

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

• 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.

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۶۷۷۴۴۲

Email: eftekharimehdi@gmail.com

• علی هاتمی

دانش آموخته مقطع دکتری فیزیولوژی از دانشگاه تهران.

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2018.116516.1582

چکیده

به منظور بررسی اثر مکمل مس بر عملکرد بزغاله‌های مهبادی، از ۱۲ راس بزغاله اخته‌شده (میانگین وزن 22 ± 3 کیلوگرم و میانگین سن ۴ تا ۵ ماه) در قالب یک طرح کامل تصادفی با دو تیمار و شش تکرار (۶ 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 (ساعت ۶:۰۰ و ساعت ۱۸:۰۰) 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 مهبادی اثر معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه نداشت ($P > 0/05$). قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی و غلظت متابولیت‌های خونی نیز تحت تاثیر مکمل مس قرار نگرفت ($P > 0/05$)؛ بر اساس نتایج آزمایش حاضر استفاده از مکمل مس در جیره بزغاله‌های اخته شده مهبادی به میزان روزانه ۱۰۰ گرم به ازای هر رأس اثر معنی‌داری بر عملکرد و خصوصیات لاشه بزغاله‌های اخته شده مهبادی 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 kidsBy: M Eftekhari¹, A Zali², A Akbari Afjani³, M Ganjkhanlou² and A Hatefi²¹Department of Animal science, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Qazvin, IRAN.²Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.³Department 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 ± 3 kg 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**

تغذیه آنها استفاده شود (Ramirez و همکاران، ۲۰۰۲). نتیجه برخی از تحقیقات میزان مس مورد نیاز بز را ۱۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره اعلام نموده اند (Morand-Fehr، ۱۹۸۱؛ Khan و همکاران، ۲۰۰۷) ولی مطالعات انجام شده توسط سایر محققین در سالهای اخیر نشان داده است سطوح بالای مس می تواند اثرات مثبتی بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی داشته باشد (Solaiman و همکاران، ۲۰۰۶؛ Ward and Spears، ۱۹۹۷) که این موارد در نشریه انجمن تحقیقات بین المللی در سال ۲۰۰۷ تقریباً لحاظ شده است و در آن

مواد معدنی 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، ۲۰۰۴). مس به عنوان یک ماده معدنی کم مصرف 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، ۲۰۰۸). مس یکی از مهمترین مواد معدنی محدود کننده در تغذیه بز می باشد و عملکرد مناسب بزها زمانی حاصل می گردد که مکمل مس در

پس از اطمینان از سلامت عمومی دام، به منظور بررسی اثر مکمل مس بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی در جایگاه‌های انفرادی قرار گرفتند. جیره پایه با استفاده از نرم‌افزار CNCPS متوازن گردید (جدول ۱ و ۴) و به صورت خوراک کاملاً مخلوط و در حد اشتها در دو نوبت (ساعت ۶:۰۰ و ساعت ۱۸:۰۰) در اختیار بزغاله‌ها قرار گرفت. میزان مس موجود در جیره پایه با دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی (Shimatzu, AA-670) اندازه‌گیری 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)، پرتین خام (کد ۹۹۰/۰۳)، چربی خام (کد 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 اسپکتروفتومتر (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.^۳

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

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

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^۱ 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^۲ 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 میلی‌گرم مس در هر کیلوگرم ماده خشک خوراک مشاهده می‌گردد- 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 فعالیت‌های 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 بزغاله‌های 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 21 ± 2 کیلوگرم و سن ۴ تا ۵ ماه انتخاب و

¹ -Black Bengal

² - Mongolian White Cashmere

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 کاملاً تصادفی با دو جیره آزمایشی و شش تکرار (بزغاله) در هر جیره آزمایشی بود. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و در قالب آزمون t (test) انجام شد. مدل آماری طرح به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + bx_{ij} + e_{ij}$ بود که در آن، مقدار هر مشاهده در آزمایش، μ = میانگین جامعه، T_i = اثر جیره‌های آزمایشی، bx_{ij} = اثر وزن اولیه (متغیر کمکی)، e_{ij} = اشتباه آزمایشی (اثرات باقیمانده) 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 کشتی گردیدند؛ پس از وزن کشتی، بزغاله‌ها کشتار شده و وزن لاشه گرم با کسر وزن بخش آرایش 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)

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

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

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 مواد مغذی موجود در جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد ماده خشک)

مقدار (درصد)	انرژی و مواد مغذی
۲/۵	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلو گرم)
۱۵/۱	پروتئین خام (درصد)
۳۴/۳	الیاف نامحلول در شوینده خنثی ^۱ (درصد)
۰/۶	کلسیم (درصد)
۰/۴	فسفر (درصد)
۶/۰	مس (میلی گرم در کیلو گرم ماده خشک) ^۲
۷/۲	خاکستر (درصد)

^۱NDF: Neutral Detergent Fiber

^۲در بین فراسنجه‌های موجود در جدول فقط مس اندازه گیری شده است.

نتایج و بحث

استفاده از مکمل سولفات یا پروتئینات مس اثر معنی داری بر خوراک مصرفی یا افزایش وزن روزانه بره‌ها 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 بزغاله‌های سیاه بنگالی گردد؛ Solaiman و همکاران (2001 و 2006) 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 بزغاله‌ها 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 میلی گرم مس در کیلو گرم 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 می‌کنند سبب نتایج متضادی شده است. علت عدم یکنواختی در نتایج به هنگام استفاده از مکمل مس دقیقاً مشخص نیست، ولی عواملی نظیر وضعیت اولیه

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 معنی داری نداشت ($p > 0.05$) و مصرف مکمل مس اثر معنی داری بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی نیز نداشت ($p > 0.05$).

