تحقیقات تولیدات دامی
سال دوم/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۲ (۴۱-۲۹)

بررسی اثر نانو ذرات اکسید روی و اکسید روی بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های خون در بزغاله‌های نر مرغوز

خلیل زابلی[۱]، حسن علی‌عربی[۲*]، محمد مهدی طباطبایی[۳]، علی‌اصغر بهاری[۴]، زهره زارعی قانع[۵]

۱- دانشجوی دکترای تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
۳- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
۴- استادیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده پیرا دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
۵- کارشناس ارشد ایمنی شناسی، مرکز بهداشت شهرستان همدان

(تاریخ دریافت ۹۱/۱۰/۲۳- تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۵)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثر اکسید روی (ZnO) و نانو اکسید روی (nZnO) بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های خونی در بزغاله‌های مرغوز بود. تعداد ۳۰ راس بزغاله نر مرغوز با سن ۷-۶ ماه (۶ ± ۱۹۲ روزه) در قالب طرح کاملاً تصادفی و به طور تصادفی به ۵ تیمار شامل سطوح صفر، ۲۰ و ۴۰ قسمت در میلیون عنصر روی از منبع ZnO و ۲۰ و ۴۰ قسمت در میلیون روی از منبع nZnO، تقسیم شده و به مدت ۷۰ روز از یک جیره پایه (حاوی ۲۲/۱۲ میلی گرم عنصر روی به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره) تغذیه شدند. بزغاله‌ها هر دو هفته یک بار وزن‌کشی شدند و جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در روزهای صفر، ۳۵ و ۷۰ آزمایش، از آنها خون‌گیری به‌عمل آمد. میانگین مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه در کلیه تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی جیره نیز تحت تاثیر مصرف روی در جیره قرار نگرفت. تفاوت معنی‌داری بین غلظت فراسنجه‌های خون (گلوکز، اوره، آلبومین و پروتئین کل، آنزیم آلکالین فسفاتاز، آنزیم لاکتات دهیدروژناز و ویتامین A سرم) مشاهده نشد. غلظت عنصر روی در پلاسما به جز در روز ۳۵ آزمایش، تحت تاثیر مصرف مکمل روی قرار نگرفت. به طورکلی، نتایج نشان داد که استفاده از سطوح ۲۰ و ۴۰ قسمت در میلیون عنصر روی از دو منبع ZnO و nZnO بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی در بزغاله‌های مرغوز که از جیره حاوی ۲۲/۱۲ قسمت در میلیون روی تغذیه کرده بودند، تاثیری نداشت.

واژه‌های کلیدی: اکسید روی، بزغاله مرغوز، عملکرد، فراسنجه های خونی، نانو ذره

* نویسندهٔ مسئول: h_aliarabi@yahoo.com

مقدمه

عنصر روی (Zn) یکی از مواد معدنی است که در بسیاری از اعمال حیاتی بدن از قبیل رشد، ساخت DNA، ساختمان هورمون‌ها و آنزیم‌ها نقش دارد و به همین دلیل وجود این ماده در جیره حیوانات ضروری است (Suttle, 2010). این عنصر یکی از محدودکننده‌ترین عناصر در تغذیه حیوانات اهلی است و از آنجا که بدن نمی‌تواند مقدار زیادی از این عنصر را در خود ذخیره کند، لذا می‌بایست به صورت روزانه در جیره دام‌ها فراهم شود (Pal *et al.*, 2010; Zalewski *et al.*, 2005). هرگونه افزایش و یا کمبود این عنصر سبب اثرات سوء و کاهش عملکرد حیوانات می‌شود (Formigari *et al.*, 2007).

عنصر روی علاوه بر اثر مثبتی که بر ترشح و رهاسازی هورمون انسولین دارد، در ساختمان و فعالیت آنزیم‌های مسیر گلیکولیز نیز موثر است و لذا در اکسیداسیون گلوکز و برداشت آن توسط سلول‌های بدن و در نهایت کاهش غلظت گلوکز خون اثرگذار است (فرزامی و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین، این عنصر در روند تجزیه پروتئین و تولید آمونیاک در شکمبه نقش دارد و از این طریق بر میزان اوره خون اثرگذار است (Eryavuz and Dehority, 2009). عنصر روی ممکن است در بیان ژن هورمون کنترل کننده اشتها (کوله سیستوکینین) نیز نقش داشته باشد و فقدان آن در جیره سبب کاهش اشتها شود (NRC, 2007). غلظت‌های بالاتر روی در جیره نیز ممکن است اثر منفی بر روی اشتها داشته باشد. عنصر روی از طریق اثر بر تولید و ترشح هورمون‌های رشد، IGF-1، سوماتومدین و آنزیم‌های مرتبط با تنظیم تکثیر سلولی در رشد بدن اثر گذار است (Ruth, 2000). این عنصر در متابولیسم ویتامین آ در کبد نیز نقش فعالی دارد (NRC, 2007).

معمولاً نمکهای معدنی روی مانند اکسید و سولفات روی به عنوان منابع اصلی، در صنعت خوراک دام و طیور استفاده گسترده‌ای دارند (Wedekind and Baker, 1990). در رابطه با افزودن اکسید روی به جیره به عنوان منبع روی، تحقیقات بسیار زیادی صورت گرفته است. در یک مطالعه مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از اکسید روی به مدت ۱۲۰ روز در جیره بزهای آنقوره استفاده شد و مشاهده شد که ماده خشک مصرفی و افزایش وزن بزها تحت تاثیر مصرف مکمل روی بهبود یافت (Puchala *et al.*, 1999). بر خلاف نتایج فوق، استفاده از مکمل روی تا ۲۵۰ قسمت در میلیون در جیره بزهای آنقوره به مدت ۸ ماه تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن زنده بزها ایجاد نکرد (Eryavuz *et al.*, 2002). همچنین، مصرف اکسید روی اثری بر فعالیت آلکالین فسفاتاز در بره‌های در حال رشد (Droke *et al.*, 1998) و آلبومین و غلظت روی سرم خون در گوساله‌های هلشتاین (Kincaid *et al.*, 1997) نداشت.

اخیراً نانو اکسید روی با استفاده از روشهای بسیار متنوعی تولید می‌شود. شناخته‌ترین این روشها شامل میکروامولسیون، سنتز کلوئیدی، رسوب‌دهی، روش‌های سل ژل و سنتز حرارتی با اسپری است (Shulin and Changhui, 2008). به خاطر خصوصیات منحصر به فرد نانو اکسید روی، از این ماده در صنایع مختلف اعم از غذایی، دارویی، لاستیک سازی، الکترونیکی و حتی به عنوان افزودنی خوراکی استفاده می‌شود (Song *et al.*, 2010). کاهش اندازه ذرات در مقیاس نانو و افزایش نسبت سطح به حجم در ترکیبات نانو، سبب شده است تا سطح تماس این ترکیبات با سایر بیومولکولها افزایش یافته و فعل و انفعالات شیمیایی این مواد با مولکولهای آلی و غیر آلی در بدن بطور متفاوتی صورت گیرد که در بسیاری از موارد هنوز ناشناخته است (Ferancisco *et al.*, 2008).

