نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد نهم، شماره چهارم، ۱۴۰۰
http://ejrr.gau.ac.ir
۸۱-۹۶
DOI: 10.22069/ejrr.2022.19678.1820

اثرات مکمل سازی پلی‌اتیلن‌گلایکول و بنتونیت سدیم فعال بر مصرف خوراک، علائم حیاتی و فراسنجه‌های خونی بزهای سانن تغذیه شده با فرآورده‌های فرعی پسته تحت تنش گرمایی

*مرتضی کردی[1] و عباسعلی ناصریان[2]
[1]استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
[2]استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۶

چکیده

سابقه و هدف: اخیراً از فرآورده‌های فرعی پسته به‌منظور کاهش هزینه‌های تولید در تغذیهٔ نشخوارکنندگان استفاده می‌شود. اما تانن‌ها و ترکیبات فنلی موجود در فرآورده‌های فرعی پسته به‌عنوان ترکیبات ضدتغذیه‌ای، استفاده از این فرآوردهٔ فرعی کشاورزی را در جیره نشخوارکنندگان محدود می‌نمایند. ازاین‌رو، متخصصان تغذیه استفاده از ترکیبات متصل شونده به تانن مانند پلی‌اتیلن‌گلیکول در جیره‌های حاوی تانن بالا را توصیه می‌کنند. هم‌چنین مشخص‌شده است که بنتونیت سدیم نیز می‌تواند به‌عنوان ماده غیرفعال‌کنندهٔ تانن در تغذیهٔ نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار بگیرد. بنابراین، این پژوهش برای ارزیابی تأثیر مکمل‌سازی پلی‌اتیلن‌گلیکول یا بنتونیت سدیم فعال بر مصرف خوراک، علائم حیاتی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی و هماتولوژی خون بزهای سانن تغذیه‌شده با فرآورده‌های فرعی پسته تحت تنش گرمایی کوتاه‌مدت انجام شد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۵ رأس بز نر نژاد سانن در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به سه گروه تیماری اختصاص یافت. این آزمایش برای مدت ۳۰ روز (۲۵ روز برای دوره قبل از تنش گرمایی و ۵ روز در شرایط تنش گرمایی) به طول انجامید. در کل دورهٔ آزمایش، جیره‌های آزمایشی شامل؛ ۱- جیره حاوی ۳۰ درصد ماده خشک فرآورده فرعی پسته (گروه شاهد) ۲- جیره شاهد مکمل شده با پلی‌اتیلن‌گلایکول در سطح ۱٪ ماده خشک جیره (گروه PEG) ۳- جیره شاهد مکمل شده با بنتونیت سدیم فعال در سطح ۱٪ ماده خشک جیره (گروه ASB) بودند. برای اندازه‌گیری مصرف ماده خشک، میزان باقی‌مانده خوراک به‌طور روزانه ثبت شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته شکمبه در روز آخر آزمایش و ۲ ساعت بعد از مصرف خوراک صبح اسیدیته مایع شکمبه با pH متر ثبت گردید. برای ثبت علائم حیاتی، تعداد ضربان قلب، تعداد تنفس (در یک دقیقه) و دمای رکتوم در سه روز آخر آزمایش در دورهٔ تنش مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. همچنین، در روز آخر آزمایش، دو سری نمونه خون از رگ وداج جهت تعیین فراسنجه‌های بیوشیمیایی و خون‌شناسی جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از رویهٔ GLM و نرم‌افزار SAS 9.1 مورد آنالیز آماری قرار گرفتند.

نتایج: نتایج آزمایش نشان داد که میزان مصرف خوراک در تیمار شاهد بالاتر بوده است ($P<0/05$). اسیدیته شکمبه تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت ($P\geq0/05$). از نظر علائم حیاتی، تعداد ضربان قلب و تنفس در تیمار PEG بالاتر از سایر تیمارها بوده است

*نویسنده مسئول: m.kordi@yu.ac.ir

(P<۰/۰۵). بین تیمارها ازنظر فراسنجه‌های بیوشیمیایی هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). امّا ازنظر فراسنجه‌های خون‌شناسی، غلظت مونوسیت‌ها، ائوزینوفیل و فیبرینوژن در تیمار PEG کمتر از سایر تیمارها بوده است (P<۰/۰۵)، و همچنین فراسنجه‌های هورمونی نشان دادند که غلظت کورتیزول در این تیمار بالاتر از سایر گروه‌ها بود (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: در مجموع با توجه به داده‌های حاصل از این پژوهش نتیجه‌گیری می‌شود که استفاده از بنتونیت سدیم فعال در جیره‌های حاوی ۳۰ درصد فرآورده‌های فرعی برای تغذیهٔ بزهای تحت تنش گرمایی می‌تواند بدون اعمال اثرات منفی بر فاکتورهای حیاتی و رفاه حیوان، تا حدودی سبب افزایش غلظت مونوسیت و تقویت سیستم ایمنی در این حیوانات گردد.

