



## تولیدات دامی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۳

صفحه‌های ۹۳-۱۰۱

# تأثیر منابع مختلف مکمل مس بر فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم مواد مغذی در گوسفند زندی

نسرین حسین پور<sup>۱</sup>، محمدعلی نوروزیان<sup>۲\*</sup>، احمد افضل‌زاده<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد، گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۲. استادیار، گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۳. دانشیار، گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۷/۲۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۳/۰۷

### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر منابع مختلف مکمل آلی و معدنی مس بر فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم مواد مغذی در بره‌های نر زندی انجام شد. در آزمایش اول، هجده راس بره نر (میانگین وزن  $17/53 \pm 1/62$  کیلوگرم) در قالب طرحی کاملاً تصادفی در سه گروه شش راسی، در جایگاه‌های انفرادی به مدت هفتاد روز پروار شدند. تیمارها شامل شاهد (جیره پایه بدون مکمل مس)، جیره پایه به همراه ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک جیره به شکل پروتئینات و جیره پایه به همراه ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک جیره به شکل سولفات بود. تغذیه بره‌ها با جیره‌های حاوی مکمل مس میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک مصرفی را بهبود بخشید، ولی تأثیری بر مصرف خوراک نداشت. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و ADF در بره‌هایی که از جیره مکمل شده با مس آلی تغذیه شدند، نسبت به بره‌های سایر تیمارها بیشتر بود ( $P < 0/01$ ). در آزمایش دوم، میزان انرژی قابل سوخت‌وساز جیره‌های آزمایش اول برآورد و تأثیر منبع مس بر فراسنجه‌های تولید گاز بررسی شد. نرخ تولید گاز (c) در بین تیمارهای آزمایشی معنادار نبود اما پتانسیل تولید گاز (b) در تیمارهای حاوی مکمل مس بیشتر از تیمار شاهد بود ( $P < 0/05$ ). براساس نتایج تحقیق حاضر، افزودن مکمل مس به شکل آلی به جیره بره‌های پرواری از طریق بهبود قابلیت هضم مواد مغذی باعث بهبود عملکرد می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** بره زندی، تولید گاز، عملکرد، قابلیت هضم، مس آلی.

## مقدمه

مس به دلیل نقش آن در فرایندهای بیوشیمیایی، عنصر معدنی ضروری برای بدن است (۳). کمبود مس در بسیاری از نواحی جهان مشکلی عمده در نشخوارکنندگان محسوب می‌شود (۱۷). کمبود مس سوخت‌وساز آهن و در نتیجه تشکیل هموگلوبولین را مختل می‌کند و باعث کم‌خونی ثانویه می‌شود. همچنین، کمبود مس باعث مشکلات استخوانی، اختلالات قلبی-عروقی، از بین رفتن رنگدانه‌های بافت پوششی بدن، کاهش کیفیت پشم و مو، اسهال، ناباروری و حساسیت در برابر بیماری‌ها می‌شود (۱۷، ۱۸). باتوجه به کمبود مس در مناطق مختلف کشور، استفاده از مکمل مس در تغذیه گوسفند توصیه شده است (۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴). هر چند مقدار مس مورد نیاز، به وضعیت فیزیولوژیکی و رژیم غذایی وابسته است، عوامل دیگری نیز، نظیر مقدار مولیدن و گوگرد جیره غذایی، جذب یا زیست‌فراهمی آن را در بدن تحت تأثیر قرار می‌دهند و ممکن است باعث افزایش نیاز مس شوند (۱۵). همچنین، نوع مکمل مس مورد استفاده بر میزان کارایی آن در بدن حیوانات مؤثر است. تأثیر منابع آلی مس بر عملکرد از منابع معدنی بیشتر است و ترکیب عناصر معدنی کم‌مصرف با مولکول‌های آلی، نسبت به عناصر معدنی کم‌مصرف به تنهایی، زیست‌فراهمی بالاتری دارد (۱، ۹). در این بین، مطالعات کمی در مورد بررسی تأثیر مکمل‌های مختلف مس بر فراسنجه‌های تخمیر و گوارش‌پذیری مواد مغذی انجام شده است. قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام در بز، با تغذیه مکمل مس تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد، اما قابلیت هضم ADF و NDF افزایش می‌یابد (۴، ۱۹).