در رابطه با اثر نانو اکسید روی بر سیستم‌های بیولوژیکی و به خصوص باکتریها تحقیقات زیادی صورت گرفته است. این تحقیقات اثرات ضد میکروبی این ماده را بر روی باکتری *سودوموناس آ یروژینوزا*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *استافیلوکوکوس اپیدرمیس* تایید کرده است (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در رابطه با اثر نانو اکسید روی بر عملکرد دام و طیور تحقیقات بسیار اندکی صورت گرفته است. در یک تحقیق، مصرف نانو اکسید روی به میزان ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره، عملکرد طیور را بهبود بخشید (Lina *et al.*, 2009). همچنین، در یک آزمایش به صورت برون تنی استفاده از نانو اکسید روی در جیره سبب بهبود رشد باکتریهای شکمبه و افزایش بازده مصرف انرژی در جیره شد (Juncai and Zhisheng, 2011).

با توجه به توسعه استفاده از ترکیبات نانو در صنایع مختلف و از آنجا که اثرات این گونه مواد در بسیاری از ابعاد بر بدن دام‌ها ناشناخته است، لذا ضروری است که در کنار توسعه این فن‌آوری و به کارگیری آن در صنایع مختلف، از

این ترکیبات به عنوان مکمل خوراکی در جیره دام‌ها استفاده شده و اثرات احتمالی آنها بر این حیوانات نیز بررسی شد. لذا این آزمایش به منظور بررسی استفاده از اکسید و نانو اکسید روی به عنوان مکمل در جیره بزغاله های نر مرغوز و اثر آن بر برخی شاخص‌های عملکردی و فراسنجه‌های خونی طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

۱- حیوانات، جیره‌ها و نحوه تغذیه

این آزمایش با استفاده از تعداد ۳۰ راس بزغاله نر نژاد مرغوز ۷-۶ ماهه (۶ ± ۱۹۲ روزه با میانگین وزنی۲/۷۲± ۱۴/۷۲ کیلوگرم) در ایستگاه تحقیقات دامپروری دانشگاه بوعلی سینا انجام گرفت. سالن آزمایش به صورت سر پوشیده و مجهز به ۳۰ عدد قفس انفرادی به ابعاد ۲ × ۱ متر با کف سیمانی بود. دوره سازش پذیری به جیره و شرایط محیطی جدید، ۲۰ روز طول کشید. قبل از شروع آزمایش، کلیه حیوانات به مدت ۲ روز متوالی قبل از خوراک دهی صبح با ۱۶ ساعت گرسنگی قبلی وزن کشی شدند و میانگین وزن زنده هر یک از آنها به عنوان وزن اولیه در نظر گرفته شد. سپس به صورت تصادفی (بر اساس وزن زنده) در ۵ تیمار دسته بندی شده و به مدت ۷۰ روز با جیره های آزمایشی به صورت جیره کاملاً مخلوط شده (Total Mixed Ration) در دو وعده صبح (۹:۰۰) و عصر (۱۷:۰۰) تغذیه شدند (Jia *et al.*, 2008). برای این منظور خوراک روزانه به صورت آزاد و طوری در اختیار بزغاله‌ها قرار می‌گرفت که ۱۰ درصد باقیمانده داشته باشد و کلیه نیاز مواد مغذی آنها را به جز عنصر روی (Zn) تامین نماید (NRC, 2007؛ جدول ۱).

تیمارهای آزمایشی به ترتیب شامل تیمار شاهد (بدون مکمل)، سطوح ۲۰ و ۴۰ قسمت در میلیون عنصر روی به شکل مکمل معدنی اکسید روی (ZnO) و سطوح ۲۰ و ۴۰ قسمت در میلیون عنصر روی به شکل نانو اکسید روی (nZnO) بود. اکسید روی مورد استفاده در این آزمایش از شرکت مرک آلمان (شماره سریال۶۱۷۵۷۵۱۰۰۰) و نانو اکسید روی (ترکیبات نانو اکسید روی شامل ۹۹ ٪ ≤ ZnO ، Cu ≤ ۳ ppm، Mn ≤ ۵ ppm، Pb ≤ ۹ ppm و ۹ ppm ≤ Cd، اندازه نانو ذره ۲۰ nm، سطح ویژه آن ۹۰ m^2/g، درصد خلوص ۹۹+ ، چگالی ظاهری ۰/۶۵ g/m^3 و شکل ظاهری آن به صورت پودر سفید رنگ است) نیز از نوع وارداتی توسط شرکت نانو پارس لیما از محصولات شرکت Us-nano (آمریکا، شماره سریال US۳۵۹۰) تهیه شدند. مقدار مکمل معدنی مورد نیاز برای هر کدام از دام‌ها قبلاً به نسبت مشخصی با آرد جو الک شده مخلوط شده و هر روز قبل از خوراک‌دهی صبح به صورت محلول سوسپانسیون تهیه شده و جهت اطمینان از مصرف آن، با استفاده از یک عدد سرنگ معمولی در دهان بزغاله‌ها ریخته شد. بزغاله‌های گروه شاهد، محلول سوسپانسیون فوق را بدون مکمل روی دریافت کردند (Dezfoulian *et al.*, 2012). آب آشامیدنی تمیز نیز به صورت آزاد در اختیار دام‌ها قرار داشت. کلیه بزغاله‌ها هر ۲ هفته یک بار (در ۲ روز متوالی) و قبل از خوراک‌دهی صبح توزین شده و بر اساس آن مقدار ماده خشک مصرفی دام‌ها برای هفته بعد تنظیم می‌شد.

از مواد خوراکی به صورت هفتگی نمونه‌برداری شده و جهت آزمایشات تجزیه شیمیایی در داخل کیسه‌های نایلونی در بسته نگهداری شدند.

خون‌گیری از طریق سیاهرگ وداج در روزهای صفر، ۳۵ و ۷۰ و قبل از خوراک‌دهی صبح برای کلیه دام‌ها جهت جداسازی سرم و پلاسما انجام شد. مقادیر کاملاً مشخصی از سرم و پلاسما به داخل میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل شده و جهت آزمایشات بعدی در دمای ۲۰°C- قرار گرفتند.

در پایان آزمایش (روز ۷۰)، تعداد ۴ راس بزغاله با مصرف خوراک تقریباً مشابه از هر تیمار انتخاب و به داخل قفس‌های متابولیکی منتقل شدند و با یک هفته سازش‌پذیری مجدد، به مدت ۷ روز آزمایشات هضمی بر روی آنها انجام شد. میزان خوراک مصرفی و نحوه تغذیه دام‌ها در این آزمایش کاملاً مشابه آزمایش قبل بود. یعنی خوراک روزانه به صورت آزاد و در دو وعده صبح (۹:۰۰) و عصر (۱۷:۰۰) طوری در اختیار بزغاله‌ها قرار می‌گرفت که ۱۰ درصد باقیمانده داشته باشد.

مقدار ماده خشک و ترکیب شیمیایی (چربی خام، ماده آلی، پروتئین خام و ماده معدنی) در خوراک، مدفوع و پسمانده احتمالی خوراک به روش AOAC (2000)، کربوهیدرات غیر فیبری[1] به روش NRC (2001) و مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی[2] نیز با روش استاندارد تعیین شد (Vansoest *et al.*, 1991).