واژه‌های کلیدی: استرس گرمایی، بز سانن، پوست پسته، تانن، ترکیبات فنلی

مقدمه

دام‌پروری به‌عنوان یک فعالیت اقتصادی اصلی در زندگی و معیشت میلیون‌ها کشاورز، به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه در نظر گرفته می‌شود (۸). پرورش و تغذیه‌دام در ایران به‌عنوان کشوری با آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک دارای دشواری‌های خاصی ازنظر تأمین علوفه برای خوراک دام است. دام‌هایی که در مناطق گرم و نیمه‌خشک چرا می‌کنند، در معرض نوسانات شدید مقدار و کیفیت غذا در طی سال هستند (۳۵). از این‌رو، استفاده از فرآورده‌های فرعی کشاورزی و صنایع تبدیلی در تغذیه دام به‌عنوان راهکاری برای کاهش هزینه‌های تولید موردتوجه قرارگرفته است. یکی از این فرآورده‌های فرعی کشاورزی و صنایع تبدیلی در ایران، فرآورده-های فرعی باقی‌مانده از فرآیند پوست‌گیری پسته است که شامل پوسته نرم خارجی پسته، ساقه خوشه، برگ و مقادیر اندکی از مغز و پوسته استخوانی پسته می‌باشد. تحقیقات نشان داده است، نسبت بین محصول پسته خشک و میزان فرآورده‌های فرعی پسته با توجه به واریته پسته، محل برداشت و زمان برداشت متفاوت می‌باشد (۳۷). حداقل نسبت فرآورده‌های پوست‌گیری پسته به پسته خشک ۱/۲۵ و حداکثر آن ۲ گزارش شده است. بر اساس گزارشات مختلف سالانه حدود ۵۰۰ هزارتن فرآورده های فرعی پسته به‌صورت تروتازه در کشور تولید می‌شود (۹). بنابراین، محصولات جانبی پسته می‌تواند به‌عنوان یک منبع مهم خوراک برای تغذیه نشخوارکنندگان در نظر گرفته شوند. اما درهرحال، میزان بالای تانن‌ها و ترکیبات پلی‌فنولی در این فرآوردهٔ فرعی به‌عنوان مواد ضد تغذیه‌ای، می‌تواند یک عامل محدودکننده برای مصرف این محصول جانبی در جیرهٔ دام‌های نشخوارکننده باشد (۱۹).

پرورش بز به‌عنوان یک منبع حیاتی درآمدی و تغذیه برای کشاورزان بخصوص در مناطق روستایی است (۱۸). آمارهای اخیر به‌طور قابل‌توجهی افزایش جمعیت بز در سراسر جهان به‌ویژه در کشورهای فقیر و درحال‌توسعه را نشان می‌دهد (۸). امروزه در ایران نیز، با افزایش اطّلاعات دامداران در مورد نژادهای خارجی پرتولید بز، پرورش و نگهداری بز سانن در مناطق گرم و خشک کشور، ازجمله استان‌های کرمان و خراسان جنوبی که دارای باغات پسته هستند، به‌طور قابل‌توجهی افزایش‌یافته است. بزها در این مناطق ممکن است، به‌طور ناگزیر از پسماندهای باغات پسته و یا فرآورده‌های فرعی حاصل از پوست-گیری آن‌ها تغذیه کنند. علاوه بر این ثابت‌شده است که بزها ظرفیت تحمل حرارتی بالایی در مقایسه با سایر گونه‌های دامی دارند و مشاهده می‌شود که به‌طور گسترده در سراسر جهان، حتی در مناطقی که شرایط آب و هوایی سخت دارند در حال پراکنده

شدن هستند. اندازه بدن نسبتاً کم و احتیاجات آب و غذایی نسبتاً پائین بزها، آن‌ها را قادر می‌سازد تا در طول دوره کمبود آب و خوراک به‌خوبی رشد کنند. بزها هم‌چنین نسبت به سایر نشخوارکنندگان ضریب تبدیل غذایی بهتری دارند و می‌توانند خوراک باکیفیت پائین را به پروتئین تبدیل نمایند (٤١). بنابراین، این ویژگی‌های منحصربه‌فرد مختلف در گونه‌های بز، به‌طور خاص پتانسیل بالای آن‌ها برای در نظر گرفتن به‌عنوان حیوان ایده‌آل آینده را در جهت کاهش اثر تغییرات آب و هوایی در کشاورزی تأیید می‌کند (۳).

