقه	عنصر	مس	مولیبدن	گوگرد	آهن	روی	مس/مولیبدن علوفه
ملاعب عیبات		۱۵	۷/۲	۳۹۹۹	۸۰۰	۳۹	۱۲/۵
فای		۱۴	۷/۶	۵۸۰۴	۷۰۰	۵۹	۸/۷۵
ام‌الدیس		۱۳	۷/۴	۲۷۴۷	۲۶۰۰	۸	۹/۲۸
دحیمی ۲		۱۶	۰/۵	۶۳۷۲	۲۵۰۰	۱۶	۳۲
دحیمی ۳		۱۸	۰/۵	۹۳۳۱	۲۳۰۰	۱۹	۳۶
میانگین (SE±)		۱۵/۲±۷/۹	۷/۰۴±۰/۵۱	۵۶۵۰/۶±۲۵۱۲	۱۷۸۰±۹۴۷	۲۸/۲±۲۰	۱۹/۷±۰/۸
مقدار بحرانی		* < ۵	* > ۳	** > ۲۰۰۰	**۱۵۰ > ۱۰۰۰	** < ۳۰	*** < ۵

جدول ۳. میانگین مقادیر سرمی مس و روی گوسفندان در مناطق تحت مطالعه در شهرستان سوسنگرد (μg/dl). (۱۷)*.

طبیعی	منطقه	ملاعب عیبات	فای	ام‌الدیس	دحیمی ۲	دحیمی ۳	میانگین	مقدار*
مس سرم		۷۹/۹±۱۷/۸	۷۳/۳±۲۰/۲	۷۶±۱۷/۵	۶۳/۵±۱۷/۸	۷۵/۷±۲۵/۹	۷۲/۷±۸/۲	۷۰-۱۳۰
روی سرم		۷۴/۸±۱۵/۳	۶۹/۴±۱۷/۱	۴۸/۲±۹/۳	۷۵/۵±۱۶/۵	۷۳/۴±۱۵	۶۸/۱±۱۷/۶	۸۰-۱۲۰

قرار داشت. Abua و همکاران در سال ۲۰۰۷ با بررسی غلظت‌های پایه عناصر خاک ایالت میسوری، مقادیر آهن، مس و روی را به ترتیب mg/kg ۹۹۵۱، ۱۸/۱ و ۹۵/۵ از خاک خشک گزارش کردند. در مطالعه‌ای که در بصره روی میزان عناصر سنگین خاک انجام شد، مقدار عناصر آهن، روی و مس به ترتیب ۱۵۶۸۸، ۵۲/۴ و ۸۸ (PPM) تعیین گردید (۹)؛ همچنین میزان استاندارد جهانی مس و روی خاک بر اساس مطالعه Lindsay در سال ۱۹۷۷، به ترتیب mg/kg ۳۰ و ۵۰ تعیین گردید. مقدار آهن خاک در پژوهش حاضر بالاتر از مقدار آهن مطالعات ذکر شده و استاندارد جهانی آن بود. در بررسی‌ای که روی خاک مناطق غیر صنعتی شهر اربیل در شمال عراق انجام شد، میانگین مقادیر مولیبدن، مس، روی و آهن نیز به ترتیب mg/kg ۱، ۳۳، ۴۳ و ۲۱۰۰۰ گزارش شد (۵). میانگین مقدار مس و مولیبدن خاک مناطق تحت بررسی در پژوهش حاضر در مقایسه با تحقیقات ذکر شده در محدوده طبیعی قرار داشت (۲۰، ۱۰، ۹).

پژوهش‌های اندکی در زمینه ارزیابی مقدار گوگرد خاک وجود دارد. یک بررسی، مقدار جهانی گوگرد خاک سطحی را mg/kg ۲۶۰ گزارش نموده است (۲۰)؛ همچنین در مطالعه روی ۱۰ نمونه از خاک نواحی مختلف

سرم و مس علوفه وجود دارد. بین مقدار روی سرم با مقادیر آهن خاک و علوفه به ترتیب یک رابطه شدید معکوس ($r^2 = -0.08$) و یک رابطه متوسط معکوس ($r^2 = -0.05$) مشاهده شد.

همچنین بین سطح سرمی مس با مقدار گوگرد خاک و علوفه به ترتیب یک رابطه معنی‌دار معکوس ($r^2 = -0.90$ ، $\text{Sig} = 0.03$) و یک رابطه ضعیف معکوس ($r^2 = -0.3$) مشاهده شد.

