نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۲۵، زمستان ۱۳۹۸
ص‌ص: ۳~۱۴

اثر تغذیه مکمل مس بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی بزغاله‌های اخته شده مهابادی

- **مهدی افتخاری**(نویسنده مسئول)

بخش دام و طیور، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی، قزوین، ایران.

- **ابوالفضل زالی**

دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

- **امیر اکبری افجانی**

دانش آموخته مقطع دکتری تغذیه نشخوارکنندگان از دانشگاه زنجان.

- **مهدی گنج خانلو**
- دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- **علی هاتفی**

دانش آموخته مقطع دکتری فیزیولوژی از دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت : آذر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش : آذر ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۶۷۷۴۴۲

Email: eftekharimehdi@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2018.116516.1582

چکیده

به منظور بررسی اثر مکمل مس بر عملکرد بزغاله‌های مهابادی، از ۱۲ راس بزغاله اخته‌شده (میانگین وزن ۳±۲۲ کیلوگرم و میانگین سن ٤ تا ٥ ماه) در قالب یک طرح کامل تصادفی با دو تیمار و شش تکرار (٦ رأس بزغاله در هر تیمار) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون مکمل مس) و تیمار حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم مکمل مس به ازای هر رأس بزغاله در روز (مس) بود. بزغاله‌ها دو بار در روز (ساعت۰۰ : ٦ و ساعت۰۰ : ۱۸) و به مدت ۹۰ روز با جیره‌ای حاوی ۷۰ درصد کنسانتره و ۳۰ درصد علوفه تغذیه شدند. مکمل مس به شکل سولفات مس و به صورت سرک در تیمار مس استفاده شد. اندازه‌گیری خوراک مصرفی به صورت روزانه انجام شد. جهت تعیین فراسنجه‌های خونی شامل تری‌گلیسرید، کلسترول و گلوکز در روز ۸۵ آزمایش از بزغاله‌ها خون‌گیری به عمل آمد. به منظور اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در روزهای ۸۵-۸۰ نمونه‌گیری از مدفوع انجام شد. در پایان آزمایش، پس از کشتار بزغاله‌ها فراسنجه‌های لاشه و ترکیب بافت لاشه مشخص گردید. نتایج نشان داد مصرف مکمل مس در جیره بزغاله‌های مهابادی اثر معنی داری بر افزایش وزن روزانه نداشت (P>۰/۰۵). قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و غلظت متابولیت‌های خونی نیز تحت تاثیر مکمل مس قرار نگرفت (P>۰/۰۵)؛ بر اساس نتایج آزمایش حاضر استفاده از مکمل مس در جیره بزغاله‌های اخته شده مهابادی به میزان روزانه ۱۰۰ گرم به ازای هر رأس اثر معنی داری بر عملکرد و خصوصیات لاشه بزغاله های اخته شده مهابادی نداشت.

واژه‌های کلیدی: مس، خوراک مصرفی، گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، بز

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 125 pp: 3-14

Effect of copper supplement on performance and blood parameters in Mahabadi castrated kids

By: M Eftekhari[1], A Zali[2], A Akbari Afjani[3], M Ganjkhanlou[2] and A Hatefi[2]
[1]Department of Animal science, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Qazvin, IRAN.
[2]Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
[3]Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Received: December 2017 **Accepted: December 2018**

In order to study the effect of Cu supplement on performance of Mahabadi kids, 12 castrated Mahabadi kids (average weight of 22±3kg and 4-5 month age) were used in this experiment in a completely random design with two treatments and six replications. Treatments were included control (without Cu supplement) and 100 mg Cu supplement per/d (Copper). The kids were fed two times daily (6:00 and 18) during 90 days by a diet contained 70% concentrate and 30% forage. Cu supplement was fed as top dress in the form of copper sulfate in Cu treatment. Feed intake was recorded daily. Blood samples were taken at day 85 and analyzed for triglyceride, cholesterol and glucose. At the end of trial, the kids were slaughtered and the weight of carcass parameters were determined. The results showed that use of copper supplement at high levels in diets of Mahabadi kids did not affect average daily gain, apparent nutrient digestibility, and blood metabolites concentration. In conclusion, Cu supplement (100 mg Cu supplement/d) had no significant effect on performance and carcass characteristics of Mahabadi male kids.

Key words: Copper, Feed intake, Cholesterol, Glucose, Triglyceride, Goat

مقدمه

موادمعدنی و به ویژه مس دارای نقشی حیاتی در متابولیسم دام است و تأمین روزانه مواد معدنی در جیره مصرفی سلامت و عملکرد دام را تحت تأثیر قرار می دهد (Haenlein، 2004). مس به عنوان یک ماده معدنی کم‌مصرف و ضروری برای حیوانات، جهت انجام تعدادی از اعمال بیوشیمیایی لازم شناخته شده است و کمبود و مسمومیت آن به دفعات در نقاط مختلف جهان گزارش شده است (Zhang و همکاران، 2008). مس یکی از مهمترین مواد معدنی محدودکننده در تغذیه بز می باشد و عملکرد مناسب بزها زمانی حاصل می‌گردد که مکمل مس در تغذیه آنها استفاده شود (Ramırez و همکاران ، 2002). نتیجه برخی از تحقیقات میزان مس مورد نیاز بز را ۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره اعلام نموده‌اند(Morand-Fehr، 1981؛ Khan و همکاران، 2007) ولی مطالعات انجام شده توسط سایر محققین در سال‌های اخیر نشان داده است سطوح بالای مس می‌تواند اثرات مثبتی بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی داشته باشد(Solaiman و همکاران، 2006؛ Ward and Spears، 1997) که این موارد در نشریه انجمن تحقیقات بین المللی در سال ۲۰۰۷ تقریباً لحاظ شده است و در آن