از بین متغیرهای مختلف آب و هوایی، نوسانات دمای محیط، مهم‌ترین عامل مؤثر بر پتانسیل تولید دام است (۳۷). درواقع، دمای بالای محیط یکی از محدودیت‌های اصلی در پرورش گوسفند و بز در آب‌وهوای گرم و خصوصاً تابستان است (۱۷). قرار گرفتن طولانی‌مدت حیوانات در شرایط استرس گرمایی بر پارامترهای تولید آن‌ها مانند، رشد، تولید شیر و گوشت، و تولیدمثل تأثیر منفی می‌گذارد که به‌نوبه خود منجر به کاهش تولید محصول نهایی و ضرر اقتصادی بیشتر برای کشاورزان می‌شود (۲۸). ریبریو و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که صرف‌نظر از نژاد، محیط پرورشی و متغیرهای آب و هوایی آن می‌توانند باعث تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، هماتولوژیکی و هورمونی شوند که منجر به کاهش تولید گرما برای حفظ هموترمی می‌شود. هرچند بزها نسبت به سایر نشخوارکنندگان از مقاومت بیشتری برخوردارند، امّا اطلاعات کمی در مورد جنبه‌های سازگاری این حیوانات وجود دارد (۲۷).

نتایج مطالعه‌ای نشان داده است که دمای بالای محیط سبب آغاز اکسیداسیون لیپید در غشاهای سلولی می‌شود و تا حدی اثر مخرب دمای بالای محیط می‌تواند نتیجه استرس اکسیداتیو باشد (۳۱). بنابراین می‌توان از جیره‌های غذایی غنی‌شده با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی محافظت‌کنندهٔ سلول‌ها و بافت‌ها در برابر آسیب لیپوپراکسیداتیو ناشی از افزایش رادیکال‌های آزاد برای کاهش اثرات منفی دمای بالای محیط استفاده کرد (۱۷). در مطالعات مختلف با عصاره‌گیری از پوست (۳۰) و برگ پسته (١٦) که بخش اعظم فرآورده‌های فرعی پسته را تشکیل می‌دهند، مشخص شد که این محصولات جانبی منبع طبیعی بسیار غنی از ترکیبات فنلی هستند که دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی هستند. گلی و همکاران (۲۰۰۵) پیشنهاد کردند که می‌توان عصاره‌های حاوی ترکیبات فنلی را از پوست و برگ پسته استخراج کرده و به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی به خوراک‌ها اضافه کرد (۱۲ و ۳۲). اما درهرحال هیچ اطلاعاتی در ارتباط با نقش مفید احتمالی فرآورده‌های فرعی پسته به‌عنوان منبعی از ترکیبات پلی‌فنولیک بر عملکرد نشخوارکنندگان تحت شرایط تنش گرمایی در دسترس نیست.

عوامل متصل شونده به تانن مانند پلی‌اتیلن‌گلیکول[1] به‌عنوان ماده‌ای عمل می‌کنند که می‌توانند زیست‌فراهمی تانن‌ها را محدود ساخته و درنتیجه قابلیت هضم مواد مغذی را بهبود ببخشند (٢٦). پلی‌اتیلن‌گلیکول می‌تواند در محدودهٔ وسیعی از اسیدیته شکمبه به تانن‌ها متصل شود و از تشکیل کمپلکس‌های تانن-پروتئین جلوگیری نماید (۱۰). همچنین، بنتونیت سدیم می‌تواند در جیره‌های حاوی تانن به عنوان ماده غیرفعال‌کننده تانن، در تغذیه نشخوارکنندگان مورداستفاده قرار بگیرد (۱۱). در این مطالعه از مکمل‌های پلی‌اتیلن گلایکول به‌عنوان متصل‌شونده به تانن و از بنتونیت سدیم فعال به‌عنوان ممانعت‌کننده‌های فعالیت تانن‌ها و تعدیل‌کننده شکمبه‌ای استفاده‌شده است.