1. Non Fiber Carbohydrate
2. Neutral Detergent Fiber

جدول ۱- اجزا و ترکیب مواد مغذی در جیره پایه

Table 1. Ingredients and nutrient composition of the basal diet

Nutrients	Alfalfa (43%)	Barley grain (40%)	Wheat straw (17%)	Basal diet
Dry matter (%)	93.42	93.36	95.92	93.82
Organic matter (%DM)	90.25	91.50	92.38	91.11
Crude protein (%DM)	15.06	10.35	5.62	11.57
Ether extract (%DM)	3.01	1.40	1.23	2.06
Neutral detergent fiber (%DM)	43.35	31.28	67.35	42.60
Non fiber carbohydrate (%DM)	28.83	48.47	18.18	34.87
Ash (%DM)	9.75	8.50	7.62	8.89
Calcium (%DM)	1.69	0.09	0.04	0.77
Phosphorus (%DM)	0.23	0.32	0.05	0.24
Zinc (mg/kg DM)	23.01	27.79	6.48	22.12
Copper (mg/kg DM)	11.47	8	3.84	8.79
Iron (mg/kg DM)	377	95.34	156.6	226.87
Metabolizable Energy [1] (Mcal/kg)	2.1	3	1.5	2.36

1. Metabolizable energy was calculated based on NRC (2007)

جهت تعیین مقدار مواد معدنی (کلسیم، فسفر، روی، آهن و مس) نمونه‌های خوراک، قبل از هضم اسیدی در کوره الکتریکی سوزانده شدند. نمونه‌های مربوط به تعیین فسفر در دمای ۴۵۰ درجه به مدت ۲ ساعت و نمونه‌های مربوط به سایر مواد معدنی در دمای ۵۵۰ درجه به مدت ۴ ساعت قرار گرفتند (Zhang *et al.*, 2008).

اندازه‌گیری گلوکز، اوره، آلبومین و پروتئین کل، آنزیم آلکالین فسفاتاز و لاکتات دهیدروژناز و نیز کلسیم و فسفر سرم خون با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی (شرکت پارس آزمون، ایران) و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (مدل Dirui CS-400 ساخت کشور چین) انجام شد. مقدار ویتامین A سرم خون توسط دستگاه HPLC (مدل Merck Hitachi HPLC system D-7000 ژاپن) اندازه‌گیری شد (Bystrowska *et al.*, 2009). مقدار عناصر آهن، روی و مس نمونه‌های خوراک و مقدار عنصر روی پلاسما با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل SpectrAA 200 Varian استرالیا) اندازه‌گیری شد (Rimbach *et al.*, 1998). فسفر نمونه خوراک به روش AOAC (2000) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Varian Cary 100 conc استرالیا) و مقدار کلسیم آن نیز به روش AOAC (2000) تعیین شد.

کلیه داده‌ها با استفاده از رویه GLM و با استفاده از نرم افزار SAS آنالیز شدند (SAS, 2001). مدل آماری استفاده شده $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود که در آن Y_{ij} مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام، μ اثر میانگین، T_i اثر تیمار i ام و e_{ij} اثرخطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام بود. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح خطای $P<۰/۰۵$ انجام گرفت.

نتایج و بحث

میانگین ماده خشک مصرفی در کلیه تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نشان نداد (جدول ۲). چنین روندی در مورد میانگین افزایش وزن روزانه نیز وجود داشت. همچنین در مورد بازده مصرف خوراک نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. مقدار ماده خشک و مواد مغذی مصرف شده به‌ازای کیلوگرم وزن زنده بزغاله‌ها، در کلیه تیمارها یکسان بود و تحت تاثیر مکمل روی قرار نگرفت (جدول ۳).

در یک مطالعه وقتی که سطح مصرف روی از ۲۶/۰۲ به ۸۵/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره افزایش داده شد، تاثیری در ماده خشک مصرفی روزانه گوساله‌های پرواری مشاهده نشد (Khan, 1978). استفاده از مکمل روی تا ۲۵۰ قسمت در میلیون در جیره بزهای آنقوره به مدت ۸ ماه نیز تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن زنده آنها ایجاد نکرد (Eryavuz *et al.*, 2002). در یک مطالعه به جیره گوساله‌های از شیر گرفته شده، مقدار ۳۰۰ قسمت در میلیون عنصر روی به صورت اکسید روی اضافه و مشاهده شد که ماده خشک مصرفی و میانگین افزایش وزن زنده تحت تاثیر مصرف روی قرار نگرفت (Kincaid *et al.*,1997). همچنین، اضافه کردن مقدار ۱ گرم متیونین روی به مدت۲۰ هفته به جیره بزهای شیری، ماده خشک مصرفی را تحت تأثیر قرار نداد (Salama *et al.*, 2003).

جدول ۲- اثر مکمل روی (اکسید روی و نانو اکسید روی) بر عملکرد بزغاله‌های مرغوز

Table 2. Effect of dietary Zn supplementation (ZnO and nZnO) on performance of Markhoz goat kids

Item	Treatment [1]					SEM [2]	*P*-value
	Control	ZnO (20)	ZnO (40)	nZnO (20)	nZnO (40)		
Dry matter intake (g)	449.97±111.96	500.87±99.53	527.20±98.55	540.85±139.08	552.82±110.04	45.346	0.7829
Zn intake (mg/day)	9.95 [c] ±2.47	21.10 [b] ±4.19	32.75 [a] ±6.12	22.78 [b] ±5.86	34.34 [a] ±6.94	3.118	0.0004
Initial body weight (kg)	14.06 ±3.49	14.80 ±3.06	14.59 ±3.20	14.89 ±2.15	15.29 ±3.03	1.510	0.9843
Final body weight (kg)	16.11 ±2.81	17.84 ±3.13	17.79 ±3.23	18.09 ±2.71	18.52 ±3.50	2.052	0.9337
Average daily gain (g/day)	32.33 ±6.39	43.25 ±20.70	46.35 ±16.17	44.88 ±24.39	43.56 ±23.48	9.688	0.6969
Feed : gain	15.41 ±2.21	14.63 ±4.06	12.10 ±2.34	15.52 ±5.16	12.91 ±3.03	3.206	0.9177

1. Control: basal diet (Zn = 22.12 mg/kg DM), ZnO (20): basal diet + Zn oxide (added Zn = 20 mg/kg DM), ZnO (40): basal diet + Zn oxide (added Zn = 40 mg/kg DM), nZnO (20): basal diet + Zn nano oxide (added Zn = 20 mg/kg DM), nZnO (40): basal diet + Zn nano oxide (added Zn = 40 mg/kg DM).
2. Standard error of mean.
Means with different superscript letters in rows are significantly different ($P<0.05$).

جدول ۳- ماده خشک و مواد مغذی مصرف شده، قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی جیره‌ها

Table 3. Dry matter and nutrient intake, digestibility of dry matter and nutrients

Item	Treatment [1]					SEM [2]	*P*-value
	Control	ZnO (20)	ZnO (40)	nZnO (20)	nZnO (40)		
Nutrient intake (g/kg BW)							
Dry matter	30.00±2.95	30.82±1.74	32.81±1.56	32.47±2.60	32.40±2.23	1.139	0.3700
Organic matter	27.33±2.69	28.08±1.58	29.89±1.42	29.58±2.37	29.52±2.03	1.037	0.3693
Crude protein	3.47±0.34	3.57±0.20	3.80±0.18	3.75±0.30	3.75±0.26	0.131	0.3746
Ether extract	0.62±0.06	0.64±0.03	0.68±0.03	0.67±0.05	0.67±0.05	0.022	0.3385
Neutral detergent fiber	12.78±1.26	13.13±0.74	13.98±0.67	13.83±1.11	13.80±0.95	0.485	0.3703
Non fiber carbohydrate	10.46±1.03	10.75±0.61	11.44±0.54	11.32±0.91	11.30±0.78	0.397	0.3692
Digestibility (%)							
Dry matter	60.75±3.55	61.68±1.57	60.87±1.04	61.11±0.98	60.71±2.54	1.085	0.9668
Organic matter	62.05±3.35	62.80±1.66	62.23±1.13	62.58±0.85	61.97±2.38	1.041	0.9753
Crude protein	60.56±2.12	61.74±2.57	60.23±1.92	59.38±2.19	57.50±3.78	1.932	0.6009
Ether extract	66.82±3.67	66.44±4.52	65.21±5.04	70.98±5.33	67.91±2.90	4.767	0.9415
Neutral detergent fiber	34.19±5.27	31.51±3.40	33.794.17	30.54±3.95	37.43±3.19	2.924	0.5311
Non fiber carbohydrate	94.35±2.31	95.47±2.76	93.96±2.87	93.42±3.69	91.64±3.46	1.769	0.6215

1. Control: basal diet (Zn = 22.12 mg/kg DM), ZnO (20): basal diet+Zn oxide (added Zn = 20 mg/kg DM), ZnO (40): basal diet+Zn oxide (added Zn = 40 mg/kg DM), nZnO (20): basal diet+Zn nano oxide (added Zn = 20 mg/kg DM), nZnO (40): basal diet+Zn nano oxide (added Zn = 40 mg/kg DM).
2. Standard error of mean.