مقدار مس مورد نیاز بزغاله‌های در حال رشد ۲۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک خوراک توصیه شده است(NRC،2007). در زمینه استفاده از مکمل مس، Mondal و Biswas، (2000) دریافتند افزودن مس می‌تواند سبب بهبود افزایش وزن روزانه در بزغاله‌های سیاه بنگالی[1] گردد. Zhang و همکاران (2007) نیز گزارش نمودند استفاده از ۱۰ میلی‌گرم مکمل مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره سبب بهبود افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در بزهای کشمیری[2] می‌گردد. طبق نتایج مطالعات Ward و Spears (1997)، Engle و Spears (2000b) و Engle و همکاران (2000) نیز مس جیره ممکن است سبب بهبود بازده رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و غلظت مس پلاسما در گوساله گردد. با این حال بر اساس نتایج مطالعه Mullis و همکاران (2003) شواهد نشان می‌دهد اثرات حاصل از افزودن مس به خوراک بسته به گونه حیوان (گاو، بز و گوسفند) متفاوت است و حتی در یک گونه می‌تواند بسته به نژاد، سطح مس و جیره پایه متفاوت باشد(Arthington and Pate, 2002).

با در نظر گرفتن این نکته که بز نسبت به گوسفند به تحمل سطوح بالای مس مقاومت بیشتری دارد - علائم مسمومیت با مس در گوسفند در سطح ۲۰-۱۰ میلی گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک خوراک مشاهده می گردد- و به هنگام تغذیه از خوراکی که مقدار مس در آن زیادتر از حد معمول است، حساسیت کمتری نشان می‌دهد (Spears، 2003) و اینکه برخی از مراتع کشور به دلیل فعالیت های صنعتی به درجات مختلف آلودگی با عنصر مس دارند، این مطالعه با هدف بررسی اثرات مصرف سطح نسبتاً بالای مس بر عملکرد و متابولیت‌های خونی بزغاله های نر مهابادی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه که از آبان ماه سال ۱۳۹۴ و به مدت ۹۰ روز در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام گردید، تعداد ۱۴ رأس بزغاله اخته شده مهابادی با میانگین وزن ۲±۲۱ کیلوگرم و سن ۴ تا ۵ ماه انتخاب و پس از اطمینان از سلامت عمومی دام، به منظور بررسی اثر مکمل مس بر عملکرد و فراسنجه های خونی در جایگاه‌های انفرادی قرار گرفتند. جیره پایه با استفاده از نرم‌افزار CNCPS متوازن گردید (جداول ۱ و ۲) و به صورت خوراک کاملاً مخلوط و در حد اشتها در دو نوبت (ساعت۰۰: ۶ و ساعت۰۰: ۱۸) در اختیار بزغاله-ها قرار گرفت. میزان مس موجود در جیره پایه با دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی (Shimatzu, AA-670) اندازه-گیری شد (AOAC، 1990؛ کد ۹۲۵/۱۲)؛ مکمل مس نیز به شکل سولفات مس ۵ آبه (مرک آلمان) و به میزان ۱۰۰ میلی گرم در روز به صورت سرک به گروه دریافت کننده مکمل مس ارائه گردید(Datta و همکاران، 2007) و اندازه‌گیری خوراک مصرفی به طور روزانه انجام شد. ترکیب شیمیایی مواد خوراکی طبق روش‌های استاندارد (AOAC، 1990) و شامل ماده خشک(کد ۹۴۵/۱۵)، پرتئین خام(کد ۹۹۰/۰۳)، چربی خام (۹۴۵/۱۶) و خاکستر(کد ۹۶۷/۰۵) تعیین گردید. آماده سازی نمونه‌های خوراک جهت اندازه‌گیری میزان مس خوراک طبق روش Neathery و همکاران(1990) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (Clima Plus, RAL, Madrid, Spain) انجام شد. میزان قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در دستگاه گوارش نیز با جمع‌آوری مدفوع در روزهای ۸۰ تا ۸۵ و با استفاده از نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید، طبق روش Van Keulen و Young (1977) تعیین گردید.[3]

خون‌گیری از بزغاله ها در روز ۸۵ آزمایش، قبل از خوراک دهی صبح با استفاده از لوله‌های خلادار (ونوجکت) حاوی هپارین انجام شد و جداسازی پلاسمای خون پس از سانتریفیوژ خون در دور ۱۰۰۰ g به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. پلاسمای جداشده تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (Datta و همکاران، 2007). در زمان آنالیز اندازه‌گیری گلوکز با استفاده از کیت پارس‌آزمون (شماره ۱۱۷۵۰۰) و اندازه‌گیری تری‌گلیسرید و کلسترول با استفاده از کیت راندوکس به ترتیب با شماره‌های

[1] -Black Bengal

[2] - Mongolian White Cashmere

[3] تمام آزمایشات انجام شده در این تحقیق در آزمایشگاه تغذیه گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شده است.