بحث

میانگین مقادیر گوگرد و آهن خاک در این پژوهش، به ترتیب mg/kg ۳۵۲۶/۴±۲۷۶۲/۴ و mg/kg ۳۱۰۸/۹±۲۰۸۳۵/۴ تعیین گردید. اگرچه میانگین روی خاک در مطالعه حاضر (mg/kg ۳۹/۶±۸/۴) تقریباً مشابه مقدار طبیعی روی خاک (mg/kg ۴۳) در مطالعه Farhad و همکاران در سال ۲۰۱۳ بود، اما در مقایسه با مقدار بحرانی روی خاک (۱۰)، مقدار روی خاک (mg/kg ۹۷/۴۸) در مطالعه Yavar و همکاران در سال ۲۰۱۴، و نیز پژوهش Plichta و Kuczynska در سال ۱۹۹۱، در سطح پایین‌تری



(۱۷) و در شرایطی که میزان مولیبدن جیره افزایش یابد و این نسبت به کمتر از مقدار بحرانی آن یعنی ۵ به ۱ کاهش یابد (۲۱)، می‌توان سبب القای کمبود ثانویه مس شود. در حالی که میزان مولیبدن علوفه در این بررسی پایین و میانگین شاخص نسبت مس به مولیبدن علوفه نیز $0/8 \pm$ ۱۹/۷ بدست آمد.

میانگین مقدار مس سرم گوسفندان مورد پژوهش، $72/2 \pm 8/2 \mu\text{g/dl}$ تعیین گردید. همچنین کمترین مقدار مس سرم، مربوط به گوسفندان منطقه دحیمی ۲ بود ($63/5 \pm 17/8 \mu\text{g/dl}$)، که دارای بالاترین مقدار گوگرد خاک (7680 mg/kg)، مقدار بالای گوگرد جیره (6372 mg/kg) و مقادیر بالای آهن جیره غذایی (2500 mg/kg)، در مقایسه با سایر مناطق مورد مطالعه بودند. اگرچه گوسفندان واقع در منطقه دحیمی ۲ از کمترین میزان مس سرم برخوردار بودند، اما تفاوت آماری معنی‌داری بین میزان سرم خون گوسفندان این منطقه با سایر مناطق یافت نشد ($p=0/08$).

مقدار طبیعی مس خون در گوسفند، $130 - 70 \mu\text{g/dl}$ و مقدار کم‌تر از آن یعنی $70 - 40 \mu\text{g/dl}$ نیز به عنوان کمبود ثانویه شناخته شده است (۱۷). با توجه به این که میانگین کلی مس سرم در این بررسی در پایین‌ترین حد طبیعی قرار داشت و نیز با وجود مقادیر بالای گوگرد و آهن جیره و مقدار طبیعی مس در خاک و علوفه، به نظر می‌رسد که اثرات مهارکنندگی این دو عنصر سبب کاهش زیست‌دستیابی مس در شکمبه گوسفندان منطقه شده است. همچنین به دلیل اینکه در پژوهش حاضر مقدار مولیبدن خاک و علوفه طبیعی بود، به نظر نمی‌رسد که نقشی در کاهش مس خون گوسفندان تحت مطالعه داشته باشد. مقدار مس خون می‌تواند تحت تأثیر تداخل چندین فاکتور از جمله مقدار مولیبدن، سولفات و آهن جیره و نیز مقدار روی موجود در جیره قرار گیرد. مولیبدن و سولفات بالای جیره وقتی وارد شکمبه دام‌ها می‌شوند، به واسطه سنتز میکروبی تیومولیدات، یک ترکیب غیر قابل جذب با مس در شکمبه تولید شده که مانع از جذب آن در شکمبه می‌شود (۱۷)؛ همچنین مقادیر بالای آهن جیره نیز ممکن است در ترکیب با گوگرد سبب تشکیل کمپلکس محلول سولفید آهن شوند که این ترکیب در شکمبه می‌تواند در ترکیب با مس، نامحلول و غیر قابل جذب گردد (۲). دیده شده که مقادیر $500 - 250 \text{ mg/kg}$ آهن موجود در ماده خشک علوفه می‌تواند سبب کاهش جذب مس در گاو شود (۴). Zhou و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز نشان دادند که علیرغم میزان طبیعی مس جیره ($6/8 \text{ mg/kg}$)، گوگرد بالای علوفه به میزان ($1700 \pm 4600 \text{ mg/kg}$) سبب کاهش جذب مس، کاهش مس خون ($27 \mu\text{g/dl}$) و بروز پیکا در جمعیت غزال‌ها در منطقه هادونگ چین شده است. در مطالعه Rasooli و همکاران در سال ۲۰۱۴، اگرچه مقدار آهن علوفه در برخی فصول سال بالا بود ($777 - 1365 \text{ mg/kg}$) اما مقدار 480 mg/kg گوگرد علوفه، سبب کمبود مس گوسفندان تحت بررسی در شهرستان یاسوج نشده بود؛ اگرچه مقدار بالای هر دو عنصر گوگرد و آهن جیره می‌تواند سبب تشکیل