به طور مشابه، وقتی مقدار ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از عنصر روی از طریق اکسید روی و به مدت ۱۱۲ روز در جیره بره‌های در حال رشد استفاده گردید، مشاهده شد که افزایش وزن بره‌ها تحت تاثیر مصرف مکمل روی قرار نگرفت (Droke *et al.*, 1998). در یک مطالعه دیگر، استفاده از مقدار ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از عنصر روی از طریق دو منبع سولفات روی و پروتئینات روی در جیره بره‌ای در حال رشد، تاثیری بر ماده خشک مصرفی نداشت (Fadayifar *et al.*, 2012).

در مقابل نتایج فوق، وقتی مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم در روز از اکسید روی در جیره بزهای آنقوره به کار برده شد، مشاهده شد که مکمل روی بطور معنی‌داری سبب بهبود میانگین افزایش وزن روزانه و ماده خشک مصرفی روزانه در مقایسه با تیمار شاهد شد (Puchala *et al.*, 1999). همچنین، مصرف ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از عنصر روی از طریق دو منبع سولفات روی و پروتئینات روی در جیره، سبب بهبود میانگین افزایش وزن روزانه در بره‌های در حال رشد شد (Fadayifar *et al.*, 2012).

هر چند یکی از علایم اولیه کمبود روی در جیره، کاهش مصرف خوراک است (Jia *et al.*, 2008)، اما نتایج ما نشان داد که میزان عنصر روی در جیره پایه آنقدر پایین نبوده است که باعث کاهش شدید مصرف خوراک شود. بنابراین اختلاف در مصرف ماده خشک به لحاظ آماری معنی‌دار نشده است.

قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی جیره در کلیه تیمارها تفاوت معنی‌دار نشان ندادند (جدول ۳). بر اساس نتایج سایر محققین، مصرف مکمل روی در جیره بزهای کشمیر، در قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد (Jia *et al.*, 2009). همچنین، مصرف مکمل روی در جیره گوساله‌های نر (Mandal *et al.*, 2007) و بره پرواری (Garg *et al.*, 2008) تفاوت معنی‌داری در قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گروه‌هایی که مکمل روی به صورت آلی یا غیرآلی مصرف کرده بودند، ایجاد نکرد. همچنین، وقتی دو نوع مکمل روی (متیونین روی و اکسید روی) در جیره بره‌های نر استفاده شد، مشاهده گردید که قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام جیره تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت (Wang, 1998). مطالعات دیگری بر روی گونه‌های مختلف نشخوارکنندگان انجام شده است که نشان می‌دهد که استفاده از عنصر روی در جیره در محدوده ۱۳۵ – ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره، تاثیری بر قابلیت هضم ماده خشک (Conde Moreiro, 1991; Kumar *et al.*, 2002; Jadhav, 2005)، پروتئین خام (Daghash, 1999; Kumar, 2002; Jadhav, 2005) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Jadhav, 2005) نداشته و نتایج آنها با نتایج تحقیق حاضر مشابه است.

علت عدم اثر مکمل روی بر قابلیت هضم، احتمالاً به این دلیل بوده که مقدار عنصر روی تامین شده از طریق جیره پایه ضمن تأمین حداقل مقدار مورد نیاز برای خود دام، نیاز میکروب‌های شکمبه را نیز تامین کرده است (Jia *et al.*, 2008). هر چند، بر اساس نظر محققین، استفاده از ۱ گرم مکمل متیونین روی در جیره بزهای شیری سبب افزایش قابلیت هضم ماده آلی و پروتئین خام در مقایسه با تیمار شاهد شد (Salama *et al.*, 2003). همچنین گزارش شده است که استفاده از مکمل روی در جیره، سبب افزایش قابلیت هضم ماده خشک جیره در بره‌ها می‌گردد (Kegley and Spears, 1994).

در جدول ۴ غلظت برخی از فراسنجه‌های سرم خون ارایه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، غلظت گلوکز خون و سایر فراسنجه‌های سرم خون (به جز غلظت عنصر روی پلاسما در روز ۳۵) تحت تاثیر مصرف مکمل روی قرار نگرفت.

عنصر روی در فعالیت هورمون انسولین نقش دارد. این عنصر در سلول‌های بتا غده پانکراس در مراحل مختلف سنتز، فرآوری و ذخیره انسولین دخالت دارد و کمبود آن سبب آسیب سلولهای بتا در پانکراس شده و سبب اختلال در ترشح انسولین می‌شود. همچنین، عنصر روی نقش اصلی در کاهش گلوکز سرم خون دارد که به خاطر نقش آن در اکسیداسیون گلوکز و برداشت گلوکز توسط سلولهای بدن مربوط می‌شود (فرزامی و همکاران، ۱۳۸۳). در مطالعه‌ای که روی بزهای آنقوره انجام شد، مشخص گردید که مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم در روز از اکسید روی در جیره به مدت ۱۲۰ روز، مقدار گلوکز پلاسما را تحت تاثیر قرار نداد (Puchala *et al.*, 1999). این محققین مقدار گلوکز پلاسما را در انتهای آزمایش در گروه شاهد و گروه دریافت کننده مکمل روی به ترتیب ۴۸ و ۴۹/۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر گزارش کردند. همچنین، مصرف مقدار۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از سولفات روی و متیونین روی در جیره گاوهای هلشتاین سبب شد که مقدار گلوکز سرم خون تحت تاثیر مکمل روی قرار نگیرد (Sobhanirad and Naserian, 2012). در یک مطالعه دیگر، استفاده از مکمل روی به میزان ۲۵۰ قسمت در میلیون در جیره بزهای آنقوره به مدت ۸ ماه، تفاوت معنی‌داری در مقدار اوره پلاسما ایجاد نکرد (Eryavuz *et al.*, 2002).

همچنین در پژوهش روی گاوهای هلشتاین (Sobhanirad and Naserian, 2012)، بزهای آنقوره (Puchala *et al.*, 1999) و گوساله‌های از شیر گرفته شده (Kincaid *et al.*, 1997) مصرف مکمل روی در جیره، میزان ازت اوره‌ای خون را تحت تاثیر قرار نداد که مشابه با نتایج مطالعه حاضر است.

از آنجا که عنصر روی تجزیه پروتئین در شکمبه را کاهش داده و سبب فرار پروتئین از شکمبه می‌شود، لذا عنصر فوق بر متابولیسم پروتئین در بدن می‌تواند اثرگذار باشد (Kincaid *et al.*, 1997). همانگونه که ذکر شد، در مطالعه حاضر مکمل روی اثری بر قابلیت هضم مواد مغذی و بخصوص پروتئین خام جیره نداشت که این موضوع با عدم اثر استفاده از این عنصر در جیره بر سطح اوره خون هم راستا است.