1- Polyethylene glycol (PEG)

بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی تأثیر مکمل‌سازی پلی‌اتیلن‌گلیکول یا بنتونیت سدیم فعال بر مصرف خوراک، فاکتورهای حیاتی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی و خون‌شناسی سرم بزهای سانن تغذیه شده با فرآورده‌های فرعی پسته تحت تنش گرمایی کوتاه‌مدت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقات دام و طیور دانشگاه فردوسی مشهد و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از تعداد ۱۵ رأس بز نر نژاد سانن (سن حدود ۱۰ ماه)، با وزن اولیه ۳±۲۷ کیلوگرم با ۳ تیمار و ۵ تکرار انجام شد. این آزمایش برای مدت ۳۰ روز به طول انجامید. بزها در دورهٔ قبل از تنش برای مدت ۲۵ روز در دمای هوای معمولی (حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و بعدازآن برای مدت ۵ روز در شرایط تنش گرمایی در اتاق‌هایی که دما و رطوبت آن‌ها (با استفاده از بخاری و دستگاه بخارساز) کنترل شده بود (دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ٤٥ درصد) نگهداری شدند. در کل دورهٔ آزمایش، جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: ۱- جیره حاوی ۳۰ درصد ماده خشک فرآورده فرعی پسته بدون هیچ افزودنی (گروه شاهد) ۲- جیره شاهد مکمل شده با پلی‌اتیلن گلایکول (PEG-4000، شرکت Sigma-Aldrich، آمریکا) در سطح ۱٪ ماده خشک جیره (گروه PEG) ۳- جیره شاهد مکمل شده با بنتونیت سدیم فعال در سطح ۱٪ ماده خشک جیره (گروه ASB).

بنتونیت سدیم فراوری‌شده به‌صورت شیمیایی بانام تجاری جی‌بایند و با مش ۲۰۰ و اندازهٔ ذرات ۷۵ میکرون از شرکت پایا فرایند هزارهٔ نوین (مشهد، خراسان رضوی) تهیه شد، که ترکیب شیمیایی آن در جدول (۱) آمده است.

جیره‌های کاملاً مخلوط با نسبت ۵۰ درصد علوفه (۲۰ درصد سیلاژ ذرت و ۳۰ درصد فرآورده جانبی پسته) به ۵۰ درصد کنسانتره (جدول ۱) تهیه شدند. قبل از شروع آزمایش برای درمان انگلی به همهٔ حیوانات داروهای ضد انگل خورانده شد و ١٤ روز پس از آغاز آزمایش نیز تکرار شد.

میزان کل ترکیبات فنلی، تانن کل و تانن متراکم موجود در فرآورده‌های فرعی پسته مورد استفاده در این آزمایش با روش فولین شیکالتو (۲۰) اندازه‌گیری شد. بقایای خوراکی قبل از خوراک‌دهی صبح جمع‌آوری و مصرف خوراک محاسبه شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته شکمبه در روز آخر آزمایش و ۲ ساعت بعد از مصرف خوراک صبح با استفاده از لوله مری، مایع شکمبه از حیوانات آزمایشی تهیه شده و اسیدیته آن بلافاصله با pH متر (Metrohm 691) ثبت گردید. برای ثبت علائم حیاتی، در سه روز آخر آزمایش در دورهٔ تنش، دمای رکتوم، نرخ دم‌وبازدم، و ضربان قلب دام‌ها به‌صورت روزانه در ساعات ۷۰۰ و ١٤٠٠ اندازه‌گیری شد. ضربان قلب به‌وسیله استتوسکوپ و از طریق لمس ورید وداج انجام شد. نرخ دم‌وبازدم با شمارش تعداد حرکات پهلوی دام و ثبت آن به‌عنوان تعداد تنفس دام در دقیقه اندازه‌گیری شد. تعیین دمای رکتوم به‌وسیله دماسنج دیجیتال استاندارد انجام شد.

همچنین برای بررسی فراسنجه‌های بیوشیمیایی و خون‌شناسی، در روز آخر آزمایش، دو سری نمونه خون (۵ میلی‌لیتر) از رگ وداج هر حیوان گرفته شد، که نمونه‌های مربوط به هر دام در دو لوله آزمایش مجزا جمع‌آوری شدند. یک لوله حاوی ماده ضد انعقاد اتیلن‌دی‌آمین‌تترااستیک اسید[1] جهت استخراج پلاسما و یک لوله بدون ماده ضد انعقاد جهت استخراج سرم بود. نمونه‌های خون جمع‌آوری‌شده،

1- Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)