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر منابع آلی و معدنی مس بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های تولید گاز در بره‌های در حال رشد زندی بود.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در قالب دو آزمایش مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه تغذیه دام گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران انجام شد. در آزمایش مزرعه‌ای، هجده راس بره زندی با میانگین وزن  $17/53 \pm 1/62$  کیلوگرم و سن تقریبی  $80 \pm 7$  روز انتخاب و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و شش تکرار استفاده شدند. بعد از دو هفته عادت‌پذیری حیوانات به جیره پایه، بره‌ها در جایگاه‌های انفرادی به مدت هفتاد روز از جیره پروراری استفاده کردند. تیمارها شامل شاهد (جیره پایه بدون مکمل مس)، جیره پایه به همراه ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک، جیره به شکل پروتئینات (بیوپلکس آمریکا) و جیره پایه به همراه ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک جیره به شکل سولفات (مرک آلمان) بود. سولفات مس (حاوی ۲۶ درصد مس) و مس-پروتئینات (حاوی ۱۰ درصد مس) مخلوط با سبوس الک‌شده و به صورت سرک در اختیار دام قرار گرفت. جیره‌های آزمایشی براساس احتیاجات جداول استاندارد (NRC, ۲۰۰۷) تنظیم شد (جدول ۱). میزان مصرف خوراک به صورت روزانه و وزن‌کشی هر دو هفته یک‌بار برای محاسبه میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک انجام شد. به منظور تعیین قابلیت هضم مواد مغذی، مدفوع حیوانات در هفته انتهایی آزمایش، سه مرتبه در روز و در سه روز متوالی جمع‌آوری و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. همچنین، در طول آزمایش هر هفته یک‌بار از خوراک و باقیمانده آن نمونه‌برداری شد. در انتهای آزمایش کل نمونه‌های خوراک و مدفوع برای هر تیمار با یکدیگر مخلوط و پس از خشک شدن، آسیاب شد. میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر (۲)، کربوهیدرات محلول در آب (۸)، فیبر نامحلول در شوینده خشی و پروتئین باقیمانده در شوینده اسیدی اندازه‌گیری شد (۱۰).

## تولیدات دامی

تأثیر منابع مختلف مکمل مس بر فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم مواد مغذی در گوسفند زندی

جدول ۱. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره پایه بره‌های آزمایش در طول دوره پروار

ماده خوراکی	میزان در جیره (درصد)
یونجه	۲۲
کاه	۱۵
جو	۴۵
سبوس گندم	۱۰
کنجاله سویا	۷
مکمل معدنی- ویتامینه	۰/۳
کربنات کلسیم	۰/۵
نمک	۰/۲
ترکیب شیمیایی جیره (محاسبه شده)	
ME (مگا کالری در کیلوگرم)	۲/۷
CP (درصد)	۱۴/۱
NDF (درصد)	۳۰/۱
Ca (درصد)	۰/۷
P (درصد)	۰/۵
آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	۲۲۱/۱
مس (میلی گرم در کیلوگرم)	۸/۲
روی (میلی گرم در کیلوگرم)	۳۸/۲

تولید گاز استفاده شد (۷). همچنین، با استفاده از فراسنجه‌های تولید گاز به دست آمده، مقدار انرژی قابل سوخت و ساز از رابطه ۲، انرژی خالص شیردهی از رابطه ۳، میزان گوارش پذیری ماده آلی از رابطه ۴ و مقدار اسیدهای چرب فرار از رابطه ۵ برآورد شد (۵، ۶).

$$P = b(1 - e^{-ct}) \quad (1)$$

$$ME \text{ (MJ/kg DM)} = 2.20 + 0.136 \times GP + 0.057 \times CP + 0.00029 \times EE^2 \quad (2)$$

$$NEL \text{ (MJ/kgDM)} = 0.096 \times GP + 0.0038 \times CP + 0.000173 \times EE^2 + 0.54 \quad (3)$$