در حدود ۶۶ درصد عنصر روی با آلبومین خون باند شده و در جریان خون جا به جا می‌شود (Suttle, 2010; Kincaid *et al.*, 1997). در یک مطالعه روی گاو هلشتاین

(Sobhanirad and Naserian, 2012) و گوساله‌های از شیر گرفته شده (Kincaid *et al.*, 1997)، مقدار آلبومین خون تحت تاثیر مصرف روی در جیره قرار نگرفت.

بر خلاف نتایج فوق، افزودن اکسید روی به جیره گوسفندانی که از قبل دچار علایم کمبود روی بودند، سبب شد که مقدار آلبومین سرم خون از ۱/۶۶ به ۲/۱۶ گرم در دسی‌لیتر افزایش یابد (Fouda *et al.*, 2011). در یک مطالعه، وقتی مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از سولفات روی و متیونین روی در جیره گاوهای هلشتاین بکار برده شد، مشاهده گردید که مقدار پروتئین کل سرم خون تحت تاثیر مکمل روی قرار نگرفت (Sobhanirad and Naserian, 2012). نتیجه مشابهی نیز در این خصوص در مطالعه حاضر مشاهده شد.

جدول ۴- غلظت ترکیبات و متابولیت‌های سرم خون در بزغاله‌های مرغوز

Table 4. Serum compositions and metabolites concentration for Markhoz goat kids

Item	Treatment [1]					SEM [2]	*P*-value
	Control	ZnO (20)	ZnO (40)	nZnO (20)	nZnO (40)		
Zinc (mg/l)							
Day 0	0.642 ± 0.09	0.592 ± 0.10	0.651 ± 0.01	0.685 ± 0.15	0.660 ± 0.09	0.042	0.6334
Day 35	0.962 ± 0.12 [b]	1.004 ± 0.07 [b]	1.236 ± 0.10 [a]	1.041 ± 0.15 [b]	1.137 ± 0.17 [ab]	0.054	0.0190
Day 70	1.027 ± 0.11	1.010 ± 0.12	1.064 ± 0.10	1.167 ± 0.14	1.122 ± 0.10	0.050	0.2054
Vitamin A (µg/d*L*)							
Day 35	29.20 ± 4.32	29.33 ± 6.41	31.33 ± 1.15	28.40 ± 5.50	29.80 ± 5.26	3.453	0.9568
Day 70	27.75 ± 2.22	28.67 ± 2.31	29.00 ± 5.03	29.00 ± 3.56	29.60 ± 4.98	2.858	0.9713
Glucose (mg/d*L*)							
Day 0	53.50 ± 4.93	51.25 ± 5.97	52.67 ± 4.32	47 ± 4.97	45.67 ± 5.85	2.621	0.4144
Day 35	48.17 ± 3.66	51 ± 3.46	50.17 ± 6.27	50.40 ± 5.03	54 ± 4.03	2.244	0.4270
Day 70	50.17 ± 5.64	50 ± 3.94	52.20 ± 6.01	56.40 ± 4.45	55.50 ± 5.92	3.789	0.6523
Urea (mg/d*L*)							
Day 0	20.17 ± 1.94	19.80 ± 1.92	19.50 ± 2.88	19.25 ± 2.99	20.67 ± 2.50	1.866	0.9845
Day 35	19.67 ± 3.14	18.83 ± 2.04	21.17 ± 3.54	21 ± 2.86	20.67 ± 2.16	1.352	0.7104
Day 70	20.83 ± 2.93	19 ± 1.87	20.50 ± 3.02	20 ± 2.83	19.33 ± 2.58	1.458	0.8870
Albumin (g/d*L*)							
Day 0	3.65 ± 0.29	3.53 ± 0.23	3.55 ± 0.29	3.50 ± 0.16	3.70 ± 0.37	0.117	0.7211
Day 35	3.25 ± 0.42	3.20 ± 0.28	3.42 ± 0.27	3.28 ± 0.24	3.37 ± 0.34	1.124	0.7664
Day 70	3.32 ± 0.35	3.38 ± 0.34	3.33 ± 0.29	3.18 ± 0.41	3.48 ± 0.38	0.150	0.7197
Total protein (g/d*L*)							
Day 0	7.53 ± 0.23	7.45 ± 0.60	7.70 ± 0.73	7.36 ± 0.28	7.78 ± 0.56	0.218	0.6448
Day 35	7.90 ± 0.59	7.65 ± 0.55	8.03 ± 0.94	7.57 ± 0.36	7.68 ± 0.55	0.256	0.6859
Day 70	7.88 ± 0.70	7.64 ± 0.37	7.83 ± 0.82	7.82 ± 0.39	8.05 ± 0.61	0.255	0.8633

1. Control: basal diet (Zn = 22.12 mg/kg DM), ZnO (20): basal diet + Zn oxide (added Zn = 20 mg/kg DM), ZnO (40): basal diet + Zn oxide (added Zn = 40 mg/kg DM), nZnO (20): basal diet + Zn nano oxide (added Zn = 20 mg/kg DM), nZnO (40): basal diet + Zn nano oxide (added Zn = 40 mg/kg DM).
2. Standard error of mean.
Means with different superscript letters in rows are significantly different ($P<0.05$).

اما بر خلاف نتایج فوق، افزودن اکسید روی بر جیره گوسفندانی که از قبل دچار علایم کمبود روی بودند سبب افزایش معنی‌دار مقدار پروتئین کل سرم خون از ۵/۲۹ به ۵/۹۳ گرم بر دسی لیتر شد (Fouda *et al.*, 2011).

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که غلظت روی در پلاسما در ابتدا و انتهای آزمایش تحت تاثیر مصرف مکمل روی در جیره قرار نگرفته است. اما غلظت آن در روز ۳۵ در تیماری که مقدار ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از عنصر روی از طریق اکسید روی دریافت کرده بودند، به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). همچنین، از ابتدا تا انتهای آزمایش یک روند صعودی در غلظت روی پلاسما مشاهده شد و این نشان می‌دهد که جیره غذایی که بزغاله‌ها در قبل از شروع آزمایش مصرف می‌کردند، در مقایسه با جیره آزمایشی (جیره پایه) مقدار روی کمتری داشته است.

در آزمایشات مختلفی که در رابطه با اثر مصرف روی بر غلظت روی در خون انجام شده است، نتایج متفاوتی به دست آمده است. در یک تحقیق مقدار ۱۵۰ میلی گرم بر

کیلوگرم ماده خشک جیره در روز اکسید روی در اختیار بزهای آنقوره قرار گرفت و مشاهده شد که غلظت روی پلاسما تحت تاثیر مصرف روی در جیره قرار نگرفت (Puchala *et al.*, 1999). همچنین، مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از عنصر روی در جیره بزهای آنقوره، سطح عنصر روی در پلاسما را تحت تاثیر قرار نداد (Eryavuz *et al.*, 2002). بر خلاف نتایج فوق، مصرف مکمل معدنی روی در جیره بزهای کشمیر سبب شد که غلظت عنصر روی در پلاسما به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار گیرد (Jia *et al.*, 2008). همچنین، گزارش شده است که استفاده از اکسید روی در جیره بزها سبب افزایش غلظت روی در پلاسما می‌شود (Phiri *et al.*, 2009). بر اساس نظر محققین، غلظت عنصر روی در سرم خون بزها در حدود ۰/۵۸± ۱/۱۶ میلی‌گرم بر لیتر است (Haenlein and Anke, 2011). در تحقیق دیگری نیز مقدار عنصر روی در پلاسمای بزهای آنقوره در حدود ۰/۷۲ میلی‌گرم بر لیتر گزارش گردیده است (Puchala *et al.*, 1999). غلظت روی پلاسما در مطالعه حاضر در محدوده ۰/۵۹ تا ۱/۲۳ میلی‌گرم بر لیتر بود که نشان داد جیره پایه حاوی مقدار کافی عنصر روی بوده است که سبب شده تا غلظت روی در پلاسما در حد نرمال باشد و در نتیجه رشد و عملکرد بزغاله‌ها تحت تاثیر کمبود آن قرار نگرفته است.

