مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۰ شماره ۲/ سال۱۳۹۹/ صفحات ۵۱ تا ۶۰

DOI: 10.22034/AS.2020.11469

ارزیابی اثر تنش گرمایی و مکمل پیش‌ساز گلوکز بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی بره‌های در حال رشد ماکوئی

عبدالرحمان امینی[۱]، رسول پیرمحمدی[۱]، حامد خلیل‌وندی بهروزیار[۱*]و رامین مظاهری خامنه[۲]

تاریخ دریافت: ۹۸/٤/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۷

به ترتیب دانش‌آموخته دوره دکتری، استاد و استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

[۲] استادیار گروه جراحی و تصویربرداری تشخیصی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه

[*]مسئول مکاتبه: Email: h.khalilvandi@urmia.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: کاهش عملکرد نشخوارکنندگان در تنش گرمایی می‌تواند بوسیله مکمل‌های پیش‌ساز گلوکز بهبود یابد. **هدف**: این آزمایش به منظور ارزیابی اثرات تنش گرمایی و مکمل پیش‌ساز گلوکز بر عملکرد، برخی شاخص‌های تنش گرمایی و فراسنجه‌های خونی در بره‌های پرواری ماکوئی انجام گرفت. **روش کار**: از ۱۰ رأس بره نر ماکوئی سالم با میانگین وزن ۳/۲ ± ۳۲ کیلوگرم و میانگین سنی ۳ ماه در دو تیمار و ۵ تکرار به ازای هر تیمار استفاده گردید. این آزمایش در دو دوره انجام شد. بعد از ده روز عادت‌دهی، در دوره اول (۱۰ روز) هردو گروه در تنش حرارتی و دمای عادی بصورت مصرف اختیاری تغذیه شدند. در دوره دوم (۱۰ روز) بره‌های تنش گرمایی بصورت اختیاری و بره‌های دمای عادی بصورت تغذیه-جفت شده تغذیه شدند. در دوره دوم هر دو گروه مکمل پیش‌ساز گلوکز دریافت می‌کردند. **نتایج**: ماده خشک مصرفی هم در دوره اول و هم در دوره دوم در شرایط تنش گرمایی بصورت معنی‌داری کمتر از تیمار دمای عادی بود ($P<۰/۰۵$). در دوره دوم مصرف مکمل گلوکز باعث افزایش معنی‌دار مصرف ماده خشک در هر دو محیط نسبت به دوره اول شد ($P<۰/۰۱$). مصرف مکمل گلوکوژنیک موجب افزایش معنی‌دار افزایش وزن روزانه بره‌ها در هر دو محیط شد ($P<۰/۰۵$). استفاده از مکمل گلوکوژنیک موجب افزایش بازده خوراک شده است. تنش گرمایی موجب افزایش معنی‌دار دمای بدن (دمای راست روده) در بره‌ها در هر دو دوره آزمایش شد ولی مصرف مکمل گلوکوژنیک تاثیری بر دمای بدن بره‌ها نداشت. در قبل از خوراک‌دهی تنها گلوکز تحت تاثیر معنی‌دار تنش گرمایی قرار گرفت و در تیمارهای تنش گرمایی در هر دو دوره میزان گلوکز پلاسمای خون پایین‌تر از شرایط دمای عادی بود ($P<۰/۰۵$). در بعد از خوراک‌دهی، هیچکدام از فراسنجه‌های خونی اندازه‌گیری شده تحت تاثیر تنش گرمایی قرار نگرفتند. اما میزان اسیدهای چرب غیر استریفیه خون (نیفا) بصورت معنی‌داری توسط مصرف مکمل گلوکوژنیک تحت تاثیر قرار گرفت ($P<۰/۰۵$). **تیجه‌گیری نهایی**: افزایش مصرف ماده خشک و همچنین بهبود راندمان خوراک در بره‌های مصرف کننده مکمل گلوکوژنیک تحت تنش گرمایی نشان دهنده نقش مفید این راهکار تغذیه‌ای در طول تنش گرمایی است.

واژگان کلیدی: تنش گرمایی، تغذیه-جفت شده، عملکرد رشد، اسیدهای چرب غیر استریفیه، دمای بدن

مقدمه

تنش گرمایی تولید بهینه دام را به خطر می‌اندازد و اگرچه محاسبه دقیق زیان‌های اقتصادی آن بر صنعت دامپروری مشکل است ولی در کل جهان تقریبا بطور سالیانه بیشتر از ۱۰۰ میلیارد دلار آمریکا برآورد می-شود (بومگارد و روادز ۲۰۱۳). تنش گرمایی عملکرد و

متابولیسم دام را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاهش تولید شیر، افزایش وقوع اختلالات متابولیکی (از جمله اسیدوز شکمبه‌ای)، کاهش رشد، کاهش کیفیت شیر، کاهش عملکرد تولیدمثلی و مرگ ومیر از اثرات تنش گرمایی در دام‌ها است (حسین یزدی و همکاران ۲۰۱۵). تنش گرمایی نیازهای نگهداری را در گوسفند افزایش می‌دهد (مارای و همکاران ۲۰۰۷). داده‌های جدید با روش تغذیه جفت شده در گاو نشان می‌دهد که کاهش در خوراک مصرفی تنها ۳۵ تا ۵۰ درصد از کاهش عملکرد در دام‌ها را توجیه می‌کند (ویلاک و همکاران ۲۰۱۰). این نوع مطالعات دقیق در گوسفند کمتر انجام شده است.