TR210 و CH2823 و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (Clima Plus, RAL, Madrid, Spain) در طول موج ۵۴۶ نانومتر انجام شد.

در پایان مدت آزمایش بزغاله‌ها بعد از ۱۴ الی ۱۶ ساعت گرسنگی (قبل از تغذیه وعده صبح)، وزن کشی گردیدند؛ پس از وزن کشی، بزغاله‌ها کشتار شده و وزن لاشه‌گرم با کسر وزن بخش آلایش لاشه اندازه‌گیری شد. ضخامت چربی روی ماهیچه راسته (دنده ۱۲) با استفاده از کولیس و مساحت ماهیچه راسته با دستگاه مساحت‌سنج دیجیتالی (پلانی متر) اندازه‌گیری گردید (Naumann، 1951). به منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر ترکیبات شیمیایی گوشت، نمونه ماهیچه راسته (حدود ۵۰ گرم) از سمت راست لاشه و در ناحیه دنده ۹ تا ۱۲ برداشته شد و تا زمان آنالیز بر اساس روش‌های استاندارد AOAC (۱۹۹۰) در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری گردید.

طرح مورد استفاده در این تحقیق، طرح کاملا تصادفی با دو جیره آزمایشی و شش تکرار (بزغاله) در هر جیره آزمایشی بود. تجزیه داده ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و در قالب آزمون t (t test) انجام شد. مدل آماری طرح به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + bx_{ij} + e_{ij}$ بود که در آن، Y_{ij} = مقدار هر مشاهده در آزمایش، μ= میانگین جامعه، T_i = اثر جیره های آزمایشی، bx_{ij} = اثر وزن اولیه (متغیر کمکی)، e_{ij} = اشتباه آزمایشی (اثرات باقیمانده) است.

جدول ۱. اجزاء تشکیل دهنده جیره‌های غذایی (درصد ماده خشک)

مواد خوراکی	مقدار(درصد)
یونجه	۲۵
ذرت سیلو شده	۵
جو	۴۹
سبوس گندم	۵/۵
کنجاله کلزا	۷/۲
کنجاله سویا	۶
بیکربنات سدیم	۰/۵
کربنات کلسیم	۱
نمک	۰/۴
مکمل ویتامینی[1]	۰/۴

۱- هر کیلوگرم مکمل حاوی ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D، ۱ میلی‌گرم ویتامین E و ۱۲/۵ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان بود.

جدول ۲. انرژی و موادمغذی موجود در جیره‌های آزمایشی (برحسب درصد ماده خشک)

انرژی و مواد مغذی	مقدار(درصد)
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری درکیلوگرم)	۲/۵
پروتئین خام (درصد)	۱۵/۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی[1](درصد)	۳۴/۳
کلسیم (درصد)	۰/۶
فسفر (درصد)	۰/۴
مس(میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)[2]	۶/۰
خاکستر (درصد)	۷/۲

[1]NDF: Neutral Detergent Fiber

[2]در بین فراسنجه‌های موجود در جدول فقط مس اندازه‌گیری شده است.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۳ آمده است. نتایج آزمایش حاضر نشان داد میانگین مصرف ماده خشک بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت($p>۰/۰۵$) و مصرف مکمل مس اثر معنی داری بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی نیز نداشت($p>۰/۰۵$).

مشابه نتایج آزمایش حاضر افزودن ۱۰ یا ۲۰ میلی‌گرم مکمل مس در کیلوگرم ماده خشک جیره برههای پرواری اثری بر متوسط افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی (Cheng و همکاران 2008) و نیز استفاده از مکمل مس تا سطح ۳۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جیره اثری بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و بازده غذایی در بزهای گوشتی در حال رشد نداشت (Luginbuhl و همکاران 2000). ولی در مطالعه Zhang و همکاران (2007) که روی بزهای سفید کشمیری انجام شد، بهبود افزایش وزن روزانه و بازده خوراک به هنگام مصرف ۱۰ میلی‌گرم مکمل مس در هر کیلوگرم ماده خشک گزارش گردید؛ در مطالعه مذکور استفاده از سطوح بالاتر مکمل مس، اثر منفی بر عملکرد داشت به طوری که استفاده از ۳۰ میلی گرم مکمل مس در هر کیلوگرم ماده خشک به جیره سبب کاهش مصرف خوراک، کاهش افزایش وزن و بازده خوراک نسبت به تیمار شاهد شد. در مطالعه Dezfoulian و همکاران (2012) نیز استفاده از مکمل سولفات یا پروتئینات مس اثر معنی‌داری بر خوراک مصرفی یا افزایش وزن روزانه بره ها نداشت ولی سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی شد.