همانطور که در جدول شماره ۴ ملاحظه می‌شود غلظت ویتامین A در سرم خون تحت تاثیر مصرف روی قرار نگرفت. اما در یک مطالعه که از سولفات روی (۴۰ میلی‌گرم روی به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره) و پروتئینات روی (۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم روی به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره) در تغذیه بره‌های پرواری استفاده شده بود، مشاهده گردید که غلظت ویتامین A پلاسما در تیمارهای مکمل شده با روی، بطور معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود (Fadayifar *et al.*, 2012). این محققین غلظت ویتامین A پلاسما را در گروه شاهد، گروه سولفات روی و پروتئینات روی به ترتیب ۲۰/۱۲، ۲۹/۲۷ و ۳۰/۶۳ میکروگرم بر دسی‌لیتر گزارش کردند. عنصر روی در متابولیسم ویتامین A در بدن نقش فعالی دارد. وجود این عنصر برای جذب، انتقال و مصرف ویتامین A در بدن لازم است. همچنین، متالوآنزیم‌های ردکتاز و الکل دهیدروژناز که با متابولیسم ویتامین A در ارتباط هستند، حاوی عنصر روی هستند (Parul and Keith, 1998). تحقیقات نشان داده‌اند که با کمبود عنصر روی در جیره و مقدار کافی ویتامین A در آن، بزغاله‌های جوان دچار کمبود ویتامین A در خون شدند (NRC, 2007). بر اساس نظر محققین، مقدار طبیعی ویتامین A در سرم خون گوسفند و بز در حدود ۲۵ تا ۶۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر است (Radostits *et al.*, 2000). در مطالعه حاضر نیز مقدار این ویتامین در محدوده ۲۷/۷۵ تا ۲۹/۸۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر بود.

جدول ۵- غلظت آنزیمهای سرم خون در بزغاله‌های مرغوز

Table 5. Serum enzyme concentrations for Markhoz goat kids

Item	Treatment [1]					SEM [2]	*P*-value
	Control	ZnO (20)	ZnO (40)	nZnO (20)	nZnO (40)		
Alkaline phosphatase (U/L)							
Day 0	434.40±45.99	410.80±58.86	463.33±40.15	432.50±41.07	479.33±40.39	60.393	0.9917
Day 35	406.50±45.44	435.60±57.62	485.75±61.69	439.40±62.00	515.00±34.51	68.664	0.9680
Day 70	434.40±41.51	470.25±68.42	512.60±61.76	488.75±47.87	565.40±60.49	69.748	0.9451
Lactate dehydrogenase (U/L)							
Day 0	609.67±56.07	611.67±49.43	634.67±45.24	618.25±75.81	611.20±59.04	38.738	0.9876
Day 35	426.33±46.10	449.60±62.16	474.67±15.73	480.67±79.72	479.00±76.44	29.826	0.6377
Day 70	554.67 ^{b}±65.85	645.80 ^{b}±47.27	618.17 ^{b}±44.34	756.17 ^{a}±37.33	575.00 ^{b}±56.02	36.519	0.0051

1. Control: basal diet (Zn = 22.12 mg/kg DM), ZnO (20): basal diet + Zn oxide (added Zn = 20 mg/kg DM), ZnO (40): basal diet + Zn oxide (added Zn = 40 mg/kg DM), nZnO (20): basal diet + Zn nano oxide (added Zn = 20 mg/kg DM), nZnO (40): basal diet + Zn nano oxide (added Zn = 40 mg/kg DM).
2. Standard error of mean.
Means with different superscript letters in rows are significantly different (P<0.05).

با توجه به اینکه غلظت ویتامین A در سرم خون بزغاله‌ها در مطالعه حاضر در محدوده نرمال بود و تحت تاثیر مصرف روی در جیره قرار نگرفت، لذا می‌توان اذعان کرد که جیره پایه که مورد استفاده بزغاله‌ها قرار گرفته بود، حاوی مقدار کافی روی بوده است که بتواند نیاز آنها را از نظر عنصر روی تامین کند و لذا اضافه کردن مکمل روی به جیره آنها تاثیری در غلظت ویتامین A سرم خون نداشت.

فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز سرم خون در طول دوره آزمایش تحت تاثیر مصرف مکمل روی در جیره قرار نگرفت (جدول ۵).

میزان فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز از ابتدا (روز صفر) تا انتهای آزمایش (روز ۷۰) در تیمارهای دریافت کننده مکمل روی روند صعودی نشان داد. بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمایش، احتمالاً تفاوت سطح روی مصرف شده در جیره پایه در بین تیمارها به حدی نبوده است که بتواند بر میزان فعالیت این آنزیم در خون اثر گذار باشد.

مشخص شده است که فعالیت آنزیم‌هایی که حاوی عنصر روی هستند، تحت تاثیر غلظت روی پلاسما قرار می‌گیرد و لذا از این آنزیم‌ها به عنوان شاخصی از وضعیت روی در بدن حیوانات استفاده می‌شود (Fadayifar *et al.*, 2012). آنزیم آلکالین فسفاتاز یک متالوآنزیم حاوی عنصر روی است که با افزایش روی در خون، مقدار فعالیت آن افزایش و در صورت کمبود روی، فعالیت آن کاهش می‌یابد (Suttle, 2010; Jia *et al.*, 2009). در خصوص میزان فعالیت این آنزیم در خون محققان نتایج متفاوتی گزارش کرده‌اند. مشابه نتایج ما، مصرف مقدار ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره عنصر روی از طریق اکسید روی به مدت ۱۱۲ روز در جیره بره‌های پرواری، تفاوتی در فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز سرم خون در بین تیمارها ایجاد نکرد (Droke *et al.*, 1998). همچنین، افزودن مقدار ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره عنصر روی از طریق سولفات روی، متیونین روی و گلایسین روی به جیره گاوهای گوشتی آنگوس، سبب شد که فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز پلاسما تحت تاثیر قرار نگیرد (Spears *et al.*, 2004). برخلاف نتایج فوق، اثر مصرف مکمل روی بر فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز پلاسمای خون در بزهای کشمیر معنی‌دار گزارش گردید (Jia *et al.*, 2009). همچنین، در مطالعه بر روی بره‌ها و گوساله‌ها (Spears, 1989) و بره‌های پرواری (Fadayifar *et al.*, 2012)، افزودن مکمل روی به جیره سبب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز خون شد. عدم مشاهده افزایش معنی‌دار در فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز سرم خون در تیمارهای دریافت کننده مکمل روی نسبت به تیمار شاهد در مطالعه حاضر، احتمالاً به این دلیل است که در تیمار شاهد کمبود عنصر روی وجود ندارد.