به منظور تعیین قابلیت هضم مواد مغذی به روش خاکستر نامحلول در اسید، مقدار آن در نمونه‌های خوراک و مدفوع اندازه‌گیری شد (۱۰). به منظور برآورد انرژی قابل سوخت و ساز و بررسی تأثیر منبع مس بر فراسنجه تولید گاز نمونه خوراک‌های مورد استفاده در آزمایش اول، از سه راس گوسفند فیستوله‌گذاری شده مایع شکمبه اخذ و تولید گاز در ساعت‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ اندازه‌گیری و مقدار گاز تولیدی براساس ماده خشک اصلاح شد (۶). از رابطه ۱ برای محاسبه فراسنجه‌های

## تولیدات دامی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۳

کرده بودند، میانگین افزایش وزن روزانه بیشتری داشتند ( $P < 0/05$ ) (جدول ۲). ضریب تبدیل غذا در بره‌های تغذیه شده با جیره حاوی مکمل آلی مس کمتر از سایر تیمارها بود ( $P < 0/05$ ). طبق گزارش‌ها، افزودن ۲۰ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره باعث افزایش وزن روزانه بیشتری در بزهای کشمیری می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (۱۹). همچنین، مصرف روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم مکمل معدنی مس باعث بهبود ۲۸ درصدی متوسط افزایش وزن روزانه بزغاله‌های در حال رشد می‌شود (۱۶). با این حال، گزارش‌ها تأثیر استفاده از ۱۰ یا ۳۰ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک بر میانگین خوراک مصرفی روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده مصرف خوراک در بزغاله‌های از شیر گرفته شده (۱۰) یا عدم تأثیر دو منبع کلرید مس و مس-لیزین بر عملکرد بره‌های نر (۲) را تأیید کرده‌اند که با نتایج مطالعه حاضر مطابق نیست. دلیل اختلاف در نتایج عملکرد آزمایش‌های مختلف احتمالاً به دلیل تفاوت در نوع جیره، منابع مس، سطح مس در جیره پایه و غلظت آنتاگونیست‌های مس در جیره است.

$$\text{OMD (\%)} = 14.88 + 0.889 \times \text{GP} + 0.45 \times \text{CP} + 0.0651 \times \text{CA} \quad (4)$$

$$\text{VFA (mmol)} = -0.00425 + 0.0222\text{GP} \quad (5)$$

در این رابطه‌ها، P میزان گاز تولیدی در زمان موردنظر، b گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر، c ثابت نرخ تولید گاز در ساعت، t زمان انکوباسیون (ساعت)، ME انرژی قابل سوخت‌وساز، GP حجم گاز تولیدی در ۲۴ ساعت، CP پروتئین خام، NEL انرژی خالص شیردهی، EE عصاره اتری، OMD قابلیت هضم ماده آلی، CA خاکستر خام و VFA اسیدهای چرب فرارند. داده‌های تکرار شده از آزمایش اول در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1، رویه MIXED برای مدل آماری ۶ تجزیه شدند.

$$Y = \mu + t_i + T_j + (t \times T)_{ij} + e_{ijk} \quad (6)$$

در این رابطه،  $t_i$  اثر جیره،  $T_j$  عامل زمان و  $e_{ijk}$  اثر خطای آزمایشی بود.

## نتایج و بحث

اثر مکمل مس بر میانگین خوراک مصرفی روزانه معنادار نبود، اما بره‌هایی که در جیره خود مکمل مس دریافت

جدول ۲. تأثیر افزودن منابع مختلف مس به جیره بر عملکرد بره زندی

مقدار P	تیمار			SEM	صفت		
	زمان × تیمار	زمان	تیمار		شاهد	مس آلی	مس معدنی
۰/۳۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۵	۶/۷	۱۶۲ <sup>a</sup>	۱۶۹ <sup>a</sup>	۱۵۰ <sup>b</sup>	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم/روز)
۰/۵۵	۰/۰۰۰۱	۰/۴۲	۴۰/۱۳	۱۱۳۴	۱۰۴۷	۱۱۵۵	میانگین خوراک مصرفی روزانه (گرم/روز)
۰/۱۸	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۵۹	۷/۰ <sup>a</sup>	۶/۲ <sup>b</sup>	۷/۷ <sup>a</sup>	ضریب تبدیل خوراک

a, b تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف معنادار است ( $P < 0/05$ ).

تیمارها شامل جیره فاقد مکمل مس (شاهد) و جیره حاوی ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل پروتئینات (مس آلی) و جیره پایه به همراه ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات (مس معدنی) بود.