راهکارهای گوناگونی برای کاهش اثرات تنش گرمایی در نشخوارکنندگان وجود دارد که می‌توان به تغییرات فیزیکی در جایگاه نگهداری دام‌ها (مثل ایجاد سایبان، نصب پنکه، دستگاه مه پاش)، سازگاری‌های مدیریتی (زمان شیردوشی و خوراک‌دهی)، انتخاب ژنتیکی و تغییرات جیره‌ای اشاره کرد. در این بین، راهکارهای تغذیه‌ای آسانترین و ارزانترین راهکار برای استفاده هستند تا بتوان تولید پروتئین با کیفیت را در دام‌های پرواری در طول تنش گرمایی تضمین نمود. راهکارهای تغذیه‌ای مورد استفاده در طول تنش گرمایی عمدتاً بر مبنای افزایش غلظت مواد مغذی جیره و کم کردن بخش علوفه‌ای جیره بر اساس کاهش حرارت افزایشی استوار است (محجوبی و همکاران ۲۰۱۶). استفاده از پیش-سازهای کتوژنیک و گلوکوژنیک برای افزایش غلظت انرژی از اصولی ترین روش‌های تغذیه به نظر می‌رسند. با توجه به اینکه در تحقیقات اخیر مشخص شده است که نشخوارکنندگان در طول تنش گرمایی بیشتر گلوکز را به عنوان سوخت اصلی متابولیکی مورد استفاده قرار می-دهند (بومگارد و روادز ۲۰۱۳) بنابراین استفاده از یک مکمل حاوی ترکیبات پیش‌ساز گلوکز می‌تواند اثرات تنش گرمایی بر عملکرد و متابولیسم دام‌های پرواری را کاهش دهد. بنابراین هدف از این آزمایش ارزیابی اثرات تنش گرمایی و همچنین اثرات مکمل پیش‌ساز گلوکز در شرایط تنش گرمایی با حالت تغذیه جفت شده بر عملکرد، برخی شاخص‌های تتنش گرمایی و فراسنجه‌های خونی در بره‌های پرواری ماکوئی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اوایل تابستان سال ۱۳۹۵ و در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه انجام شد. در این آزمایش از ۱۰ رأس بره نر ماکوئی سالم با میانگین وزن ۳/۲ ± ۳۲ کیلوگرم و میانگین سنی ۳ تا ۴ ماه در دو تیمار و ۵ تکرار به ازای هر تیمار و در دو دوره آزمایشی استفاده گردید. پیش از شروع آزمایش به مدت ۱۰ روز بره‌ها به جایگاه-های انفرادی با ابعاد ۲ در ۳ متر و با آخور و آبشخور جداگانه و جیره‌های آزمایشی سازگاری یافتند. ترکیب جیره آزمایشی در جدول شماره ۱ آورده شده است. خوراک بصورت کاملا مخلوط و در ساعات ۸ صبح و ۱۶ در اختیار بره‌ها قرار می‌گرفت. نصف جیره هر دام در یک وعده خوراک‌دهی ارائه می‌شد. جیره آزمایشی با استفاده از نرم افزار SRNS گوسفند (۲۰۱۲) و به منظور تامین احتیاجات انرژی و پروتئین قابل متابولیسم بره‌ها بر اساس توصیه انجمن ملی تحقیقات (۲۰۰۷) تنظیم شد. در دوره اول به مدت ۱۰ روز هم بره‌های تیمار دمای عادی (۳/۲ ± ۲۴/۵ °C) و شاخص حرارتی-رطوبتی (THI) (۲/۵ ± ۶۶/۱) (TN) و هم بره‌های تنش گرمایی (۳۳ تا ۴۱ درجه سانتی‌گراد و THI بیشتر از ۸۳) (HS) بصورت مصرف اختیاری تغذیه شدند. بلافاصله بره‌ها وارد دوره دوم آزمایش به مدت ۱۰ روز شدند که در این دوره بره‌های تیمار تنش گرمایی با همان شرایط دوره اول تغذیه می‌شدند ولی بره‌های تیمار دمای عادی بصورت تغذیه جفت شده با کسر کردن درصد کاهش خوراک بره‌های تیمار تنش گرمایی در دوره اول تغذیه شدند. هدف از تغذیه جفت شده بره‌های تیمار دمای عادی اطمینان از مصرف ماده خشک یکسان دو تیمار بود. همچنین در دوره دوم هر دو تیمار روزانه ۱۰ گرم از مکمل حاوی ترکیبات پیش‌ساز گلوکز که بخش اصلی آن پروپیلن گلیکول است و فاقد گلیسرول با نام تجاری GL-Part 100® ساخت شرکت Idena کشور فرانسه را به صورت سرک و در دو وعده دریافت می‌کردند. شرایط دمایی برای ۲۴ ساعت شبانه روز بود و چرخه روشنایی-تاریکی به ترتیب ۱۵/۵ و ۸/۵ ساعت بود. شاخص حرارتی-رطوبتی بر اساس فرمول ارائه شده

توسط بافینگتون و همکاران (۱۹۸۱) محاسبه گردید. جایگاه‌های انفرادی بره‌ها در دو سالن جداگانه قرار داشتند که در سالن تنش گرمایی از سه بخاری دارای ترموستات برای تولید حرارت استفاده می‌شد و ۲ هواکش هم از تجمع حرارت اضافی جلوگیری می‌کرد. توزین بره‌ها در ابتدای آزمایش و در پایان هر کدام از دوره‌ها پیش از خوراک‌دهی نوبت صبح و با استفاده از باسکول مخصوص توزین گوسفند با دقت ۰/۵ کیلوگرم انجام می‌گرفت. میزان خوراک عرضه شده و باقیمانده بصورت روزانه اندازه‌گیری می‌شد و مصرف ماده خشک روزانه از کسر کردن میزان خوراک باقیمانده از خوراک عرضه شده به بره‌ها محاسبه می‌شد. آب مصرفی نیز با وزن کردن مقدار آب باقیمانده و کم کردن آن از مقدار ریخته شده به دست می‌آمد.