میزان فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز در ابتدا و اواسط آزمایش در بین کلیه تیمارها تقریباً در یک محدوده بوده و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۵). اما مقدار فعالیت آنزیم فوق در انتهای آزمایش در تیمارهای مختلف تغییر کرده و مقدار آن در تیماری که مقدار ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره عنصر روی از طریق نانو اکسید روی دریافت کرده بود، تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ($P<۰/۰۵$). میزان فعالیت این آنزیم در کلیه تیمارها در روز ۳۵ در مقایسه با زمان شروع آزمایش، روند کاهشی نشان داده و سپس مجدداً یک روند افزایشی در روز ۷۰ آزمایش مشاهده شد که هیچ گونه دلیلی جهت توجیه این روند به نظر نویسندگان مقاله حاضر نرسیده است. عنصر روی در فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز اثرگذار است و لذا اندازه‌گیری فعالیت آنزیم فوق می‌تواند به عنوان یک شاخصی از وضعیت روی در بدن حیوانات باشد (Kaya *et al.*, 1998). در یک مطالعه مشخص شد گوسفندانی که در جیره خود کمبود روی داشتند، فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز خون در آنها بالاتر از گوسفندانی بود که روی کافی دریافت کرده بودند (Kincaid *et al.*, 1997). همچنین، وقتی که مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره از سولفات روی و متیونین روی در جیره گاوهای هلشتاین بکار برده شد، مشاهده گردید که فعالیت لاکتات دهیدروژناز سرم خون تحت تاثیر مکمل روی قرار گرفت و مقدار فعالیت آن در گروه شاهد، سولفات روی و متیونین روی به ترتیب ۷۰۴/۲ ، ۷۳۳/۵۷ و ۷۴۰/۹ واحد در لیتر بود و تفاوت بین تیمارهای مصرف کننده مکمل روی با تیمار شاهد معنی‌دار بود (Sobhanirad and Naserian, 2012).

به طورکلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که سطح ۲۲/۱۲ قسمت در میلیون عنصر روی در جیره بزغاله‌های نر مرغوز جهت رشد و برخی پارامترهای خون مناسب بوده و افزودن مکمل روی به شکل اکسید روی و

نانو اکسید روی به مقدار ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره اثری بر مصرف خوراک، قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی جیره و شاخص‌های مرتبط با عنصر روی نداشت.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات کلیه اساتید و کارکنان محترم گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا و نیز کارشناسان محترم مرکز بهداشت شهرستان همدان بدلیل همکاری صمیمانه شان تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

حسین‌زاده الف.، سمرقندی م. ر.، علیخانی م. ی.، روشنایی ق. و عسگری ق. ۱۳۹۱. کارایی ضد میکروبی سوسپانسیون نانو ذره اکسید روی علیه باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی. مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، ۵ (۴) : ۴۶۳-۴۷۴.

فرزامی ب.، گلستانی الف. و عجمی خیاوی الف. ۱۳۸۳. بررسی اثر کاتیون‌های فلزی Zn^{+2} , W^{+6}, V^{+5} بر میزان ترشح انسولین و فعالیت آنزیم گلوکوکیناز در جزایر لانگرهانس جدا شده از موش صحرایی سالم و دیابتی. مجله دیابت و لیپید ایران، ۳ (۲) : ۹۷-۱۰۵.

Arelovich H. M., Owens F. N., Horn G. W. and Vizcarra J. A. 2000. Effects of supplemental zinc and manganese on ruminal fermentation, forage intake, and digestibility by cattle fed prairie hay and urea. Journal of Animal Science, 78: 2972–2979.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis, 16th ed. USDA, Washington, DC.

Brown J. A. and Clinc T. R. 1974. Urea excretion in pigs: an indicator of quality and amino acid requirements. Journal of Nutrition, 104: 542–545.

Case C. L., Carlson M. S. 2002. Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs. Journal of Animal Science, 80: 1917–1924.

Bystrowska B., Gomolka E., Szczudrawa A., Brandys J., Pawlik M., Milewicz T., Dulifska-Litewka J. and Jach R. 2009. Rapid HPLC method for the determination of vitamin A and E and cotinine concentration in human serum in women with CIN and cervical cancer. Ginekologia Polska, 80: 256-262.

Conde Moreiro O. M. S. 1991. Study on zinc supplementation in a basal diet for ruminants. World Review Animal Production, 26: 77–80.

Daghash H. A. and Mousa S. M. 1999. Zinc sulfate supplementation to ruminant rations and its effects on digestibility in lamb; growth, rectal temperature and some blood constituents in buffalo calves under heat stress. Assiut Journal of Veterinary Medicine, 40: 128–146.

Dezfoulian A. H., Aliarabi H., Tabatabaei M. M., Zamani P., Alipour D., Bahari A. A. and Fadayifar A. 2012. Influence of different levels and sources of copper supplementation on performance, some blood parameters, nutrient digestibility and mineral balance in lambs. Livestock Science, 147: 9-19.

Droke E. A., Gengelbach G. P. and Spears J. W. 1998. Influence of level and source (inorganic vs organic) of zinc supplementation on immune function in growing lambs. Asian Australian Journal of Animal Science, 11: 139–144.

Eryavuz A. and Dehority B. A. 2009. Effects of supplemental zinc concentration on cellulose digestion and cellulolytic and total bacterial numbers in vitro. Animal Feed Science and Technology, 151: 175–183.

Eryavuz A., Durgan Z. and Keskun E. 2002. Effects of ration supplemented with zinc on some rumen and blood parameters, mohair production and quality in faunated and defaunated Angora goats. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 26: 753-760.

Fadayifar A., Aliarabi H., Tabatabaei M. M., Zamani P., Bahari A. A., Malecki M. and Dezfoulian A. H. 2012. Improvement in lamb performance on barley based diet supplemented with zinc. Livestock Science, 144: 285–289.

Formigari A., Irato P. and Santon A. 2007. Zinc, antioxidant systems and metallothionein in metal mediated-apoptosis: biochemical and cytochemical aspects. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 146: 443-459.

Fouda T. A., Youssef M. A. and El-Deeb W. M. 2011. Correlation between zinc deficiency and immune status of sheep. Veterinary Research, 4: 50-55.

Francisco H. S. J., Facundo R., Diana C. C. C. P., Fidel M. G., Alberto E. M., Amaury D. J. P. G., Humberto T. P. and Gabriel M. C. 2008. The antimicrobial sensitivity of Streptococcus mutans to nanoparticles of silver, zinc oxide and gold. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, 4: 237-240.

Garg A. K., Vishal M. and Dass R. S. 2008. Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization and mineral profile in lambs. Animal Feed Science and Technology, 144: 82-96.

Haenlein G. F. W. and Anke M. 2011. Mineral and trace element research in goats: A review. Small Ruminant Research, 95: 2–19.

Hatfield P. G., Snowder G. D., Head Jr. W. A., Glimp H. A., Short R. H. and Besser T. 1995. Production of ewes rearing single or twin lambs: effect of dietary crude protein percentage and supplemental zinc methionine. Journal of Animal Science, 73: 1227-1238.

Jadhav S. E. 2005. Effect of different levels and sources of zinc supplementation on growth, nutrient utilization, rumen fermentation, blood biochemical and immune response in male buffalo calves. PhD Thesis. Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar, India.

Jia W. B., Jia Z. H., Zhang W., Wang R. L., Zhang S. W. and Zhu X. P. 2008. Effects of dietary zinc on performance, nutrient digestibility and plasma zinc status in Cashmere goats. Small Ruminant Research, 80: 68-72.

Jia W., Xiaoping Zh., Wei Zh., Jianbo Ch., Cuihua G. and Zhihai J. 2009. Effects of source of supplemental zinc on performance, nutrient digestibility and plasma mineral profile in Cashmere goats. Asian Australian Journal of Animal Science, 22: 1648–1653.