## تولیدات دامی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۳

تأثیر منابع مختلف مکمل مس بر فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم مواد مغذی در گوسفند زندی

جدول ۳. تأثیر مکمل مس بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره

مقدار P	SEM	تیمار			صفت (درصد)
		مس معدنی	مس آلی	شاهد	
۰/۰۰۶۳	۰/۵۹	۶۹/۵ <sup>b</sup>	۷۲/۴۷ <sup>a</sup>	۶۹/۵۸ <sup>b</sup>	ماده خشک
۰/۰۰۲۳	۰/۳۹	۷۴/۹۱ <sup>b</sup>	۷۷/۳۷ <sup>a</sup>	۷۵/۵۲ <sup>b</sup>	ماده آلی
۰/۰۱	۰/۴۴	۶۵/۸۰ <sup>b</sup>	۶۸/۵۴ <sup>a</sup>	۶۴/۴۰ <sup>b</sup>	پروتئین خام
۰/۹۱	۰/۰۷	۸۸/۴۵	۸۰/۴۰	۸۵/۶۳	چربی خام
۰/۲۱	۱/۴	۳۶/۹۵	۴۰/۳۰	۴۰/۲۴	NDF
۰/۰۲۳	۱/۴۵	۴۵/۸۴ <sup>b</sup>	۵۲/۵۱ <sup>a</sup>	۴۸/۶۸ <sup>ab</sup>	ADF

a, b. تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف معنادار است ( $P < 0.05$ ).

تیمارها شامل جیره فاقد مکمل مس (شاهد) و جیره حاوی ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل پروتئینات (مس آلی) و جیره پایه به همراه ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات (مس معدنی) بود.

در جیره‌های پایه به ویژه مقدار مس جیره پایه و نیز تداخل سایر ترکیبات جیره نظیر حضور و سطح مواد معدنی مؤثر در جذب و سوخت‌وساز مس، همچنین طول دوره استفاده از مکمل مس باشد (۱۹).

نتایج مربوط به مقادیر گاز تولیدی جیره‌های آزمایشی در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان تولید گاز در ساعت ۱۲ در جیره حاوی مکمل مس آلی نسبت به جیره شاهد و جیره حاوی مکمل مس معدنی بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). همچنین، میزان گاز تجمعی در جیره حاوی مس آلی در ساعت ۴ ( $P = 0.06$ ) و ۱۶ ( $P = 0.09$ ) نسبت به سایر تیمارها تمایل به افزایش داشت. این نتایج نشان می‌دهد جیره‌های حاوی مکمل مس، به‌ویژه مس آلی، احتمالاً باعث افزایش تخمیر میکروبی شده است. روند تخمیر و تولید گاز در تیمارهای مختلف در مدت زمان انکوباسیون در شکل ۱ نشان داده شده است. لذا، با افزایش زمان انکوباسیون اختلاف بین تیمار شاهد با تیمارهای مکمل شده با مس، به‌ویژه مس آلی بیشتر می‌شود که نشان‌دهنده تخمیر بیشتر در بخش نامحلول قابل تخمیر است. به‌طور کلی، پتانسیل تجزیه‌پذیری و تخمیر در تیمار مس آلی بیشتر از دو تیمار دیگر بود.

اثر منابع مختلف مس بر قابلیت هضم مواد مغذی شامل ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، ADF و NDF در جدول ۳ ارائه شده است. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و ADF جیره در بره‌هایی که مکمل پروتئینات مس دریافت کردند نسبت به بره‌های دو تیمار دیگر بیشتر بود ( $P < 0.01$ ). قابلیت هضم چربی خام و NDF تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مشابه نتایج موجود گزارش شده است که استفاده از مکمل پروتئینات مس در جیره بز، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام را افزایش می‌دهد (۱۲). هرچند استفاده از سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم مکمل مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره پایه حاوی ۷/۳۸ میلی‌گرم مس در بزهای کشمیری، قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام را تغییر نداده است، در این مطالعه، قابلیت هضم ADF و NDF با افزودن ۱۰ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک افزایش معناداری نشان داد (۱۹). بهبود در قابلیت هضم NDF به افزایش تخمیر شکمبه‌ای به دنبال افزودن مکمل مس به جیره می‌انجامد (۴). اختلاف در نتایج قابلیت هضم مواد مغذی ممکن است ناشی از تفاوت