با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده (مدل سیگما، 2-16 PK) و پلاسما و سرم آن‌ها جدا گردید و تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فراسنجه‌های خونی با استفاده از کیت‌های اختصاصی (شرکت پارس آزمون) و توسط دستگاه آنالیزور اتوماتیک (مدل بیوسیستم، A15 لهستان) تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۵ تکرار انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ (۲۰۰۳) و با رویه تعمیم‌یافته خطی مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین مشاهدات توسط حداقل مقایسه میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

در این مدل Y_{ij} مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام، μ میانگین مشاهده‌ها، T_i اثر تیمار i ام، X_{ij} مقدار متغیر همبسته در واحد آزمایشی مربوط به تکرار j ام تیمار i ام، X_{ij} میانگین همه مشاهده‌های متغیر همبسته و e_{ij} خطای آزمایشی مربوط به تکرار j ام تیمار i ام هستند.

جدول ۱- اجزای مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of experimental treatments (%DM)

treatments[1]				
ASB	PEG	Control	Ingredients (%DM)	اجزای جیره (درصد ماده خشک)
20.0	20.0	20.0	Corn silage	سیلاژ ذرت
30.0	30.0	30.0	Pistachio by-products	فرآورده فرعی پسته
27.0	27.0	25.0	Barley grain	دانه جو
16.0	16.0	15.5	Canola meal	کنجاله کانولا
4.5	4.5	8.0	Wheat bran	سبوس گندم
0.5	0.5	0.5	Calcium carbonate	کربنات کلسیم
0.5	0.5	0.5	Vit-Min Supplement	مکمل معدنی-ویتامینه
0.5	0.5	0.5	Salt	نمک
0.0	1.0	0.0	Poly ethylene glycol	پلی اتیلن گلایکول
1.0	0.0	0.0	Activated sodium bentonite	بنتونیت سدیم فعال[۲]
			Chemical composition (%DM)	ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک)
97.21	97.03	96.87	Dry matter	درصد ماده خشک
2.53	2.53	2.68	ME (Mcal/kg DM)	انرژی متابولیسمی (مگاکالری در کیلوگرم)
14.30	14.30	14.40	CP	پروتئین خام
4.10	4.10	4.20	EE	چربی خام
41.30	41.30	41.20	NFC	کربوهیدرات غیرفیبری
34.20	34.20	35.50	NDF	الیاف نامحلول در شوینده خنثی
20.70	20.70	21.00	ADF	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی
0.60	0.60	0.60	Ca	کلسیم
0.50	0.50	0.50	P	فسفر

[۱] PEG: پلی اتیلن گلایکول، ASB: بنتونیت سدیم فعال

[1] PEG: polyethylene glycol; ASB: activated sodium bentonite.

[۲] بنتونیت سدیم فرآوری شده با نام تجاری جی-بایند که از شرکت پایا فرآیند هزاره نوین تهیه شده است و ترکیب شیمیایی آن شامل؛ Sio_2، ٦٥/١٤ درصد؛ Al_2o_3، ١٠/٣٤ درصد؛ Fe_2O_3، ٢/٢٦ درصد؛ MgO، ٢/١٠ درصد، CaO، ٢/٦٦ درصد؛ P_2O_5، ٠/٠٦ درصد؛ Na_2O، ٢/٦٧ درصد؛ K_2O، ٠/٣ درصد؛ MnO، ٠/٤١ درصد؛ SO_3، ٠/٧٢ درصد است.

نتایج و بحث

میزان کل ترکیبات فنلی، تانن کل و تانن متراکم موجود در فرآورده‌های فرعی پسته مورد استفاده در این آزمایش به ترتیب ۱۰/۳۷، ٦/٤٤ و ۱/۲۷ درصد ماده خشک بوده است.