جدول ۴. ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر سرمی روی و مس با عناصر موجود در خاک مناطق تحت بررسی.

عناصر خاک	مس	گوگرد	آهن	مولیبدن	روی
مس سرم	-0/1	$p=0/03, -0/91$	-0/3	-0/3	-0/2
روی سرم	-0/56	0/6	-0/8	-0/2	-0/6

جدول ۵. ضریب همبستگی پیرسون بین مقادیر سرمی روی و مس با عناصر موجود در علوفه مناطق تحت بررسی.

عناصر علوفه	مس	گوگرد	آهن	مولیبدن	روی
مس سرم	-0/2	-0/3	-0/3	0/4	0/2
روی سرم	0/7	0/6	-0/52	-0/3	0/4

جمهوری چک، میانگین میزان گوگرد خاک، 221 mg/kg تعیین شده است (۳). مقایسه میزان گوگرد خاک در پژوهش حاضر (2762 mg/kg) با مطالعات ذکر شده نشان می‌دهد که مقدار گوگرد در این مطالعه بیش از ۱۰ برابر مقادیر ذکر شده در مطالعات ذکر شده است.

میانگین مقادیر گوگرد و آهن علوفه مرتعی در این پژوهش، به ترتیب $2512 \text{ mg/kg} \pm 5650/6$ و 947 ± 1780 تعیین گردید که بالاتر از حد استاندارد بین‌المللی و مقدار بحرانی آن‌ها در علوفه و جیره غذایی حیوانات می‌باشند (۱ و ۱۹). در تحقیقی که روی ۱۵۱ نمونه علوفه مرتعی منطقه کوهستانی اورلیک (Orlicke) در جمهوری چک انجام شد، مقدار آهن، $173/17 - 63/45 \text{ mg/kg}$ تعیین شده است، در حالی که همین تحقیق، مقدار کافی آهن علوفه را 50 mg/kg گزارش کرده است (۱۵)؛ همچنین مقادیر طبیعی آهن و گوگرد علوفه مورد تغذیه نشخوارکنندگان، به ترتیب 150 mg/kg و 2000 ذکر شده است (۱). در بررسی Noaman که در سال ۲۰۱۳ در اصفهان روی مخلوطی از علوفه شامل کاه گندم و یونجه انجام شد، میانگین مقدار آهن، روی و مس جیره به ترتیب $49 \text{ mg/kg} \pm 494/4$ ، $72/8 \pm 5/3$ و $13 \pm 1/1$ تعیین گردید. مقایسه مقدار آهن علوفه در پژوهش حاضر با مطالعات یاد شده نشان می‌دهد که مقدار آهن در بررسی حاضر، ۲ تا ۱۰ برابر تحقیقات ذکر شده است. Ray Campbell در سال ۲۰۰۰، با بررسی نمونه‌های مختلف علوفه مرتعی در نواحی جنوبی ایالات متحده آمریکا، مقادیر عناصر گوگرد و مولیبدن را به ترتیب $3500 - 2000$ و $0/1 - 2$ تعیین کرد. در بررسی Rasoli و همکاران در سال ۲۰۱۴، که با هدف اندازه‌گیری مقادیر گوگرد، آهن، مس و مولیبدن علوفه مناطق مختلف شهرستان یاسوج انجام شد، میانگین مقادیر این عناصر در فصل بهار به ترتیب 480 mg/kg ، 777 ، $5/5$ و $0/27$ تعیین شد. مقایسه مقدار گوگرد علوفه در پژوهش حاضر با نتایج دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقدار گوگرد همانند مقدار آهن در علوفه بسیار بالا می‌باشد. میانگین مقدار مس، مولیبدن و روی علوفه مناطق تحت بررسی در مقایسه با مقادیر این عناصر در تحقیقات (۱، ۱۳، ۱۹) در محدوده طبیعی قرار داشتند. سمیت هر مقدار از مولیبدن جیره، تحت تأثیر نسبت مس به مولیبدن جیره می‌باشد



سبب تشکیل کمپلکس‌های نامحلول مس در شکمبه شوند؛ اما در بررسی حاضر مشخص نیست که نقش کدامیک از عناصر گوگرد و یا آهن در تشکیل کمپلکس‌های نامحلول مس بیشتر است.