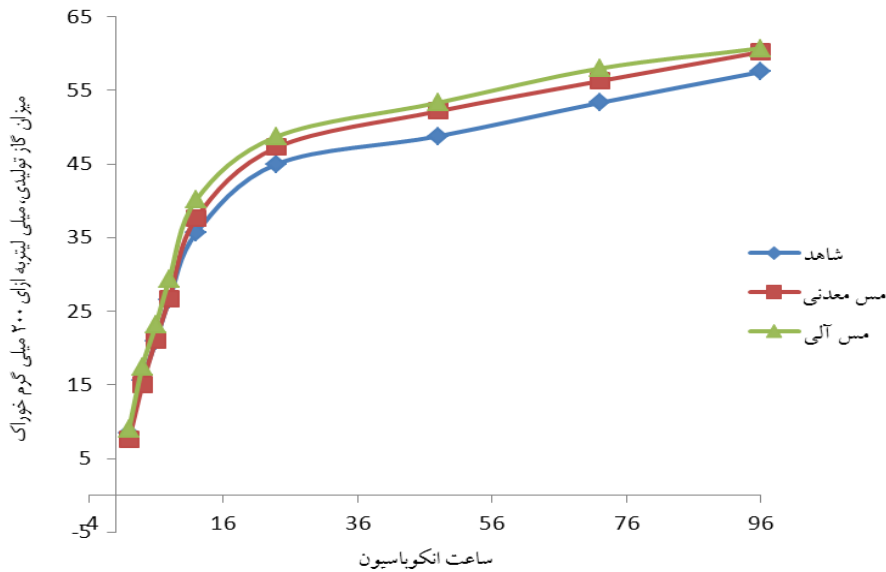
## تولیدات دامی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۳

جدول ۴. میزان گاز تولیدی جیره‌های آزمایشی (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)

تیما	انکوباسیون زمان (ساعت)									
	۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	۱۶	۱۲	۸	۶	۴	۲
شاهد	۵۷/۵	۵۳/۳	۴۸/۷	۴۴/۹	۴۲/۱	۳۵/۶ <sup>b</sup>	۲۶/۵	۲۰/۹	۱۵/۰	۷/۵
مس آلی	۶۰/۷	۵۷/۹	۵۳/۳	۴۸/۷	۴۶/۱	۴۰/۱ <sup>a</sup>	۲۹/۳	۲۳/۱	۱۷/۴	۸/۹
مس معدنی	۶۰/۲	۵۶/۲	۵۲/۱	۴۷/۲	۴۴/۳	۳۷/۶ <sup>ab</sup>	۲۶/۷	۲۱/۱	۱۵/۶	۸/۴
SEM	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۱۱	۱/۰۴	۰/۹	۰/۹	۰/۸	۰/۶	۰/۶۳
مقدار P	۰/۴۷	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۳۶

a, b: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ستون معنادار است ( $P < 0.05$ ). تیمارها شامل جیره فاقد مکمل مس (شاهد) و جیره حاوی ۱۰ میلی گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل پروتئینات (مس آلی) و جیره پایه به همراه ۱۰ میلی گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات (مس معدنی) بود.



شکل ۱. میزان گاز تولیدی جیره‌های مختلف آزمایشی در ساعت‌های مختلف انکوباسیون

افزودن منابع مختلف مس به جیره بر قابلیت هضم ظاهری ماده آلی، مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز، انرژی خالص شیردهی و کل اسیدهای چرب فرار اندازه‌گیری شده به روش تولید گاز تأثیر معناداری نداشت (جدول ۶).

نتایج تأثیر منابع مختلف مس بر فراسنجه‌های تولید گاز در جدول ۵ نشان داده شده است. مقدار b (گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر)، همچنین نرخ تولید گاز در ساعت ۱۲ انکوباسیون در جیره‌های حاوی مس بیش از جیره شاهد بود ( $P < 0.05$ ).