برخلاف نتایج آزمایش حاضر Mondal و Biswa (2007) گزارش نمودند افزودن مس می‌تواند سبب بهبود افزایش وزن روزانه در بزغاله های سیاه بنگالی گردد؛ Solaiman و همکاران (2001 و2006) نیز بهبود افزایش وزن روزانه را در بزهایی که مکمل مس در سطوح بالا (۱۵۰-۱۰۰ میلی گرم در روز) مصرف کرده بودند را گزارش نمودند. در مطالعه Datta و همکاران (2007) نیز استفاده از مکمل مس در جیره بزغاله ها سبب افزایش معنی دار وزن نهایی و افزایش وزن روزانه گردید. در مقابل Engle و Spears (2000b) گزارش کردند افزودن مکمل مس به جیره گاوهای پرواری در مرحله پایانی پروار به مقدار ۲۰ یا ۴۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک، سبب کاهش افزایش وزن روزانه و افزایش ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه شاهد می‌گردد. این محققین دلیل کاهش عملکرد را اختلال در تخمیر شکمبه‌ای به هنگام مصرف سطوح بالای مس در جیره اعلام نمودند. استفاده از مکمل مس در نشخوارکنندگانی که جیره‌های با کنسانتره بالا مصرف می کنند سبب نتایج متضادی شده است. علت عدم یکنواختی در نتایج به هنگام استفاده از مکمل مس دقیقاً مشخص نیست، ولی عواملی نظیر وضعیت اولیه

حیوان از نظر مس، مقدار استفاده از مکمل مس، شکل مکمل مس مصرفی (آلی یا معدنی)، وجود یا عدم وجود آنتاگونیست‌های مس(گوگرد، مولیبدن و روی) در جیره، عوامل مرتبط با تنش محیطی، طول دوره مصرف و تفاوت نژادها از نظر متابولیسم مس می‌توانند در نتایج مشاهده شده موثر باشند(Mullis و همکاران، 2003 و Arthington and Pate , 2002). مطلب مهم دیگر این است کمبود مس، بیشتر در حیوانات به هنگام چرا و در فصل بهار و تابستان که از علوفه جوان و تازه استفاده می‌کنند، مشاهده می شود؛ ولی در آزمایش حاضر و در حیواناتی که در سیستم بسته نگهداری می شوند، چون در تغذیه این دام‌ها از کنسانتره و علوفه خشک استفاده می شود و از آنجا که کنسانتره حاوی مقدار کافی مس است و علف‌های خشکی که برای تغذیه استفاده می شوند تا حدی بالغ هستند، احتمال کمبود مس کمتر وجود دارد(Gartrell و همکاران، 2004)، نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد در پرورش متراکم دام و به هنگام استفاده از جیره های استاندارد نیازی به افزودن مکمل مس نیست (Vaquero و همکاران، 2012). مورد مهم دیگر این است که معمولاً در آزمایشات سطح مس جیره پایه اندازه‌گیری می‌شود ولی به میزان مس یا عناصر آنتاگونیست آن در آب مصرفی حیوان توجهی نمی گردد.

جدول۳ – اثر مکمل مس بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بزغاله های مهابادی

مورد	تیمار		نتیجه آماری
	شاهد	مس	
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم)	۱±۰/۰۵	۱±۰/۰۸	۰/۸۸
وزن نهایی (کیلوگرم)	۳۲±۴/۸۳	۳۲±۴/۹۸	۰/۹۴
افزایش وزن روزانه (گرم)	۱۰۸±۱۸/۵۳	۱۰۸±۲۴/۵۴	۰/۹۷
ضریب تبدیل غذایی	۱۱±۱/۴۳	۱۱±۱/۳۴	۰/۸۳

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

از نظر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی شامل الیاف نامحلول در شوینده خنثی، چربی خام، پروتئین خام و ماده خشک بین تیمار شاهد و تیمار حاوی مکمل سولفات مس تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$)، (جدول ۴). عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین قابلیت هضم و مصرف خوراک بزغاله‌ها می تواند یکی از دلایل تشابه افزایش وزن بزغاله‌های تغذیه شده با جیره های آزمایشی باشد.

مشابه نتایج آزمایش حاضر در مطالعه انجام شده در گوساله‌ها، قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام تحت تأثیر مصرف مکمل مس قرار نگرفت (Saxena and Ranjhan, 1978)، ولی استفاده از مکمل آلی مس (پروتئینات مس) یا فرم سولفاته آن در جیره بزغاله ها سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین، ماده خشک و ماده آلی شد (Datta و همکاران، 2007). در مطالعه Zhang و همکاران (2007) نیز استفاده از مکمل مس در سطح ۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره اثری بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در بزهای کشمیری نداشت ولی استفاده از سطح سبب ۳۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره سبب کاهش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در اسید شد. در مطالعه Dezfoulian و همکاران نیز (۲۰۱۲) قابلیت هضم کلیه مواد مغذی به جز چربی خام افزایش یافت.