با توجه به این که میانگین کلی روی سرم گوسفندان در این پژوهش پایین‌تر از حد طبیعی قرار داشت و نیز با وجود مقادیر بالای آهن خاک و جیره و مقدار طبیعی روی علوفه، به نظر می‌رسد که اثرات مهارکنندگی آهن جیره سبب کاهش زیست‌دستیابی روی در شکمبه گوسفندان منطقه شده است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تأمین هزینه اجرای این تحقیق تشکر می‌کنند.

References

1. Anonymous (2001) Nutrient Requirements of Domestic Animals. (7th ed.). Washington DC, NW, USA. p. 131-143.
2. Arthington, J. D., Rechcigl J. E., Yost G. P., McDowell L.R., Fanning, M.D. (2002) Effect of ammonium sulfate fertilization on bahiagrass quality and copper metabolism in grazing beef cattle. *J Anim Sci.* 80: 2507-2512.
3. Balik, J., Kulhanek, M., Cerny, J., Szakova, J., Pavlikova, D., Cermak, P. (2009) Differences in soil sulfur fractions due to limitation of atmospheric deposition. *Plant Soil Environ.* 55: 344-352.
4. Bremner, I., Humphries, W.R., Phillippo, M., Walker, M.J., Morrice, P.C. (1987) Iron-induced copper-deficiency in calves: dose-response relationships and interactions with molybdenum and sulfur. *J Anim Sci.* 45: 403-414.
5. Farhad, A., Yawooz, M., Kettanah, A., Smail, S.Q. (2013) Environmental significance of major and trace elements in the soils of selected areas in Erbil City, Kurdistan Region, northern Iraq. *Iraqi National J Earth Sci.* 13: 15 -32.
6. Heidarpour Bami, M., Mohri, M., Seifi, H.A., Alavi Tabatabaee, A.A. (2008) Effects of parental supply of iron and copper on hematology, weight gain and health in neonatal dairy calves. *Vet Res Commun.* 32: 553-561.
7. Ikem, A., Campbell, M., Nyirakabibi, I., Garth, J.

کمپلکس‌های نامحلول مس در شکمبه نشخوارکنندگان شوند؛ اما در پژوهش حاضر مشخص نیست که نقش کدامیک از عناصر گوگرد و یا آهن در تشکیل کمپلکس‌های نامحلول مس در شکمبه بیشتر است. البته وجود یک ضریب همبستگی شدید و معکوس ($r^2 = -0/9$) بین میزان مس سرم و گوگرد خاک و نیز یک ضریب همبستگی ضعیف اما معکوس ($r^2 = -0/3$) بین مس سرم و گوگرد علوفه، ممکن است نشان دهنده نقش بیشتر گوگرد بالای خاک و علوفه در کاهش مس سرم باشد.