## تولیدات دامی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۳

تأثیر منابع مختلف مکمل مس بر فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم مواد مغذی در گوسفند زندی

جدول ۵. تأثیر منابع مختلف مس بر فراسنجه‌های تولید گاز

مقدار P	SEM	تیمار			فراسنجه‌های تولید گاز
		مس معدنی	مس آلی	شاهد	
۰/۰۳۴	۱/۸	۵۴/۵ <sup>ab</sup>	۵۷/۶ <sup>a</sup>	۵۲/۶ <sup>b</sup>	گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر (b)
۰/۱۲۹	۰/۰۰۲۴	۰/۰۸۲	۰/۰۹۱	۰/۰۸۶	ثابت نرخ تولید گاز (c)
۰/۳	۱/۰۷	۱۱/۹	۱۲/۱	۱۰/۴	تولید گاز در ساعت ۴ (میلی‌لیتر)
۰/۰۹	۰/۹۳	۲۶/۶	۲۹/۹	۲۶/۰۶	تولید گاز در ساعت ۶ (میلی‌لیتر)
۰/۰۵	۱/۰۸	۴۵/۹ <sup>ab</sup>	۴۸/۶ <sup>a</sup>	۴۱/۷ <sup>b</sup>	تولید گاز در ساعت ۱۲ (میلی‌لیتر)

a, b: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف معنادار است ( $P < 0.05$ ).

تیمارها شامل جیره فاقد مکمل مس (شاهد) و جیره حاوی ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل پروتئینات (مس آلی) و جیره پایه به همراه ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات (مس معدنی) بود.

جدول ۶. برآورد خصوصیات شیمیایی و هضمی جیره‌های آزمایشی با استفاده از روش تولید گاز

مقدار P	SEM	تیمار			صفت
		مس معدنی	مس آلی	شاهد	
۰/۲۸	۱/۶	۷۰/۸۳	۷۱/۸۶	۶۷/۸۲	قابلیت هضم ظاهری ماده آلی (درصد)
۰/۱۳	۰/۰۳	۲/۲	۲/۳	۲/۱	انرژی قابل سوخت‌وساز (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)
۰/۱۳	۰/۰۲	۱/۰۷	۱/۱	۱/۰۳	انرژی خالص شیروراری (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)
۰/۱۳	۰/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۷	۰/۹۸	اسیدهای چرب فرار (میلی‌مول / گرم ماده خشک)

تیمارها شامل جیره فاقد مکمل مس (شاهد) و جیره حاوی ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل پروتئینات (مس آلی) و جیره پایه به همراه ۱۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک به شکل سولفات (مس معدنی) بود.

قرار نگرفت. با توجه به یافته‌های موجود، به نظر می‌رسد افزودن مس به جیره غذایی تأثیر مثبتی بر تخمیر میکروبی شکمبه داشته باشد. گزارش شده است که مکمل مس کارایی تخمیر را با کاهش تعداد پروتوزوا در شکمبه افزایش می‌دهد (۱۷). البته، ممکن است کاهش در قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره به دنبال افزودن مقادیر زیاد مکمل مس، ناشی از آثار سمی آن بر میکروارگانیسم‌های شکمبه باشد (۲۰). مطالعات آزمایشگاهی نشان می‌دهند مقادیر بالاتر از ۲۱ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده

پژوهش‌ها در زمینه تأثیر افزودن عناصر کم‌مصرف به جیره‌های غذایی بر تخمیر و هضم‌پذیری شکمبه محدودند. در مطالعه‌ای برای برآورد میزان گاز تولیدی و تجزیه‌پذیری ماده خشک در جیره‌های با و بدون مکمل مس در بز، نرخ تولید گاز بعد از ۴ و ۶ و تولید گاز بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون در جیره‌های حاوی مس نسبت به جیره شاهد بیشتر بود (۱۹). در این آزمایش، مشابه نتایج مطالعه حاضر، مجانب تولید گاز (b) برای جیره‌های حاوی مکمل مس بالاتر بود، ولی مقدار c تحت تأثیر مکمل مس