اگرچه اطلاعات کمی در مورد اثرات مس جیره بر استفاده از موادمغذی در گوسفند و بز وجود دارد ولی علت اثر گذاری مکمل مس بر قابلیت هضم در برخی از مطالعات، بهبود تخمیر شکمبه ای با افزایش رشد میکروارگانیزم های شکمبه ای (جمعیت پروتوزوآ و باکتری ها)، (Zhang و همکاران، 2007) اعلام

شده است. تفاوت در نتایج گزارش شده در مورد اثر مکمل مس بر قابلیت هضم مواد مغذی ممکن است ناشی از تفاوت در جیره پایه به ویژه مقدار مس جیره پایه- اثرات ممکن است مختص به جیره باشد و با تغییر جیره تکرارپذیر نباشد- و نیز تداخل سایر ترکیبات جیره نظیر حضور و سطح مواد معدنی مؤثر در جذب و سوخت و ساز مس و همچنین طول دوره استفاده از مکمل مس باشد (Zhang و همکاران، 2008).

جدول ٤- قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در بزغاله‌های تغذیه شده با جیره های مختلف آزمایشی (برحسب درصد)

مواد مغذی	تیمار		نتیجه آماری
	شاهد	مس	
NDF	۶۴±۴/۳۹	۶۱±۱/۷۲	۰/۲۴
چربی خام	۸۰±۲/۸۴	۸۲±۴/۷۳	۰/۵۱
پروتئین خام	۷۳±۴/۸۰	۷۵±۱/۱۶	۰/۴۱
ماده خشک	۸۱±۶/۷۹	۷۷±۲/۷۲	۰/۲۸

صفات لاشه

مصرف مکمل مس اثر معنی‌داری بر صفات لاشه شامل وزن زنده، وزن لاشه گرم، بازده لاشه و ضخامت چربی پشت کبد نداشت($p>0/05$)، (جدول ۵)؛ ولی وزن چربی داخلی در تیمار حاوی مکمل مس تمایل به کاهش و سطح مقطع عضله راسته تمایل به افزایش داشت($P<0/1$).

نتایج مطالعات نشان می‌دهند که مس جیره در غلظت های فیزیولوژیکی ممکن است متابولیسم چربی را در نشخوارکنندگان تحت تأثیر قرار دهد؛ در مطالعات Engle و Spears (2000a و 2001) استفاده از مکمل مس اثری بر وزن لاشه، بازده لاشه و سطح عضله راسته در گوساله های اخته نداشت. در مطالعه Correa و همکاران (2012) نیز استفاده از منبع آلی یا معدنی مس در سطح ۱۰ یا ۴۰ گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک جیره اثری بر ضخامت چربی پشت یا سطح عضله راسته گاوهای گوشتی نداشت ولی Cheng و همکاران (2008) گزارش کردند افزودن ۱۰ یا ۲۰ میلی گرم مس در کیلوگرم ماده خشک جیره بره‌های پرواری اثری بر بازده لاشه و سطح ماهیچه راسته نداشت، اما موجب کاهش ضخامت چربی پشت شد. استفاده از مکمل مس در جیره های با کمبود مس سبب کاهش ضخامت چربی پشت و افزایش سطح مقطع عضله راسته در گوساله های اخته آنگوس گردید (Ward and Spears، 1997). استفاده از مکمل مس در چندین مطالعه دیگر سبب کاهش ضخامت چربی پشت شده است (Spears and Engle, 2000a,b؛ Solaimanو همکاران، 2006، Ward and Spears، 1997)؛ که اگرچه از نظر محل تأثیر متفاوت با نتایج آزمایش حاضر است ولی بیانگر این است که عنصر مس در متابولیسم چربی نقش مؤثری بازی می کند. در برخی از این مطالعات علت کاهش ضخامت چربی،کاهش عملکرد حیوانات تغذیه شده با سطوح بالای مس عنوان شده است. از آنجا که در آزمایش حاضر کاهش عملکرد مشاهده نشده است،کاهش چربی داخلی در آزمایش حاضر می احتمالاً ناشی از افزایش سرعت تجزیه بافت چربی به هنگام استفاده از مکمل مس می‌باشد و قبلاً در آزمایشات in vitro تأیید شده است (Engle and Johnson, 2003). در مطالعه Cheng و همکاران (2010) نیز مشخص شد مس با کاهش فعالیت آنزیم‌های دخیل در ذخیره چربی نظیر اسید چرب سنتاز، لیپوپروتئین لیپاز، مالات دهیدروژناز و گلوکز ۶ فسفات دهیدروژناز و افزایش فعالیت لیپاز حساس به هورمون سبب کاهش ذخیره چربی کبد و زیرجلدی می‌گردد. نکته دیگری که باید به آن توجه نمود این است که حداقل در تعدادی از مطالعاتی که

اثرات مثبت استفاده از مکمل مس بر ترکیب لاشه را گزارش نموده اند جیره پایه از نظر مس کمبود داشته است و این در حالی است که در شواهد موجود نشان می‌دهد این وضعیت در آزمایش حاضر وجود نداشته است.