داده‌های مربوط به مصرف خوراک، اسیدیته و علائم حیاتی در بزهای سانن تحت تنش گرمایی در جدول (۲) نشان داده‌شده است. میزان مصرف خوراک در طی دورهٔ تنش در تیمار شاهد بالاتر از سایر تیمارها بود ($P<۰/۰۵$). اسیدیته شکمبه در بین تیمارهای مختلف دارای تغییرات معنی‌داری نبوده است ($P\geq۰/۰۵$). لیو و همکاران (۲۰۱٦) با تغذیه سطوح مختلف تانن شاه بلوط به بره‌های تحت تنش گرمایی نشان دادند که میزان افزایش وزن روزانه بره‌ها و راندمان مصرف خوراک با افزایش سطح تانن در جیره بهبود یافت، که این موضوع را به کاهش تنش گرمایی در اثر مصرف تانن مرتبط دانستند (۱۷). در مطالعهٔ حاضر نیز شاید بتوان بالاتر بودن میزان مصرف خوراک در بزهای تغذیه شده با جیرهٔ شاهد را به اثرات مثبت تانن فرآورده‌های فرعی پسته در کاهش تنش گرمایی در مقایسه با تیمارهای حاوی متصل شونده‌های تانن نسبت داد. امّا در آزمایش صدیقی و همکاران (۲۰۱٤) افزودن پلی‌اتیلن‌گلایکول به جیره حاوی پوست پسته تأثیری بر میزان مصرف خوراک بزهای سانن در شرایط دمایی نرمال نداشته است (۳۳).

داده‌های مربوط به علائم حیاتی بزها نشان دادند که بین تیمارها ازنظر تعداد ضربان قلب و تنفس اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که تیمار حاوی پلی‌اتیلن‌گلایکول از بالاترین تعداد ضربان قلب و تنفس برخوردار بود. بنابراین کاهش مصرف خوراک در این تیمار و افزایش علائم استرس گرمایی نشان می‌دهد که افزودن پلی‌اتیلن‌گلایکول تأثیری بر بهبود شرایط استرس گرمایی نداشته است .

دمای بالای محیطی تلاش حیوان را برای حفظ دمای بدن افزایش می‌دهد که در نتیجه آن میزان تنفس، دمای بدن، ضربان قلب و مصرف آب افزایش می‌یابد. افزایش دمای بدن و میزان تنفس از نشانه‌های مهم وجود تنش گرمایی است (۳٦).

جدول ۲- مصرف ماده خشک، اسیدیته شکمبه، و علائم حیاتی بزهای سانن تحت تنش گرمایی

Table 2. Dry matter intake, ruminal pH, and vital signs of Saanen goats under heat stress

P-value	SEM	[1]treatments			
		ASB	PEG	Control	
0.078	39.02	239.25[ab]	124.33[b]	325.16[a]	مصرف ماده خشک (گرم/روز) DMI (g/d)
0.252	0.084	6.28	6.53	6.44	اسیدیته شکمبه Ruminal pH
0.074	2.309	116[ab]	124[a]	112[b]	نرخ ضربان قلب (در دقیقه) Heart rate (min^{-1})
0.014	2.582	31[b]	37[a]	32[b]	نرخ تنفس (در دقیقه) Respiratory rate (min^{-1})
0.362	0.097	39.35	39.35	39.10	دمای رکتوم (درجه سانتیگراد) Rectal temperature (°C)

[1]PEG: پلی اتیلن گلایکول، ASB: بنتونیت سدیم فعال

[1]PEG: polyethylene glycol; ASB: activated sodium bentonite.

[a, b]در هر ردیف بین اعداد با حروف متفاوت اختلاف معنی دار وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

Means in the same rows with different superscripts a, b, or c are significantly different with ($P<0.05$).

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون بزهای سانن تحت تنش گرمایی

Table 3. Effect of different treatments on biochemical parameters in Saanen goats under heat stress

P-value	SEM	[1]treatments			
		ASB	PEG	Control	
0.917	1.302	60.64	61.41	60.96	گلوکز (mg/dl) Glucose
0.177	0.752	25.33	24.44	27.11	نیتروژن اوره‌ای خون (mg/dl) Blood urea nitrogen
0.596	14.142	140.72	149.28	162.75	کلسترول (mg/dl) Cholesterol
0.880	7.987	69.01	74.28	73.77	لیپوپروتئین با چگالی بالا (mg/dl) HDL
0.748	3.837	32.42	29.93	33.83	تری گلیسرید (mg/dl) Triglyceride
0.314	3.136	56.11	62.11	64.07	آسپارتات آمینو ترانسفر (U/L) AST
0.774	2.051	19.32	21.16	21.17	آلانین آمینو ترانسفراز (U/L) ALT
0.660	1.021	27.58	28.34	26.93	آلبومین (g/L) Albumin
0.234	1.087	61.12	63.33	64.46	پروتئین کل (g/L) Total protein

[1]PEG: پلی اتیلن گلایکول، ASB: بنتونیت سدیم فعال

[1]PEG: polyethylene glycol; ASB: activated sodium bentonite.