میانگین کلی مقدار روی گوسفندان تحت پژوهش $17/6 \mu\text{g/dl} \pm 6/1$ تعیین گردید. به گونه‌ای که کم‌ترین مقدار روی سرمی، مربوط به گوسفندان منطقه ام‌الدیس بود ($4/2 \pm 9/3 \mu\text{g/d}$) که دارای بالاترین مقدار آهن (2600 mg/kg) و کم‌ترین مقدار گوگرد جیره غذایی (2747 kg) بودند. به نظر می‌رسد، مقدار پایین‌تر از حد بحران روی علوفه منطقه ام‌الدیس (8 mg/kg) نیز به طور اولیه در کاهش روی سرم گوسفندان منطقه مؤثر بوده است. بین میزان روی سرم گوسفندان منطقه ام‌الدیس با سایر مناطق مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0/001$). مقدار طبیعی روی سرم در گوسفند $120 - 80 \mu\text{g/dl}$ می‌باشد (۱۷). با توجه به این که میانگین کلی روی سرم در این پژوهش پایین‌تر از حد طبیعی قرار داشت و نیز با وجود مقادیر بالای آهن خاک و جیره خصوصاً در منطقه ام‌الدیس و مقدار طبیعی روی علوفه (بجز منطقه ام‌الدیس)، به نظر می‌رسد که اثرات مهارکنندگی آهن جیره سبب کاهش زیست‌دستیابی روی در شکمبه گوسفندان منطقه شده است. چرا که جذب و زیست‌دستیابی روی برای نشخوارکنندگان، ممکن است به دلیل مقادیر بالای کلسیم و آهن جیره کاهش یابد (۱۷)؛ همچنین وجود یک ضریب همبستگی شدید معکوس ($r^2 = -0/8$) و یک رابطه متوسط معکوس ($r^2 = -0/50$) به ترتیب بین مقدار روی سرم با مقادیر آهن خاک و علوفه، نیز تئوری نقش مهارتی آهن بالای جیره در کاهش جذب روی را تقویت می‌کند. این که چرا بین میزان مس سرم و مس خاک و علوفه همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد، ممکن است به این دلیل باشد که مس سرم علاوه بر تأثیر پذیری از مس خاک و علوفه، تحت تأثیر مقادیر بالای گوگرد و آهن خاک و علوفه قرار گرفته باشد. به صورت مشابهی، ممکن است مقادیر بالای آهن خاک و علوفه سبب شکل‌گیری یک رابطه غیر قابل انتظار معکوس ($-0/6$) بین روی سرم و روی خاک شده است، اگرچه مقدار بالای کلسیم خاک و علوفه نیز می‌تواند مداخله‌گر رابطه فوق باشد، درحالی که در این مطالعه وضعیت کلسیم خاک و علوفه بررسی نشده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه میانگین کلی مس سرم در این پژوهش در حد پایین طیف طبیعی قرار داشت و نیز با وجود مقادیر بالای گوگرد و آهن جیره و مقدار طبیعی مس در خاک و علوفه، به نظر می‌رسد که اثرات مهارکنندگی این دو عنصر سبب کاهش زیست‌دستیابی مس در شکمبه شده است؛ اگرچه مقدار بالای هر دو عنصر گوگرد و آهن جیره می‌تواند



- (2008) Baseline concentrations of trace elements in residential soils from Southeastern Missouri. *Environ Monit Assess.* 140: 69-81.
8. Kalra, Y. P., Maynard, D. G. (1998) Microwave digestion of plant tissue in an open vessel. In: *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis.* (1st ed.). CRC Press. Washington DC, USA. p. 63-65.
 9. Khawedim, KH. (2013) Study of distribution of some trace elements contents in the soil of Basra City using geographic information system (GIS). *JUBPAS.* 21: 497-509.
 10. Lindsay, W. L. (1979) *Chemical Equilibria of Soils,* (1st ed.). John Wiley and sons. New York, USA. p. 449.
 11. McDowell, L.R., (2002) Recent advances in minerals and vitamins on nutrition of lactating cows. *Pakistan J Nutr.* 1: 8-19.
 12. McDowell, L.R., Conrad, J.H., Ellis, G.L. (1984) Mineral deficiencies and imbalances, and their diagnosis. In: *Symposium on Herbivore Nutrition in Sub-Tropics and Tropics-Problems and Prospects.* Gilchrist, F.M.C., Mackie, R.I. (eds.). Craighall, South Africa. p. 67-88.
 13. Noaman, V. (2013) Assessment of some serum trace element in holstein dairy cattle on industrial farms of Isfahan province, Iran., *World Appl Sci J.* 121: 1158-1161.
 14. Nolte, J. (2003) *ICP Emission spectrometry: A practical guide* (Paperback). (1st ed.). Wiley-VCH. Owingen, Germany. p. 2-8: 232-235.
 15. Pavlík, A., Skarpa, P., Slama, P., Havlicek, Z. (2013) Short communication: Iron concentrations in soil, pasture and blood plasma of beef cattle reared suckling cows system. *JMBFS.* 2: 1526-1530.
 16. Plichta, W., Kuczynska, I. (1991) Metal contents in soils of Kaffioyra, Spitsbergen. *Polish Polar Res.* 12: 183-193.
 17. Radostits, O.M., Gay, C.C., Hinchcliff, K.W., Constable, P.D. (2007) Diseases associated with deficiencies of mineral nutrients. In: *Veterinary Medicine.* (10th ed.) W.B. Saunders, London, UK. p. 1707-1717, 1730-1732.
 18. Rasooli, A., Nouri, M., Razi Jalali, M., Sabaghan, M. (2014) Seasonal evaluation of serum copper level of sheep and status of copper, molybdenum, sulfur and iron in soil and pastures in Yasuj town. *J Large Anim Clin Sci Res.* 7: 11-18.
 19. Ray Campbell, C. (2000) *Reference Sufficiency Ranges for Plant Analysis in the Southern Region of the United States.* (1st ed.). North Carolina, USA. p. 45-51.
 20. Seger, M. (2012) Levels of sulfur as an essential nutrient element in the soil-crop-food system in Austria. *Agriculture.* 2: 1-11.
 21. Smith, BP. (2015) Copper deficiency and toxicity in ruminants. In: *Large Animal Internal Medicine.* Smith, B.P. (ed.). (5th ed.). Elsevier Mosby. Missouri, USA. p. 935-945.
 22. Yavar, A., Sarmani, S.B., Hamzah, A., Hashim, J.H., Aljunid, S.M., Siong, K.K. (2014) Trace elements in the soil of Phumi Khleang village, Kandal Province, Cambodia. *J Environ Poll Hum Health.* 2: 63-68.
 23. Zhou, L., Long, R., Pu, X., Qi, J., Zhang, W. (2009) Studies of a naturally occurring sulfur-induced copper deficiency in Przewalski's gazelles. *Can Vet J.* 50(12): 1269-72.