بعضی از شاخص‌های تنش گرمایی مانند دمای رکتوم، شانه، دست، پا و دنبه از همه بره‌ها در ساعت ۱۴ هر روز اندازه گیری می‌شدند. برای اندازه گیری دمای رکتوم از دماسنج دامپزشکی استفاده می‌شد. پوست قسمت دنبه و شانه به اندازه یک مربع ۴ در ۴ سانتی‌متری و پوست روی ساق پا و دست به اندازه یک مستطیل ۱/۵ در ۲/۵ سانتی‌متری تراشیده شد. دمای سطح پوست با استفاده از دوربین حرارتی مادون قرمزبا دقت ۱ درجه سلسیوس ثبت گردید.

در روزهای سوم و هشتم هر دوره در قبل و ۴ ساعت بعد از خوراک دهی صبح، ۵ میلی‌لیتر خون از ورید وداج بره‌ها گرفته و به داخل لوله‌های حاوی هپارین ریخته می‌شد. نمونه‌های خون بلافاصله در داخل یخ قرار می‌گرفتند و به آزمایشگاه منتقل می‌شدند. در آزمایشگاه نمونه‌های خون با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق سانتریفیوژ شدند تا پلاسمای آنها بدست بیاید. نمونه‌های پلاسما تا آنالیزهای بعدی در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. غلظت‌های پلاسمایی گلوکز، کلسترول و نیتروژن اوره‌ای با استفاده از دستگاه خوانش‌گر الایزا و کیت‌های تشخیصی شرکت پارس آزمون ایران اندازه‌گیری شدند. همچنین غلظت NEFA توسط کیت سنجش شرکت Zellbio کشور آلمان و غلظت انسولین با استفاده از کیت ELISA گوسفندی (Mercodia Ovine Insulin ELISA) کشور سوئد و دستگاه اتوآنالایزر مدل ۳۰۰۰ Biochemical اندازه گیری شد.

Table 1- Ingredients and chemical composition of diet (DM basis)

Dietary components	Percent
Alfalfa hay	26.81
Corn silage	10.49
Barley grain	52.45
Wheat bran	5.24
Soybean meal	2.91
Bicarbonate sodium	1.05
Mineral-vitamin premix[1]	1.05
Chemical composition	
Dry matter	87.83
Metabolizable energy (Mcal/kg)	2.25
Crude protein	13.8
Neutral-detergent fiber	30.5
Acid-detergent fiber	19
Crude fat	2.2

[1]mineral -Vitamin pre-mix provides per kg of mixed ration: 1000000 IU Vitamin A; 250000 IU Vitamin D3; 200mg Vitamin E; 100mg Co; 300 mg Cu; 300 mg Fe; 2100 mg Mg; 2200 mg Mn; 3000 mg Se; 300 mg Zn; 100 mg Ca; 30000 mg P.

آنالیز آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از رویه‌ی MIXED نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ برای ارزیابی اثرات ثابت دوره (تغذیه با یا بدون مکمل)، محیط (تنش گرمایی یا دمای عادی)، روز و اثرات متقابل آن‌ها انجام گرفت. داده های تکرار شده در زمان (ماده خشک و آب مصرفی، دمای بخش‌های مختلف بدن، فراسنجه‌های خونی) به روش Repeated Measure تجزیه و تحلیل گردیدند. برای داده‌های افزایش وزن روزانه و نیز بازده خوراک از تکرار در زمان استفاده نشد. نتایج ارائه شده به صورت حداقل میانگین مربعات بیان گردیده‌اند و سطح معنی‌داری ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به اثر تنش گرمایی و مصرف مکمل گلوکوژنیک بر عملکرد بره‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. ماده خشک مصرفی هم در دوره اول و هم در دوره دوم در شرایط تنش گرمایی بصورت معنی‌داری کمتر از

تیمار دمای عادی بود (P<۰/۰۵). همچنین در دوره دوم مصرف مکمل گلوکز باعث افزایش معنی‌دار مصرف ماده خشک نسبت به دوره اول که بدون مکمل تغذیه شده بودند، شد (P<۰/۰۱). مصرف آب بره‌ها همانند مصرف ماده خشک تحت تاثیر مصرف مکمل گلوکوژنیک قرار گرفت و در دوره دوم بصورت معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). مصرف آب در شرایط تنش گرمایی در هر دو دوره بالاتر از دمای عادی بود اما این افزایش معنی-دار نبود. نسبت مصرف آب به ماده خشک بصورت معنی‌داری هم تحت تاثیر دمای محیط و هم دوره‌ی آزمایش قرار گرفت. افزایش وزن روزانه در هر دو دوره-ی آزمایش در تیمار دمای عادی بصورت معنی‌دار بالاتر از تیمار تنش گرمایی بود (P<۰/۰۵). همچنین مصرف مکمل گلوکوژنیک موجب افزایش معنی‌دار افزایش وزن روزانه بره‌ها شد (P<۰/۰۵). هم در دوره اول و هم دوره دوم تنش گرمایی موجب کاهش در افزیش وزن روزانه گردید. بازده خوراکی بره‌ها تحت تاثیر تنش گرمایی قرار نگرفت ولی استفاده از مکمل گلوکوژنیک موجب افزایش بازده خوراک شده است.