نتایج نشان دادند که به‌طور کلی تعداد ضربان قلب و تنفس در همه تیمارهای تحت تنش بالاتر از سطح نرمال بوده است، زیرا تعداد ضربان قلب در بزها در شرایط نرمال (۹۰ تا ۹۵ در دقیقه) و تعداد تنفس (۱۵-۳۰ در دقیقه) است (۲)، امّا با این وجود تعداد نرخ ضربان قلب و تنفس در تیمار حاوی پلی‌اتیلن‌گلایکول که قادر به ایجاد کمپلکس‌های غیرقابل بازگشت با تانن‌ها است (۴۰) و ممکن است مانع بروز اثرات آنتی‌اکسیدانی آن‌ها شده باشد، بالاتر بوده است. درواقع هرچند در مطالعات مختلف نشان داده شد که در شرایط دمایی نرمال، پلی‌اتیلن‌گلایکول می‌تواند در جیره‌های حاوی تانن سبب بهبود عملکرد دام و قابلیت هضم مواد مغذی مختلف ازجمله فیبر و پروتئین خوراک شود، اما در این مطالعه و در شرایط تنش گرمایی کوتاه‌مدت مشخص شد که هرچند تانن‌ها می‌توانند با اثرات آنتی‌اکسیدانی سبب بهبود فاکتورهای رفاهی (مثل ضربان قلب و نرخ تنفس) در حیوان شوند (با توجه به داده‌های تیمار شاهد)، اما در هر حال، به نظر می‌رسد با اثر ممانعت‌کنندگی پلی‌اتیلن‌گلایکول بر روی تانن‌ها، عملا اثرات مثبت این ترکیبات زیست‌فعال گیاهی بر روی شاخصه‌های رفاهی بزها نیز مهار شد.

امّا دمای رکتوم در دورهٔ تنش گرمایی در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد و در محدودهٔ نرمال (۳۹/۲ تا ۳۹/۸ (درجه سانتی‌گراد))، (۲) قرار داشت (P≥۰/۰۵). مطالعات نشان دادند که بزهای مربوط به مناطق گرم توانایی بیشتری در حفظ دمای رکتوم در حد نرمال دارند، و در تعداد تنفس و ضربان قلب آن‌ها تغییرات کمتری اتفاق می‌افتد (۲۷).

علاوه بر این، نتایج آزمایش نشان دادند که در بین تیمارها ازنظر فراسنجه‌های بیوشیمیایی (جدول ۳) هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است

(P≥۰/۰۵). در مطالعه حاضر، بین تیمارها ازنظر غلظت گلوکز سرم خون اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P≥۰/۰۵) و در همهٔ تیمارها در محدودهٔ نرمال (۷۵-۵۰ (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)) گزارش‌شده برای بزهای سالم (۲۱) قرار داشت. هم‌راستا با نتایج این مطالعه ، لیو و همکاران (۲۰۱٦) نشان دادند که در شرایط تنش گرمایی سطح گلوکز خون بره‌های تغذیه‌شده با و بدون تانن شاه بلوط با هم یکسان بوده است (۱۷). آزادبخت و همکاران (۲۰۱۷) نیز با مکمل کردن بتونیت سدیم در جیره بزها گزارش کردند که بین تیمارها ازنظر سطح گلوکز خون اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (۵). آلینا و همکاران (۲۰۲۰) نیز بیان کردند که تنش گرمایی هیچ اثر معنی‌داری بر روی غلظت گلوکز خون در بزها با نژادهای مختلف نداشت (۳).

علاوه‌بر این، نتایج نشان دادند که، افزودن پلی‌اتیلن‌گلایکول و بنتونیت سدیم فعال به جیره اثر معنی‌داری بر روی غلظت نیتروژن اوره‌ای و کلسترول خون نداشتند و غلظت اوره سرم خون در همهٔ گروه‌ها تقریباً در محدودهٔ نرمال (٦۰-۲۵ (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)) (۲۲) بود. همزاویی و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که تنش گرمایی هیچ اثری بر روی سطح گلوکز و نیتروژن اوره‌ای خون در بزها نداشت (۱٤). در نشخوارکنندگان نیتروژن اوره‌ای خون می‌تواند تحت تأثیر نسبت نیتروژن به انرژی جیره میزان مصرف علوفه، قابلیت هضم پروتئین در شکمبه قرار بگیرد (۲۷). اما درهرحال، اوکاک و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که در شرایط تنش گرمایی غلظت گلوکز و کلسترول در بزها کاهش می‌یابد (۲٤). کاهش سطح گلوکز می‌تواند در نتیجه کاهش دسترسی مواد مغذی و نرخ کمتر تولید پروپیونات باشد (۲۱)، یا درنتیجه افزایش مصرف گلوکز پلاسما جهت فراهم کردن انرژی برای احتیاجات مورد نیاز فعالیت عضلانی مرتبط با افزایش نرخ تنفس باشد (۳۵). شاید کاهش سطح کلسترول با افزایش کل آب بدن و یا کاهش غلظت استات که پیش‌ساز اولیه برای سنتز کلسترول است، مرتبط باشد (۱۳).