Study on Relationship Between Copper, Sulfur, Iron, Molybdenum and Zinc of Soil and Forages With Copper and Zinc Serum of Sheep in Susangerd

Rastmanesh, F.¹, Zarasvandi, A.¹, Rajabzadeh, N.², Nikvand, A.A.^{3*}, Nori, M.³, Asakereh, N.⁴

¹Department of Geology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

²Graduated of Bio-environmental Geology, Department of Geology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

³Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

⁴Expert of Veterinary Office of Dasht-e Azadegan, Iranian Veterinary Organization, Khuzestan, Iran

(Received 13 February 2018, Accepted 23 May 2018)

Abstract:

BACKGROUND: A number of clinical cases of mineral deficiency, specially associated with copper in sheep of Khuzestan province have been seen annually; whereas the studies on soil and forage related mineral and effects of them on zonal domestic animals are rare. **OBJECTIVES:** The aim of the present study was to investigate the copper, sulfur, iron, molybdenum and zinc of soil and pastures forages status in order to see the probable correlation of these elements with copper and zinc serum of sheep in Susangerd town of Khuzestan province. **METHODS:** 5 soil and forage samples and 50 blood samples from sheep that were grazing in the area were taken. All the samples were sent to the Institute of Radiation at Atomic Energy Organization of Iran for the elements measurement. The soil samples were alkaline digested and read by ICP-OES apparatuses. After acidic digesting, forage samples were read by ICP-MS apparatuses. Serum levels of copper and zinc were also measured by atomic absorption spectroscopy. **RESULTS:** The averages of iron and sulfur content of soil were higher than international standard and critical levels, while the copper and molybdenum averages were within normal range. The mean of soil zinc in comparison to the crisis amounts was in the lower level ($p=0.05$). Comparing the mean values of forage elements with their critical levels showed that sulfur and iron were higher than standard levels. The results revealed that the serum copper and zinc were lower than normal and sheep under this investigation were mostly in a borderline deficiency status. **CONCLUSIONS:** It seems that high levels of sulfur and iron in pastoral forages reduces intestinal absorption and bioavailability of copper and zinc in sheep grazing in the under study areas.

Keyword: Copper, Sulfur, ICP-OES, Forage, Sheep

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Levels of copper, molybdenum, sulfur, iron and zinc in soil of studding areas (mg/kg).

Table 2. Pastoral forage levels of copper, molybdenum, sulfur, iron and zinc in studding areas. (mg/kg).

Table 3. The mean serum levels of copper and zinc of the sheep in Susangerd city ($\mu\text{g}/\text{dl}$).

Table 4. Pearson Correlation coefficient between serum levels of copper and zinc with soil mineral levels in studding areas.

Table 5. Pearson Correlation coefficient between serum levels of copper and zinc with the mineral levels of pastoral forage in studding areas.



*Corresponding author's email: a.nikvand@scu.ac.ir , Tel: 061-33330073, Fax: 061-33360807

J. Vet. Res. 73, 3, 2018