نتایج بررسی درصد ترکیبات شیمیایی گوشت بدون استخوان دنده های ۱۲ و ۱۳ اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و مس نشان نداد (جدول ۵). اگر چه در بررسی منابع انجام شده موردی از مطالعه مکمل مس بر ترکیب ماهیچه راسته یافت نشد، ولی دلایل احتمالی معنی دار نبودن اثر مس بر فراسنجه های لاشه را می توان با عدم وجود تفاوت معنی دار در خوراک مصرفی، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و فراسنجه های خونی بزغاله ها مرتبط دانست. در ضمن نوع نژاد و استعداد آن برای افزایش یا کاهش مقدار سلول‌های چربی و در کل سرعت ساخت چربی در بدن یا تفاوت در نوع خوراک از عوامل موثر بر متابولیسم چربی به هنگام استفاده از مکمل مس می باشد(Ward و همکاران، 1995).

جدول ۵- میانگین فراسنجه های لاشه در بزغاله‌ها تغذیه شده با جیره شاهد و مکمل مس

صفات مورد مطالعه	تیمار		نتیجه آماری
	شاهد	مس	
وزن کشتار (کیلوگرم)	۳۲±۴/۹۸	۳۲±۴/۸۳	۰/۹۴
وزن لاشه گرم (کیلوگرم)	۱۳±۱/۸۹	۱۳±۱/۸۶	۰/۸۷
بازده لاشه (درصد)	۴۱±۱/۷۱	۴۱±۱/۱۲	۰/۳۳
وزن چربی داخلی (کیلوگرم)	۱±۱/۱۴	۰/۷±۰/۴۴	۰/۰۶
ضخامت چربی پشت (سانتی متر)	۰/۶±۰/۳۵	۰/۷±۰/۲۸	۰/۴۹
سطح مقطع ماهیچه راسته(سانتی مترمربع)	۲±۰/۲۷	۲±۰/۴۴	۰/۰۹
ترکیبات شیمیایی گوشت بدون استخوان دنده‌های ۱۲ و ۱۳(بر حسب وزن تر)			
رطوبت (درصد)	۷۳±۱/۴۸	۷۸±۲/۳۵	۰/۹۵
پروتئین (درصد)	۲۳±۱/۰۶	۲۵±۲/۴۸	۰/۱۶
چربی (درصد)	۳±۲/۴۳	۲±۰/۷۸	۰/۲۶
خاکستر (درصد)	۲±۰/۴۲	۱±۰/۰۹	۰/۱۵

فراسنجه های خونی

استفاده از مکمل مس در جیره بزغاله‌های پرواری اثر معنی داری بر فراسنجه‌های پلاسما شامل غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول پلاسما خون بزغاله‌ها نداشت (جدول ۶)، مشابه نتایج آزمایش حاضر در مطالعه‌ای که روی بزغاله‌ها انجام شد مصرف مکمل مس اثری روی غلظت گلوکز یا تری گلیسرید نداشت (Datta و همکاران 2007). در مطالعاتی که ward و spears (2000 a,b) نیز انجام دادند، غلظت تری‌گلیسرید پلاسما تحت تأثیر افزودن ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک قرار نگرفت؛ اما در مطالعه Cheng و همکاران (2008) افزودن ۱۰ یا ۲۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم ماده خشک جیره بره‌های پرواری موجب افزایش غلظت تری‌گلیسرید گردید. در مطالعه Engle و Spears (2001) غلظت کلسترول تحت تأثیر استفاده از مکمل مس قرار نگرفت ولی در بزهایی که ۲۰ یا ۴۰ میلی گرم مس در کیلوگرم ماده خشک دریافت کرده بودند(Datta و همکاران ، 2007؛ Zhang و همکاران، 2007) و نیز گوساله‌های پرواری که ۱۰ تا ۴۰ میلی گرم مس در کیلوگرم ماده خشک دریافت

کرده بودند (Engle و همکاران 2000a) کاهش غلظت کلسترول خون گزارش شده است. همچنین در مطالعه‌ای که Cheng و همکاران (2008) روی بره‌های پرواری انجام دادند، افزودن ۱۰ یا ۲۰ میلی گرم مکمل مس در کیلوگرم ماده خشک جیره سبب کاهش غلظت کلسترول شد ولی در در مطالعه Correa و همکاران (2012) به هنگام استفاده از منبع آلی یا معدنی مس در سطح ۱۰ یا ۴۰ گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک غلظت تری گلیسرید و کلسترول تحت تأثیر قرار نگرفت.