تنش گرمایی موجب کاهش بهره‌وری دام و راندمان خوراک در دام‌ها می‌شود. با وجود پیشرفت قابل توجه در طراحی مناسب جایگاه‌های پرورش و فناوری‌های خنک کننده، ولی هنوز تنش گرمایی به عنوان یک موضوع پر هزینه در صنعت دامپروری باقیمانده است (روادز و همکاران ۲۰۰۹). طراحی این آزمایش به گونه‌ای بوده که در دوره دوم میزان عرضه خوراک به بره‌های تیمار دمای عادی بر اساس میزان کاهش خوراک در بره‌های تیمار تنش گرمایی یکسان شد و بنابراین می توان درک بهتر و واقعی‌تری از اثر تنش گرمایی بر شاخص‌های عملکردی و متابولیکی بره‌ها فراتر از اثر کاهش مصرف خوراک بدست آورد. در آزمایش حاضر میزان کاهش مصرف خوراک در بره‌های شرایط تنش گرمایی در هر دو دوره تقریبا ۴ درصد بود. این مقدار هر چند از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد ولی نسبت به کاهش در مصرف ماده خشک گزارش شده در گاوهای شیری (ویلاک و همکاران ۲۰۱۰ و روادز و همکاران ۲۰۰۹) (تا ۴۰ درصد) به مراتب پایین‌تر است. کاهش مصرف خوراک یک راهکار سازشی برای کاهش تولید حرارت متابولیکی است. بعضی از محققان کاهش در مصرف خوراک در بز (حمزوی و همکاران ۲۰۱۳) و گاوهای شیری (روادز و همکاران ۲۰۱۳) به مقدار زیاد را گزارش کرده‌اند در حالی که بعضی دیگر هیچ اثری از تنش گرمایی بر مصرف خوراک گزارش نکردند (استوکمن ۲۰۰۶ و برنابوچی و همکاران ۲۰۰۹). از دلایل این تفاوت‌ها می توان به شدت و یا طول دوره تنش، نوع حیوان، اقلام خوراکی مورد استفاده درجیره دام‌ها و حتی عادت پذیری دام‌ها اشاره کرد. همچنین گوسفند مساحت سطح بیشتری نسبت به دام‌های دیگر دارد و بنابراین ممکن است حرارت دفعی در این دام با سطح بدن متناسب باشد. در دوره دوم با افزودن مکمل گلوکوژنیک به جیره بره‌ها در هر دو شرایط دمایی مقدار ماده خشک مصرفی افزایش یافت (حدود ۱۸ درصد) که با نتایج محجوبی و همکاران (۲۰۱۶) همخوانی دارد ولی با نتایج حسین یزدی و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت نداشت. نکته قابل توجه افزایش میزان افزایش وزن روزانه و به ویژه افزایش بازده خوراکی بره‌ها در هنگام استفاده از مکمل گلوکوژنیک است. همچنین استفاده از مکمل گلوکوژنیک باعث کاهش میزان افت افزایش وزن روزانه در بره‌ها شده است (۱۸ درصد بهبود در افزایش وزن روزانه مشاهده شد). هدف از هر راهکار تغذیه‌ای در تنش گرمایی افزایش ماده خشک مصرفی و افزایش توان تولیدی است. در دام‌هایی که نیاز به گلوکز بالایی دارند (مثل دام‌های در تنش گرمایی) فراهم کردن پروپیونات برای کبد منجر به افزایش گلوکونئوژنز و افزایش مصرف انرژی و به دنبال آن افزایش خوراک مصرفی می‌گردد (آلن و همکاران ۲۰۰۵). بخش اعظم مکمل گلوکوژنیک مورد استفاده در این تحقیق را پروپیلن گلیکول تشکیل می‌دهد که در بدن نشخوارکنندگان به پروپیونات تبدیل می‌شود.

مکمل‌های حاوی گلیسرول به عنوان منبع پروپیونات مصرف ماده خشک و راندمان خوراک بهبود نداد (بودارسکی و همکاران ۲۰۰۵و بوید و همکاران ۲۰۱۳). مکمل مورد استفاده در تحقیق حاضر فاقد گلیسرول بود. تنش گرمایی موجب افزایش معنی‌دار دمای بدن (دمای

راست روده) در بره‌های تحت آزمایش شد (جدول ۳) که این افزایش در هر دو دوره آزمایشی مشاهده شد (۳۹/۱۲ در برابر ۳۸/۸۲و ۳۹/۱۹ در برابر ۳۸/۷۸) (P<۰/۰۱). ولی مصرف مکمل گلوکوژنیک تاثیری بر دمای بدن بره‌ها نداشت. دمای نقاط مختلف بدن (دنبه، دست، پا و شانه) در شرایط تنش گرمایی بصورت معنی‌داری بالاتر از دمای عادی بود. همچنین این شاخصه‌های تنش گرمایی به جز دمای پا با مصرف مکمل گلوکوژنیک کاهش معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). هیچ کدام از اثرات متقابل هم معنی‌دار نبودند (جدول ۳). همه شاخص‌های گرمایی اندازه‌گیری شده در شرایط تنش گرمایی بالاتر از دمای عادی بودند و این نشان می‌دهد که شرایط تنش گرمایی با موفقیت ایجاد شده است. دلیل عدم تاثیر مصرف مکمل بر دمای راست روده به درستی مشخص نیست. اما در مطالعه حسین یزدی و همکاران (۲۰۱۵) مصرف مکمل حاوی ترکیبات گلوکوژنیک موجب کاهش دمای سطح شانه شد. ولی بر دمای بدن تاثیری نداشت که با نتایج ما مطابقت دارد. بطور کلی کاهش دمای سطح بدن بره‌ها (به جز دمای سطح پا) در زمان استفاده از مکمل گلوکوژنیک از نظر کاربردی بسیار حائز اهمیت است، هرچند دلیل آن ناشناخته است ولی بسیار جالب است.