Juncai C. and Zhisheng W. W. W. 2011. Effect of nano-zinc oxide supplementation on rumen fermentation in vitro. Chinese Journal of Animal Nutrition, 23: 1415-1421.

Kaya N., Utlu N., Uyanik B. S. and Ozcan A. 1998. The serum zinc and copper values of the Morkaraman and Tuj sheep grown up in the pasture conditions in and around Kars. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 22: 399-402.

Kegley E. B. and Spears J. W. 1994. Effect of zinc supplementation on performance and zinc metabolism of lambs fed forage-based diets. Journal of Agricultural Science, 123: 287-292.

Khan S. A. 1978. Interaction of copper and zinc and its influence on the metabolism of major nutrients in growing calves. PhD Thesis. Aligarh Muslim University, Aligarh.

Kincaid R. L., Chew B. P. and Cronrath J. D. 1997. Zinc oxide and amino acids as sources of dietary zinc for calves: Effects on uptake and immunity. Journal of Dairy Science, 80: 1381-1388.

Kumar N. A., Kapoor V. and Paliwal V. K. 2002. Effect of zinc supplementation in conventional diets on nutrient digestibility, growth and nitrogen balance in kids. Annual Agricultural Biology Research, 7: 201-206.

Lina T., Jianyang J., Fenghua Z., Huiying R. and Wenli L. 2009. Effect of Nano-Zinc Oxide on the production and dressing performance of broiler. Chinese Agricultural Science Bulletin, 02. Category Index : S831.

Malcolm-Callis K. J., Duff G. C., Gunter S. A., Kegley E. B. and Vermeire D. A. 2000. Effects of supplemental zinc concentration and source on performance, carcass characteristics and serum values in finishing beef steers. Journal of Animal Science, 78: 2801-2808.

Mandal G. P., Dass R. S., Isore D. P., Garg A. K. and Ram G. C. 2007. Effect of zinc supplementation from two sources on growth, nutrient utilization and immune response in male crossbred cattle (Bos indicus×Bos taurus) bulls. Animal Feed Science and Technology, 138: 1-12.

National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. The National Academies Press, Washington, D.C.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. The National Academies Press, Washington, D.C., USA.

Pal D. T., Gowda N. K. S., Prasad C. S., Amarnath R., Bharadwaj U., SureshBabu G. and Sampath K. T. 2010. Effect of copper and zinc-methionine supplementation on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 24: 89-94.

Parul C. and Keith P. 1998. Interactions between zinc and vitamin A. American journal of clinical nutrition, 68: 435-441.

Puchala R., Sahlu T. and Davis J. J. 1999. Effects of zinc-methionine on performance of Angora goats. Small Ruminant Research, 33 :1-8.

Radostits D. M., Blood D. C. and Henderson J. A. 2000. Veterinary Medicine a Text Book of the Disease of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses. 9th edn. Bailler Tindall, London.

Rimbach G., Walter A., Most E. and Pallauf J. 1998. Effect of microbial phytase on zinc bioavailability and cadmium and lead accumulation in growing rats. Food and Chemical Toxicology, 36: 7-12.

Ruth S. M. 2000. Zinc and health: Current status and future directions. Journal of Nutrition, 130: 1500-1508.

Salama Ahmed A. K., Cajat G., Albanell E., Snch X. and Casals R. 2003. Effects of dietary supplements of zinc methionine on milk production, udder health and zinc metabolism in dairy goats. Journal of Dairy Science, 70: 9-17.

Shulin J. I. and Changhui Y. E. 2008. Synthesis, growth mechanism and applications of zinc oxide nanomaterials. Journal of Materials Science and Technology, 24: 457-472.

Smith J. C., Mc Daniel E. G. and Fau F. G. 1973. Zinc a trace element essential in Vit-A metabolism. Science, 181: 954.

Sobhanirad S. and Naserian A. A. 2012. Effects of high dietary zinc concentration and zinc sources on hematology and biochemistry of blood serum in Holstein dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 177: 242-246.

Song W., Zhang J., Guo J., Zhang J., Ding F., Li L. and Sun Z. 2010. Role of the dissolved zinc ion and reactive oxygen species in cytotoxicity of ZnO nanoparticles. Toxicology Letters, 199: 389-397.

Spears J. W., Schlegel P., Seal M. C. and Lloyd K. E. 2004. Bioavailability of zinc from zinc sulfate and different organic zinc sources and their effects on ruminal volatile fatty acid proportions. Livestock Production Science, 90: 211-217.

Spears J. W. 1989. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of zinc in lambs and effects of growth and performance of growing heifers. Journal of Animal Science, 67: 835-843.

Suttle N. 2010. Mineral nutrition of livestock, 4th Edition. Pp: 426-458, Midlothian EH26 OPZ, UK. Animal Science, 73: 1227-1238.

Vansoest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3588-3590.

Wang H. 1998. Bioavailability of zinc methionine chelate and its influence on the fermentation in sheep. Chinese Journal of Animal Nutrition. 10: 22-26.

Wedekind K. J. and Baker D. H. 1990. Zinc bioavailability in feed-grade sources of zinc. Journal of Animal Science, 68: 684-689.

Zalewski P. D., Ai Q. T., Dion G., Lata J., Chiara M. and Richard E. R. 2005. Zinc metabolism in airway epithelium and airway inflammation: basic mechanisms and clinical targets: A review. Pharmacology & Therapeutics, 105: 127-149.

Zhang W., Wang R., Kleemann D. O., Lu D., Zhu X., Zhang Ch. and Jia Z. 2008. Effects of dietary copper on nutrient digestibility, growth performance and plasma copper status in cashmere goats. Small Ruminant Research, 74: 188-193.

Effect of zinc oxide nano particle and zinc oxide on performance and some blood parameters in male Markhoz goat kids

Kh. Zaboli [1], H. Aliarabi [2]*, M. M. Tabatabai [3], A. A. Bahari [4], Z. Zarei ghane [5]

1. Ph.D student, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Assistant professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3. Associate professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4. Assistant professor, Clinical Science Department, Faculty of Paraveterinary Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
5. MSc of immunology , Health Center of Hamedan, Iran

(Received: 12-1-2013- Accepted: 6-7-2013)

Abstract

The aim of the present trial was to investigate the effects of zinc oxide (ZnO) and nano zinc oxid (nZnO) on performance and some blood parameters of Markhoz goat kids. A total of 30 male Markhoza goat kids aged 6-7 months (191.95 ± 6.40 days) in a completely randomized design were allocated into five treatments including zero, 20 and 40 ppm zinc from ZnO source and 20 and 40 ppm zinc from nZnO source and fed with a basal diet (containing 22.12 mg Zn/kgDM) for 70 days. Animals were weighed fortnightly and blood samples were taken at first day and days 35 and 70 for measurement of blood parameters. Dry matter intake and average daily gain in all treatments were not significant difference. Digestibility of dry matter and nutrients in the diet also were not affected by zinc supplementation. There was no significant difference between treatments for blood parameters (glucose, urea, albumin and total protein, alkaline phosphatase and lactate dehydrogenase enzymes and vitamin A levels). Zn supplementation did not affect plasma Zn concentration of the animals except on day 35. In conclusion, the results showed that the levels of 20 and 40 ppm zinc from ZnO and nZnO sources had no effect on performance and blood parameters of Markhoz goat kids fed a diet containing 22.12 ppm zinc.

Keywords : Blood parameters, Markhoz goat kids, Nano particles, Performance, Zinc oxide

*Corresponding author: h_aliarabi@yahoo.com