مشابه نتایج آزمایش حاضر افزودن ۱۰ یا ۲۰ میلی گرم مکمل مس در کیلو گرم 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 میلی گرم در هر کیلو گرم 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 میلی گرم مکمل مس در هر کیلو گرم 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 کیلو گرم ماده خشک به جیره سبب کاهش مصرف خوراک، کاهش افزایش وزن و بازده خوراک نسبت به تیمار شاهد شد. در مطالعه Dezfoulan و همکاران (2012) نیز

خشک استفاده می شود و از آنجا که کنسانتره حاوی مقدار کافی مس است و علف های 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 می دهد 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 اندازه گیری می شود ولی به میزان مس یا عناصر آنتاگونیست آن در آب مصرفی حیوان توجهی نمی گردد.

حیوان از نظر مس، مقدار استفاده از مکمل مس، شکل مکمل مس مصرفی (آلی یا معدنی)، وجود یا عدم وجود آنتاگونیست های مس (گوگرد، مولیبدن و روی) در جیره، عوامل مرتبط با تنش محیطی، طول دوره مصرف و تفاوت نژادها از نظر متابولیسم مس می توانند 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 می کنند، مشاهده می شود؛ ولی در آزمایش حاضر و در حیواناتی که در سیستم بسته نگهداری می شوند، چون در تغذیه این دام ها از کنسانتره و علوفه

جدول ۳ - اثر مکمل مس بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بزغاله های مهابادی

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

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

همکاران (2007) نیز استفاده از مکمل مس در سطح ۱۰ میلی گرم 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 شونده خنثی و الیاف نامحلول در اسید شد. در مطالعه Dezfoulan 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 مواد مغذی 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

از نظر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی شامل الیاف نامحلول در شونده خنثی، چربی خام، پروتئین خام و ماده خشک بین تیمار شاهد و تیمار حاوی مکمل سولفات مس تفاوت معنی داری وجود نداشت ($p > 0.05$)، (جدول ۴). عدم وجود تفاوت معنی دار بین قابلیت هضم و مصرف خوراک بزغاله ها می تواند یکی از دلایل تشابه افزایش وزن بزغاله های تغذیه شده با جیره های آزمایشی باشد.

مشابه نتایج آزمایش حاضر در مطالعه انجام شده در گوساله ها، 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 سولفات آن در جیره بزغاله ها سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین، ماده خشک و ماده آلی شد (Datta و همکاران، 2007). در مطالعه Zhang و

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).

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

جدول ۴- قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در بزغاله‌های تغذیه شده با جیره های مختلف آزمایشی (بر حسب درصد)

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

صفات لاشه

اصته 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)؛ که اگرچه از نظر محل تأثیر متفاوت با نتایج آزمایش Solaiman و 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 می باشد 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 می گردد. نکته دیگری که باید به آن توجه نمود این است که حداقل در تعدادی از مطالعاتی که

مصرف مکمل مس اثر معنی داری 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 ($P < 0.01$).

نتایج مطالعات نشان می دهند 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 اصته 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 پروراری 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

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 سلول های 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).

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 می دهد این وضعیت در آزمایش حاضر وجود نداشته است.

نتایج بررسی درصد ترکیبات شیمیایی گوشت بدون استخوان دنده های ۱۲ و ۱۳ اختلاف معنی داری 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

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

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

فراسنجه های خونی

نگرفت؛ اما در مطالعه Cheng و همکاران (2008) افزودن ۱۰ یا ۲۰ میلی گرم مس در کیلوگرم ماده خشک جیره بره های پرواری موجب افزایش غلظت تری گلیسرید 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 گوساله های پرواری که ۱۰ تا ۴۰ میلی گرم مس در کیلوگرم ماده خشک دریافت

استفاده از مکمل مس در جیره بزغاله های پرواری اثر معنی داری بر فراسنجه های پلاسما شامل غلظت گلوکز، تری گلیسرید و کلسترول پلاسما خون بزغاله ها نداشت (جدول ۶)، مشابه نتایج آزمایش حاضر در مطالعه ای که روی بزغاله ها 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 تری گلیسرید پلاسما تحت تأثیر افزودن ۲۰ و ۴۰ میلی گرم مس در کیلوگرم ماده خشک قرار

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 پروراری 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).

کرده بودند (Engle و همکاران 2000a) کاهش غلظت کلسترول خون گزارش شده است. همچنین در مطالعه‌ای که Cheng و همکاران (2008) روی بره‌های پروراری انجام دادند، افزودن ۱۰ یا ۲۰ میلی گرم مکمل مس در کیلوگرم ماده خشک جیره سبب کاهش غلظت کلسترول شد ولی 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 گلوکوتایون می تواند سبب کاهش فعالیت آنزیم ۳-هیدروکسی-۳-متیل گلوکوتاریل کوآنزیم آ (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 نمی تواند 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

جدول ۶- اثرات مکمل مس بر گلوکز، تری گلیسرید و کلسترول خون بزغاله‌ها

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

نتیجه گیری

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.

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

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 heifers *Journal 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
- Ramirez, R.G., Haenlein, G.F.W., Carcia-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 Haryana 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.