پوست پستانداران یک مسیر مهم برای مبادله حرارت بین سطح بدن و محیط است. دمای پوست نتیجه تصحیح جریان خون پوستی است که با تنظیم حرارت بین مرکز بدن و پوست کامل می‌گردد و در تابستان گرم‌تر از زمستان است (مارای و همکاران ۲۰۰۷). در پژوهش‌های دیگری هم دمای پوست در زمان تنش حرارتی بالاتر از دمای بدن بوده است (زیبمبلمن و همکاران ۲۰۱۰ و الحیدری و همکاران ۲۰۱۲). از فراسنجه‌های خونی در قبل از خوراک‌دهی تنها گلوکز تحت تاثیر معنی‌دار تنش گرمایی قرار گرفت (جدول ۴) و در هر دو دوره گلوکز پلاسمای خون پایین‌تر از شرایط دمای عادی بود (P<۰/۰۵). اثر متقابل محیط و دوره برای گلوکز در قبل از خوراک‌دهی هرچند معنی‌دار نبود ولی تمایل به معنی‌داری داشت و مصرف مکمل گلوکوژنیک در شرایط تنش موجب کاهش گلوکز و در شرایط دمای عادی باعث افزایش گلوکز شده است. در قبل از خوراک‌دهی تنها میزان نیتروژن اوره‌ای خون تحت تاثیر دوره قرار گرفت کاهش معنی‌دار اوره خون در تیمار دمای عادی در دوره دوم مشاهده گردید (۱۴/۸۸ در برابر ۲۵/۸۸) (P<۰/۰۵). در بعد از خوراک‌دهی، هیچکدام از فراسنجه‌های خونی اندازه‌گیری شده تحت تاثیر تنش گرمایی قرار نگرفتند. اما میزان اسیدهای چرب غیر استریفیه خون (نیفا) بصورت معنی‌داری توسط مصرف مکمل گلوکوژنیک تحت تاثیر قرار گرفت (P<۰/۰۵). همچنین اثر متقابل تنش گرمایی و دوره (مصرف مکمل) در مورد نیفا معنی‌دار بود. میزان نیفای خون بره‌های تنش گرمایی و مصرف کننده مکمل گلوکوژنیک بصورت معنی‌دار بالاتر از بره‌هایی بود که در تنش بودند ولی مکمل مصرف نکرده بودند (۰/۲۱ در برابر ۰/۱۹) (جدول ۴). این تغییرات در مورد انسولین خون هم مشاهده شد ولی تغییرات آن معنی‌دار نبود.

کاهش گلوکز خون در بره‌های تنش گرمایی در هر دو دوره با کاهش مصرف خوراک در تنش گرمایی همخوانی دارد. همچنین میزان انسولین در بره‌های تحت تنش گرمایی بصورت عددی بالا رفته است (هرچند که معنی‌دار نبود) و احتمالا یکی دیگر از دلایل کاهش سطح گلوکز خون باشد (حسین یزدی و همکاران ۲۰۱۵). نتایج تحقیق حاضر با نتایج پیرس و همکاران (۲۰۱۳) در خوک، شوارتز و همکاران (۲۰۰۹) در گاو و محجوبی و همکاران (۲۰۱۴) در گوسفند مطابقت داشت. در جوجه‌های گوشتی سطح گلوکز خون در قبل از تنش بیشتر از زمان تنش بود (مروت و معینی ۱۳۹۲). پایین‌تر بودن نیتروژن اوره‌ای خون در تیمارهای مصرف کننده مکمل گلوکوژنیک احتمالا به دلیل تامین بیشتر پیش ماده‌های گلوکز و نیاز کمتر به تجزیه بافت عضلانی برای تامین پیش سازهای گلوکز است که منجر به افزایش بازده نیتروژن شده است (دونکین و همکاران ۲۰۰۹). این نتایج با نتایج محجوبی و همکاران(۲۰۱۶) مطابقت داشت.

Table 2- Least square means of environmental temperature and glucogenic supplement on performance of experimental lambs

Variable	Per 1		Per 2			p-value		
	HS	TN	HS	TN	SEM	Per	Env	Per× Env
Dry matter intake (gr/day)	1226.56	1281.6	1510.87	1558.6	21.17	<0/01	0.03	0.86
Water Intake (gr/day)	4587.80	4417.40	5351.00	5023.00	111.62	<0/01	0.05	0.49
WI:DMI	3.75	3.47	3.54	3.22	0.08	0.02	<0/01	0.81
Average daily gain (gr/day)	272.0	400.0	472.0	576.0	40.52	<0/01	0.01	0.77
ADG:Feed	0.22	0.31	0.31	0.36	0.32	0.03	0.3	0.79

Per: Period; HS: Heat Stress; TN; thermal neutral; Env: Environment;

Table 3- Least square means of environmental temperature and glucogenic supplement on heat stress indices of experimental lambs

Variable	Per 1		Per 2		SEM	p-value		
	HS	TN	HS	TN		Per	Env	Per× Env
Rectal temperature (°C)	39.12	38.82	39.19	38.78	0.06	0.58	<0/01	0.64
Tail temperature (°C)	36.82	36.37	35.90	34.93	0.18	<0/01	0.01	0.22
Shoulder temperature (°C)	37.23	36.81	35.71	34.70	0.31	<0/01	0.07	0.38
Front leg temperature (°C)	32.31	31.25	31.59	30.19	0.15	<0/01	<0/01	0.32
Rear leg temperature (°C)	32.65	30.61	32.55	31.33	0.17	0.13	<0/01	0.06