بر اساس آزمایشات انجام شده در موش های آزمایشگاهی، در صورتی که جیره با کمبود مس مواجه باشد، کمبود مس با کاهش غلظت شکل احیای گلوتاتیون می تواند سبب کاهش فعالیت آنزیم ۳-هیدروکسی۳-متیل گلوتاریل‌کوآنزیم‌آ (HMG CoA) ردوکتاز- محدود کننده سرعت سنتز کلسترول – و بنابراین کاهش سنتز کلسترول گردد (Bakilli و همکاران، 1995)؛ زمانی که مس در جیره به اندازه نیاز دام تامین شده و مقدار آن کافی باشد، مس افزودنی نمی‌تواند مس پلاسما را افزایش دهد و این به علت مکانیسم هموستاتیک می باشد (Engle and Spears, 2001 و Spears)، لذا در پژوهش حاضر احتمالاً کاهش فعالیت آنزیم فوق الذکر وجود نداشته است.در ضمن یکی از موارد مهم در تغذیه مکمل مواد معدنی از جمله مس در دام، اثر تغذیه قبلی در میزان ذخایر مس در بدن حیوان می باشد؛ به طوری که در برخی از تحقیقات در دوره پیش آزمایش و به منظور تخلیه ذخایر مس بدن قبل از شروع انجام آزمایش از تغذیه مولیبدن استفاده شده است (Datta و همکاران، 2007؛ Correa و همکاران 2012). مورد مهم دیگر این است که طول دوره آزمایش می تواند توضیح دهنده بخشی از نتایج مرتبط با کلسترول باشد؛ در آزمایش Engle و همکاران (2000) که روی گوساله های پرواری انجام شد کاهش سطح کلسترول بعد از روز ۸۴ مشاهده شد. کلسترول بیشتر از LDL تشکیل شده است که نیمه عمر بالایی دارد، بنابراین ممکن است کلسترول در اواخر آزمایش فعلی از شروع به کاهش کرده باشد ولی به دلیل نیمه عمر بالای LDL هنوز قابل مشاهده نباشد (Correa و همکاران 2012). لازم به ذکر است که نتایج مطالعات نشان می دهد پاسخ‌های متفاوت مشاهده شده به هنگام استفاده از مکمل مس بیشتر از آنکه به میزان مس افزوده شده مربوط باشد به سطح آنتاگونیست‌های موجود در جیره (گوگرد، مولیبدن) بستگی دارد(García-Vaquero و همکاران، ۲۰۱۱).

جدول ٦- اثرات مکمل مس بر گلوکز، تری‌گلیسرید و کلسترول خون بزغاله‌ها

فراسنجه (میلی گرم در دسی لیتر)	تیمار		نتیجه آماری
	شاهد	مس	
گلوکز	۶۹±۴/۵۵	۶۴±۸/۰۳	۰/۲۱
تری‌گلیسرید	۳۶±۹/۶۶	۴۳±۹/۱۱	۰/۴۷
کلسترول	۱۰۷±۱۰/۰۹	۹۵±۱۲/۹۲	۰/۱۲

نتیجه‌گیری

افزودن مکمل سولفات مس میزان ۱۰۰ میلی گرم در روز به جیره حاوی ۶ میلی گرم در هر کیلوگرم ماده خشک در بزغاله های اخته شده مهابادی اثری بر عملکرد آنها نداشت و قابلیت هضم مواد مغذی نیز تحت تاثیر استفاده از مکمل مس قرار نگرفت. استفاده از مکمل مس بر کیفیت لاشه تا حدی مثبت بود و تمایل به کاهش وزن چربی داخلی و افزایش سطح مقطع ماهیچه راسته مشاهده شد. مصرف مکمل مس در بزغاله های اخته شده مهابادی بر فراسنجه های خونی اثری نداشت. به طور کلی نتایج این آزمایش مبین این مطلب است که در پرورش متراکم و استفاده از جیره های استاندارد در جیره بزغاله‌های اخته شده مهابادی نیازی به افزودن مکمل مس نیست.

منابع

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA.

Arthington, J.D. and Pate, F.M. (2002). Effect of corn- vs. molasses-based supplements on trace mineral status in beef heifers, Journal of Animal Science, 80, 2787–2791.

Bakalli, R.I., Pesti, G.M., Ragland, W.L. and Konjufca, V. (1995). Dietary copper in excess of nutritional requirements reduces plasma and breast muscle cholesterol of chicken. Poultry Science. 74:360-365.

Cheng, J., Fan, C., Zhang, W., Yan, X., Wang, L., Jia, Z. and zhu, X. (2010). Effects of dietary copper source and level on metabolic hormones and lipogenic and lipolytic enzyme activities in lambs. Small Ruminant Research. 89, 1, 12 – 17.

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-Australasian Journal of Animal Sciences. 21(5): 685-691.

Correa, L.B., Claro, G.R., Melo, M.P., Netto, A.S., Rosa, A.F. and Zanetti, M.A. (2012). Effect of supplementation of two sources and two levels of copper on lipid metabolism in Nellore beef cattle. Meat science. 91, 4, 466-71.

Datta, C., Mondal M.K. and Biswas, P. (2007). Influence of dietary inorganic and organic form of copper salt on performance, plasma lipids and nutrient utilization of Black Bengal (Capra hircus) goat kids. Animal Feed Science Technology, 135, 191-209.

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

Engle, T.E. and Spears, J. W. (2000b). Effect of dietary copper concentration and source on performance and copper status of growing and finishing steers. Journal of Animal Science, 78, 2446-2451.

Engle, T.E. and Spears, J.W. (2000a). Dietary copper effects on lipid metabolism, performance, and ruminal fermentation in finishing steers. Journal of Animal Science, 78, 2452-2458.

Engle, T.E. and Spears, J.W. (2001). Performance, carcass characteristics, and lipid metabolism in growing and finishing Simmental steers fed varying concentrations of copper. Journal of Animal Science, 79, 2920-2925.

Engle, T.E., Spears, J.W., Armstrong, T.A., Wright, C.L. and Odle, J. (2000). Effects of dietary copper source and concentration on carcass characteristics and lipid and cholesterol metabolism in growing and finishing steers. Journal of Animal Science, 78, 1053-1059.