## تولیدات دامی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۳

6. Haywood S, Muller T, Muller W, Heinz-Erian R, Tanner MS and Ross G (2001) Copper associated liver disease in North Ronaldsay sheep; a possible animal model for non-Wilsonian hepatic copper toxicosis of infancy and childhood. *Pathology*. 195: 264-269.
7. Jain NC (2000) *Schalms veterinary hematology* 5<sup>th</sup> ed. (pp. 1075-1084) Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins.
8. Liepa GU, Beitz DC and Linder JR (1978) Cholesterol synthesis in ruminating and non-ruminating goats. *Nutrition*. 108: 535-543.
9. Lim H and Paik I (2006) Effects of dietary supplementation of copper chelates in the form of methionine, chitosan and yeast in laying hens. *Asian Australian Journal of Animal Sciences*. 19: 1174-1180.
10. Luginbuhl J, Poore M, Spears J and Brown T (2000) Effect of dietary copper level on performance and copper status of growing meat goats. *Sheep and Goat Research*. 16: 65-71.
11. Mohri M, Jannatabad AA and Aslani MR (2005) Studies on haemoglobin polymorphism of two breeds of Iranian sheep and its relationship to concentrations of iron, copper, haemoglobin, haematocrit and RBC number. *Veterinary Research Communications*. 29: 305-312.
12. Mondal M and Biswas P (2007) Different sources and levels of copper supplementation on performance and nutrient utilization of castrated black bengal (*Capra hircus*) kids diet. *Asian Australian Journal of Animal Sciences*. 20: 1067-1072.
13. Nouri M (1998) Evaluation of probability of copper deficiency in sheep around Mashhad city. University of Tehran. *Veterinary Medicine*. 53: 51-54.
14. Nouri M, Rasooli A and Mohammadian B (2005) Enzootic ataxia in lambs. *Indian Veterinary*. 82: 1007-1008.

خشک جیره فعالیت‌های تخمیری و رشد برخی گونه‌های باکتری را کاهش می‌دهد و به کاهش عملکرد حیوان می‌انجامد (۴).

باتوجه به نتایج حاضر درباره قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد بره‌های پرواری در این آزمایش به نظر می‌رسد که استفاده از ۱۰ میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره از منبع آلی در تغذیه بره‌های پرواری زندی مفید باشد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه تهران، همچنین شرکت وتاک قدردانی می‌شود.

### منابع

1. Brown T and Zeringue L (1994) Laboratory evaluations of solubility and structural integrity of complexed and chelated trace mineral supplements. *Dairy Science*. 77: 181-189.
2. Cheng J, Fan C, Zhang W, Zhu X, Yan X, Wang R and Jia Z (2008) Effects of dietary copper source and level on performance, carcass characteristics and lipid metabolism in lambs. *Asian Australian Journal of Animal Sciences*. 21: 685-89.
3. Davis KG and Mertz W (1987) Copper. In: Mertz W (ed) *Trace elements in human and animal nutrition*. Academic, New York. Pp. 301-364.
4. Engle T and Spears J (2000) Dietary copper effects on lipid metabolism, performance and ruminal fermentation in finishing steers. *Animal Science*. 78: 2452-2458.
5. Freedman JH, Ciriolo MR and Peisach J (1989) The role of glutathione in copper metabolism and toxicity. *Biological Chemistry*. 264: 5598-5605.

### تولیدات دامی



15. Rasooli A, Nouri M and Razi-Jalali M (2010) Influence of antagonistic minerals in soil and pastures on the blood and liver copper in goats in Khuzestan province, Iran. Iranian Journal of Veterinary Research. 8: 25-35.
16. Solaiman S, Maloney M, Qureshi M, Davis G and D'Andrea G (2001) Effects of high copper supplements on performance, health, plasma copper and enzymes in goats. Small Ruminant Research. 41: 127-139.
17. Solaiman S, Shoemaker C and D'Andrea G (2006) The effect of high dietary Cu on health, growth performance and Cu status in young goats. Small Ruminant Research. 66: 85-91.
18. Underwood EJ and Suttle NF (1999) The mineral nutrition of livestock, 3<sup>rd</sup> Edition, CAB International Nutrient requirements of sheep, 6<sup>th</sup> Edition, 1985, National Academy Press, Washington DC.
19. Zhang W, Wang R, Kleemann DO, Lu D, Zhu X, Zhang C 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.
20. Zhang W, Wang R, Zhu X, Kleemann D, Yue C and Jia Z (2007) Effects of Dietary copper on ruminal fermentation, Nutrient digestibility and fibre characteristics in Cashmere goats. Asian Australian Journal of Animal Sciences. 20: 1843- 1848.