Per: Period; HS: Heat Stress; TN; thermal neutral; Env: Environment;

جدول ۴- میانگین حداقل مربعات اثر دمای محیط و مصرف مکمل گلوکوژنیک بر فراسنجه‌های خونی بره‌های تحت آزمایش

Table 4- Least square means of environmental temperature and glucogenic supplement on blood parameters of experimental lambs

Variable	Per 1		Per 2		SEM	p-value		
	HS	TN	HS	TN		Per	Env	Per× Env
Blood variables before feeding								
Glucose (mg/dl)	91.46	105.11	85.27	111.89	0.83	0.78	0.02	0.08
Cholesterol (mg/dl)	74.55	87.82	51.28	69.87	11.42	0.32	0.39	0.85
BUN (mg/dl)	19.55	25.84	18.42	14.88	0.39	0.04	0.17	0.05
NEFA (mmol/l)	0.20	0.23	0.15	0.20	0.01	0.12	0.13	0.54
Insulin (ng/ml)	0.25	0.22	0.30	0.25	0.01	0.11	0.12	0.34
Blood variables after feeding								
Glucose (mg/dl)	94.00	100.27	84.43	77.36	3.44	0.13	0.92	0.30
Cholesterol (mg/dl)	96.79	72.11	55.97	60.80	19.85	0.41	0.70	0.59
BUN (mg/dl)	20.42	18.77	25.83	14.29	2.30	0.87	0.21	0.27
NEFA (mmol/l)	0.19^{a}	0.24^{b}	0.21^{c}	0.17^{d}	<0/01	0.03	0.50	0.02
Insulin (ng/ml)	0.24	0.22	0.29	0.27	0.01	0.16	0.28	0.95

Means with different superscript letters in rows are significantly different (P<0.05).
Per: Period; HS: Heat Stress; TN; thermal neutral; Env: Environment.

همچنین عثمان و همکاران (۲۰۰۸) هم گزارش کردند که مکمل‌های پیش‌ساز گلوکز دارای اثرات صرفه جویانه بر استفاده از آمینواسیدها دارند. در بعد از خوراک دهی، عدم افزایش گلوکز خون بعد از مصرف مکمل گلوکوژنیک جالب بود زیرا انتظار ما این بود که مصرف پیش‌ساز گلوکز باعث افزایش غلظت گلوکز خون بعد از خوراک-دهی شود. نتایج در مورد اثرات استفاده از مکمل‌های پیش‌ساز گلوکز متفاوت است. برخی از محققان افزایش در گلوکز خون (محجوبی و همکاران ۲۰۱۶)، برخی کاهش (کاروالهو و همکاران ۲۰۱۱) و برخی هم عدم تغییر (لوماندر و همکاران ۲۰۱۲) را گزارش کردند. تفاوت در نوع و ترکیبات مکمل پیش‌ساز گلوکز، میزان استفاده از آن در جیره، شیوه استفاده از آن در جیره و مراحل فیزیولوژیکی دام از دلایل تفاوت در نتایج محققان مختلف

می‌باشد. در تحقیق حاضر مصرف مکمل پیش‌ساز گلوکز بصورت عددی موجب افزایش سطح انسولین خون نسبت به دوره اول شده که این احتمالا یکی دیگر از دلایل عدم افزایش گلوکز خون بره‌ها بعد از مصرف مکمل گلوکوژنیک باشد. کاهش میزان اسیدهای چرب غیر استریفیه خون در دوره اول در بره‌های نگه‌داری شده در تنش گرمایی نسبت به دوره دوم با نتایج ویلاک و همکاران (۲۰۱۰) و پیارس و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد که آنها بازده کمتر اسیدهای چرب غیراستریفه در تولید ATP را دلیل احتمالی آن دانسته‌اند.

نتیجه گیری کلی

همانطور که انتظار می‌رفت تنش گرمایی موجب کاهش مصرف ماده خشک در بره‌ها در مقابل شرایط دمای عادی شد اما بره‌های دریافت کننده مکمل گلوکوژنیک ماده خشک مصرفی بیشتری نسبت به بره‌های تنش گرمایی در دوره اول داشتند. مصرف مکمل حاوی پیش-ساز گلوکز موجب افزایش بازدهی خوراک در بره‌های تنش گرمایی گردید. این نتایج نشان می‌دهد که راندمان تبدیل مواد مغذی جیره به ذخایر بافتی با مصرف این مکمل در طول تنش گرمایی افزایش می‌یابد. تنش گرمایی موجب افزایش دمای بدن بره‌ها در هر دو دوره شد. همچنین مصرف مکمل گلوکوژنیک موجب کاهش دمای سطح دنبه، شانه و پا در بره‌ها گردید. قبل از مصرف خوراک میزان گلوکز خون در بره‌های شرایط تنش گرمایی در هر دو دوره پایین تر از دمای عادی بود که با نتایج مربوط به مصرف خوراک و همچنین سطوح انسولین خون قابل تفسیر بود. سطح نیفای خون بره‌های مصرف کننده مکمل گلوکوژنیک در شرایط تنش گرمایی بیشتر از بره‌های دمای عادی بود که این نتیجه بسیار جالب و تعجب آور بود. بطور کلی بهبود برخی از شاخص‌های مهم عملکردی و متابولیکی در بره‌های تغذیه شده با مکمل گلوکوژنیک در شرایط تنش گرمایی می-تواند نشان دهنده اثرات مفید این نوع استراتژی تغذیه‌ای در بره‌های پرواری در تنش گرمایی باشد ولی این موضوع نیاز به تحقیقات بیشتر برای اثبات آن دارد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از دانشگاه ارومیه برای تامین بخشی از هزینه انجام این تحقیق و همچنین از شرکت سپاهان دانه برای تامین مکمل گلوکوژنیک تشکر و سپاگزاری می-نماید.