García-Vaquero, M., Miranda, M., López-Alonso, M., Castillo, C. and Benedito, J.L. (2011). Evaluation of the need of copper supplementation in intensively reared beef cattle. Livestock Science. 137, 273– 277.

Gartrell, J., White, C. and Beetson, B. (2004). Farm note 28/2004. Copper deficiency in sheep and cattle (WA AGRIC). Available at: http://www.agric.wa.au.

Haenlein, G.F.W., 2004. Copper requirements of goats. In: Anke, M., et al. (Eds.), Macro and Trace Elements. Jena, Germany, pp. 129–135.

Jianbo, Ch., Caiyun, F., Wei, Z., Xiaoping, Z., Xiaogang, Y., Runlian, W. and Zhihai, J. (2008). Effects of dietary copper source and level on performance, carcass characteristics

and lipid metabolism in lambs. Asian-Aust. Journal of Animal Science, 88, 1053-1059.

Johnson, L.R. and Engle, T.E. (2003). The effect of copper source and concentration on lipid metabolism in growing and finishing Angus steers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 16:1131-1136.

Khan, Z.I., Hussain, A., Ashraf, M.,Ashraf, M.Y., McDowell, L.R. and Huchzermeyer, B. (2007). Copper nutrition of goats grazing native and improved pasture with the seasonal variation in a semiarid region of Pakistan. Small Ruminant Research. 67. 138–148

Luginbuhl, J.M., Poore, M.H., Spears, J.W. and Brown, T.T. (2000). Effect of level of whole cottonseed on intake, digestibility, and performance of growing male goats fed hay-based diets. Journal of Animal Science, 78, 1677-1683.

Mondal, M.K. 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-Aust. Journal of Animal Science, 20, 1067-1075.

Morand-Fehr, P. (1981). Nutrition and feeding of goats: Application to temperate climatic conditions. In: Gall, C. (Ed.), Goat Production. Academic Press, New York, p. 212.

Mullis, L.A., Spears, J.W. and McCraw, R.L. (2003). Estimated copper requirements of Angus and Simmental heifersJournal of Animal Science, 81, 865-873.

Naumann, H.D. (1951). A recommended procedure for measuring and grading beef for carcass evaluation. Proceeding of Reciprocal Meat Conference. 4:89–93.

NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, DC: The National Academies Press.

Odens, L.J., Burgos, R., Innocenti, M., VanBaale, M.J and Baumgard, L.H. (2007). Effects of varying doses of supplemental conjugated linoleic acid on production and energetic variables during the transition period1 .Journal of Dairy Science, 90, 1, 293- 305

Ramırez, R.G., Haenlein, G.F.W., Carcıa-Castillo, C.G. and Nunez-Gonzales, M.A. (2004). Protein, lignin and mineral contents and in situ dry matter digestibility of native Mexican grasses consumed by range goats. Small Ruminant Research. 52, 261–269.

Saxena, K.K. and Ranjhan, S.K. (1978). Effect of cobalt and copper supplementation, separately and in combination, on the digestibility of organic nutrients and mineral balances in Hariana calves, Indian Journal of Animal Science, 48, 566–571.

Solaiman, S.G., Craig Jr, T.J., Reddy, G. and Shoemaker, C.E. (2007). Effect of high levels of Cu supplement on growth performance,rumen fermentation, and immune responses in goat kids. Journal Small Ruminant Research, 69, 115–123.

Solaiman, S.G., Maloney, M.A., Qureshi, M.A., Davis, G. and Dandrea, G. (2001). Effects of high copper supplements on performance, health, plasma copper and enzymes in goats. Small Ruminant Research. 41, 127–139.

Solaiman, S.G., Shoemaker, C.E. and D'Andrea, G.H. (2006). The effect of high dietary Cu on health, growth performance, and Cu status in young goats. Small Ruminant Research, 66, 85–91

Solaiman, S.G., Shoemaker, C.E. and D'Andrea, G.H. (2006a). The effect of high dietary Cu on health, growth performance, and Cu status in young goats. Small Ruminant Research. 66, 85–91.

Spears, J.W. (2003). Trace Mineral Bioavailability in Ruminants. Journal of nutrition, 133: 5, 1506S-1509S

Van Keulen, V. and Young, B.H. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 26: 119-135.

Ward, J.D. and Spears, J.W. (1997). Long-term effects of consumption of low-copper diets with or without supplemental molybdenum on copper status, performance, and carcass characteristics of cattle. Journal of Animal Science, 75, 3057-3065.

Ward, J.D., Spears, J.W. and Gengelbach, G.P. (1995). Differences in copper status and copper metabolism among Angus, Simmental, and Charolais cattle. Journal of Animal Science. 73(2):571-7.

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.

Zhang, W., Wang, R.L., Zhu, X.P., David, O.K., Yue, C.W. and Jia, Z.H. (2007). Effect of dietary copper on ruminal fermentation, nutrient digestibility and fibre characteristics in Chashmere goats. Asian-Aust. Journal of Animal Science, 20, 1843-1848.