منابع مورد استفاده

Al-Haidary AA, Aljumaah RS, Alshaikh MA, Abdoun KA, Samara EM, Okab AB and Alfuraiji MM, 2012. Thermoregulatory and physiological responses of Najdi sheep exposed to environmental heat load prevailing in Saudi Arabia. Pakistan Veterinary Journal 32(4): 515-519.

Allen MS, Bradford BJ and Harvatine KJ, 2005. The cow as a model to study food intake regulation. Annual Review of Nutrition 25: 523-547.

Baumgard LH and Rhoads Jr RP, 2013. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. Annual Review of Animal Biosciences 1(1): 311-337.

Baumgard LH and Rhoads RP, 2012. Ruminant Nutrition Symposium: ruminant production and metabolic responses to heat stress. Journal of Animal Science 90(6):1855-1865.

Bernabucci U, Lacetera N, Danieli PP, Bani P, Nardone A and Ronchi B, 2009. Influence of different periods of exposure to hot environment on rumen function and diet digestibility in sheep. International Journal of Biometeorology 53(5): 387-395.

Bodarski R, Wertelecki T, Bommer F and Gosiewski S, 2005. The changes of metabolic status and lactation performance in dairy cows under feeding TMR with glycerin [glycerol] supplement at periparturient period. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 8: 22-30.

Boyd J, Bernard JK and West JW, 2013. Effects of feeding different amounts of supplemental glycerol on ruminal environment and digestibility of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 96(1): 470-476.

Carvalho ER, Schmelz-Roberts NS, White HM, Doane PH and Donkin SS, 2011. Replacing corn with glycerol in diets for transition dairy cows. Journal of Dairy Science 94(2): 908-916.

Donkin SS, Koser SL, White HM, Doane PH and Cecava MJ, 2009. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 92(10): 5111-5119.

Hamzaoui SA, Salama AA, Albanell E, Such X and Caja G, 2013. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. Journal of Dairy Science 96(10): 6355-6365.

Lomander H, Frössling J, Ingvartsen KL, Gustafsson H and Svensson C, 2012. Supplemental feeding with glycerol or propylene glycol of dairy cows in early lactation—Effects on metabolic status, body condition, and milk yield. Journal of Dairy Science 95(5): 2397-2408.

Mahjoubi E, Amanlou H, Hossein Yazdi M, Aghaziarati N, Noori GR, Vahl CI, Bradford BJ and Baumgard LH, 2016. A supplement containing multiple types of gluconeogenic substrates alters intake but not productivity of heat-stressed Afshari lambs. Journal of Animal Science 94(6): 2497-2505.

Marai IF, El-Darawany AA, Fadiel A and Abdel-Hafez MA, 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep—a review. Small Ruminant Research 71(1-3): 1-12.

Morovat M, Salarmoini M, 2013. Effect of different levels of feed restriction on performance and body temperature of broiler chickens under heat stress conditions. Journal of Animal Science Researches 23 (2): 23-38.

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

Osman MA, Allen PS, Mehyar NA, Bobe G, Coetzee JF, Koehler KJ and Beitz DC, 2008. Acute metabolic responses of postpartal dairy cows to subcutaneous glucagon injections, oral glycerol, or both. Journal of Dairy Science 91(9): 3311-3322.

Pearce SC, Gabler NK, Ross JW, Escobar J, Patience JF, Rhoads RP and Baumgard LH, 2013. The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs. Journal of Animal Science 91(5): 2108-2118.

Rhoads ML, Rhoads RP, VanBaale MJ, Collier RJ, Sanders SR, Weber WJ, Crooker BA and Baumgard LH, 2009. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. Journal of Dairy Science 92(5): 1986-1997.

Rhoads RP, Baumgard LH and Suagee JK, 2013. Metabolic priorities during heat stress with an emphasis on skeletal muscle. Journal of Animal Science 91(6): 2492-2503.

SAS, 2001. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Shwartz G, Rhoads ML, VanBaale MJ, Rhoads RP and Baumgard LH, 2009. Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science 92(3): 935-942.

Stockman CA, 2006. The physiological and behavioral responses of sheep exposed to heat load within intensive sheep industries. Ph.D. thesis, School of veterinary and biomedical sciences, Murdoch University.

Tedeschi LO, Cannas A and Fox DG, 2010. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. Small Ruminant Research 89(2-3): 174-184.

Wheelock JB, Rhoads RP, VanBaale MJ, Sanders SR and Baumgard LH, 2010. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science 93(2): 644-655.

Yazdi MH, Amanlou H, Mirzaei-Alamouti HR, Harkinezhad MT, Nabipour A, Mahjoubi E, Aghaziarati N, Noori GR and Baumgard LH, 2015. Effects of a supplement containing multiple types of gluconeogenic precursors on production and metabolism in Holstein bull calves during heat stress. Livestock Science 178: 61-70.

Zimbelman RB, Baumgard LH and Collier RJ, 2010. Effects of encapsulated niacin on evaporative heat loss and body temperature in moderately heat-stressed lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science 93(6): 2387-2394.

Evaluation of heat stress and glucose precursor supplementation on performance and blood metabolites of fattening Makoei lambs

A Amini[1], R Pirmohammadi[1], H Khalilvandi Behrozyar[1*]and R Mazaheri Khameneh[2]

Received: July 8, 2019 Accepted: September 29, 2019
[1]PhD graduated, Professor and Assistant Professor respectively, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Surgery and Diagnostic Imaging, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
[*]Corresponding author: E mail: h.khalilvandi@urmia.ac.ir

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Researches
Journal of Animal Science/vol.30 No.2/ 2020/pp 51-60
https://animalscience.tabrizu.ac.ir
OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/AS.2020.11469

Introduction: Heat stress (HS) compromises efficient animal production and although difficult to accurately quantify, the economic impact on the global livestock industries is likely greater than $100 billion annually (Baumgard and Rhoads 2013). The economic decline in the dairy industry is primarily associated with lowered milk production, reduced growth, compromised milk quality, reduced reproduction, increased metabolic disorders and poor immune function. Dry matter intake per kilogram live weight was lower and the maintenance requirements of sheep were higher at high ambient temperatures (Marai et al. 2007). Pair-feeding study in dairy cows indicated that during heat stress, reduced dry matter intake accounted for only 35- 50% of the decreased in milk production (Wheelock et al. 2009). A variety of amelioration strategies for HS are available and can be implemented alone or in a coordinated manner that include physical modifications to the environment, management adaptations, genetic selection, and dietary modifications. Nutritional strategies are among the easiest and cheapest to alleviate the negative effects of HS. Nutritional tactics used during HS generally focus on enhancing the energy density of the diet and decreasing the ration forage based on the reduction of incremental heat (Mahjoubi et al. 2016). Providing gluconeogenic substrates or supplements that metabolized into glucose precursors may increase productivity during the heat stress (Baumgard and Rhoads 2012). The objective of this study was to evaluate the heat stress effects and also glucogenic supplement during heat stress on performance, heat stress indices and blood metabolites of fattening Makoei lambs.

Materials and methods: In this experiment, 10 male Makuei lambs with 3 months age and average live weight of 32 ± 3.2 kg in 2 treatments and 5 repeat per treat at two experimental periods were used. 10 days before beginning of period 1, the lambs were adapted to 2×1 meter individual cage and experimental diets. Lambs received water and feed individually. Feed was delivered to the animals as a total mixed ration and offered in the morning (8:00) and evening (16:00). Diet was formulated to meet or exceed NRC (2007) recommendations (Table 1) using the Small Ruminant Nutrition System. In period 1 that lasted 10 d, lambs at thermal neutral (TN) condition (24.5±3.2 °C and temperature-humidity index [THI] of 66.1 ± 2.5) and heat stress (HS) (33-41°C and THI of more than 83) were fed ad libitum. In period 2 (lasted 10 d) the lambs of HS condition continued to ad libitum feeding and lambs in TN condition pair fed (feed intake reduced according to HS group feed intake in period 1) to eliminated the confounding effects of unequal nutrient intake. Both groups received

10 gr/d of a top-dressed glucogenic product (GL-Part 100®) in two equal meals. All production and blood data were collected daily through both periods. Three thermostat-regulated heaters were used to generate the heat load and 2 fans were utilized to evenly distribute the heat load within the room and fans were angled to prevent hot air blowing directly on the animals. In the beginning of the experiment and at the end of each experimental period, lambs were weighed before morning feeding. During each period, DMI and water intake were recorded daily and body temperature indices were obtained at 1400 h. Blood samples were collected during both periods from the jugular vein (5 mL in collection tubes containing of sodium heparin) before and 4 h after morning feeding on d 3 and 8 in P1, and d 3, 8 in P2. Blood was centrifuged at 2000 x g for 15 min to obtain plasma and then, stored at -20°C for later analysis.

Results and discussion: HS significantly reduced DMI in both periods than TN group ($P<0.05$). Glucogenic supplement in period 2 significantly increased DMI than period 1 ($P<0.01$). Glucogenic supplement increased average daily gain and feed efficiency significantly ($P<0.05$). HS significantly increased rectal temperature in both periods, but Glucogenic supplement did not effect on body temperature. At a.m. feeding in both periods, blood glucose concentration of HS group significantly lower than TN lams ($P<0.05$). After feeding, HS did not affect any of the blood parameters (Mahjoubi et al., 2016), But Glucogenic supplement affected NEFA blood concentration significantly ($P<0.05$). Lower blood urea nitrogen in glucogenic supplementation treatments was probably due to a higher supply of glucose precursors and a less need for muscle tissue degradation to supply glucose precursors, leading to increased nitrogen efficiency (Donkin et al., 2009). After feeding, no increase in blood glucose after glucogenic supplementation was interesting because we expected that glucose precursor consumption would increase blood glucose concentration after feeding. The results differ on the effects of using glucose precursor supplements. Glucose precursor supplementation numerically increased blood insulin levels compared to the first period, which may be another reason for the lack of increased blood glucose in lambs after glucogenic supplementation. Differences in the type and composition of glucose precursor supplements, how much they are used in the diet and the physiological stages of livestock are the reasons for the differences in the results of different researchers.

Conclusions: As expected, HS reduced DMI than TN lambs, but glucogenic supplemented lambs have more DMI than lambs in period 1. Dietary glucose precursors improved feed efficiency at HS. These results showed that in HS the efficiency of converting dietary nutrients into tissue accretion was enhanced as glucose precursors fed. Also, HS significantly increased rectal temperature in both periods. At a.m. feeding in both periods, blood glucose concentration of HS group significantly was lower than TN lams. But glucogenic supplementation significantly affected NEFA blood concentration. In overall, improvement of some important functional and metabolic indices in lambs fed with glucogenic supplement in HS condition can indicate the beneficial effects of this nutritional strategy on lambs during HS, but this needs more research to prove.

Keywords: Heat stress, Non-esterified fatty acids, Pair-feeding, Performance, Rectal temperature