غلظت تری‌گلیسرید خون بین همه گروه‌ها یکسان بوده و اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). آزادبخت و همکاران (۲۰۱۷) نیز با افزودن بنتونیت به جیره بره‌ها اختلاف معنی‌داری را بر روی پروفایل لیپید خون مشاهده نکردند (۵). آلینا و همکاران (۲۰۲۰) بیان نمودند که تنش گرمایی به‌طور معنی-داری سبب افزایش غلظت کلسترول و کاهش غلظت تری‌گلیسرید در بزها می‌شود (۳).

سطوح نرمال آلانین آمینوترانسفراز[1] و آسپارتات آمینو ترانسفراز[2] در بزهای سالم به ترتیب در محدوده ۲٤-۷ و ۱۳۲-٤۳ (U/L) گزارش‌شده است (٤۲). شارما و نالینی (۲۰۱۱) بیان کردند که غلظت سرمی آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفراز در تشخیص سطح رفاه حیوانات مفید خواهد بود (۳۹) و غلظت آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفراز (۳) در بزهای تحت تنش گرمایی افزایش می‌یابد. اما با توجه به نتایج آزمایش حاضر، مشخص شد که بین تیمارها از نظر غلظت آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینو ترانسفراز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵) و سطح هر دو آنزیم در همه تیمارها در محدوده نرمال بوده است، که ممکن است به دلیل طول دورهٔ کوتاه تنش گرمایی در این آزمایش باشد.

داده‌های آزمایشی نشان دادند که بین تیمارها از نظر غلظت آلبومین و پروتئین کل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵) و غلظت پروتئین کل در همه

1- Alanine aminotransferase (ALT)
2- Aspartate aminotransferase (AST)

تیمارها در محدودهٔ نرمال (۷/۵-٦ (گرم در دسی لیتر)) بوده است.

آیدین و همکاران (۲۰۲۰) نیز با اضافه کردن بنتونیت سدیم در جیرهٔ بزها نشان دادند که غلظت گلوتاتیون، آلبومین، گلوبولین، و پروتئین کل در بین تیمارها تفاوت نداشته است (٤). دانگی و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که غلظت پروتئین کل در بزها در طول دوره تنش گرمایی کاهش می‌یابد (٦). همچنین هلال و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که غلظت پروتئین کل در پلاسما، آلبومین و سطح گلوبولین در خون بزهای تحت تنش گرمایی کاهش می‌یابد، و دلیل آن را افزایش حجم پلاسما در نتیجه افزایش تنش گرمایی بیان نمودند که این امر می‌تواند سبب کاهش غلظت پروتئین پلاسما شود (۱۵). در مقابل، اوکوروا (۲۰۱٤) نشان داد که تنش گرمایی سبب افزایش غلظت پروتئین کل و آلبومین در بزها شد که می‌تواند در نتیجه دهیدراتاسیون ناشی از افزایش نرخ تنفس بوده باشد (۲۵).

صدیقی و همکاران (۲۰۱٤) نیز با افزودن پلی‌اتیلن گلایکول به جیره‌های حاوی پوست پسته در بزهای سانن مورد آزمایش در شرایط دمایی نرمال مشاهده کردند که بین تیمارها ازنظر غلظت فراسنجه‌های خونی ازجمله؛ کلسترول، آلبومین، پروتئین کل، گلوکز، و نیتروژن اوره‌ای تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین در آزمایش آن ها غلظت آنزیم‌های کبدی آلانین آمینوترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز نیز بین تیمارهای با و بدون PEG یکسان بود (۳۳). نتایج مربوط به فراسنجه‌های خون-شناسی (جدول ٤) نشان دادند تعداد گلبول‌های سفید در تیمارهای آزمایشی برای تیمار شاهد، PEG، و ASB به ترتیب ۱٤۰، ۱٤۸، و ۱٤۹ (میکرولیتر/$۱۰^۲$) بوده است و هر چند بین تیمارها ازنظر تعداد گلبول-های سفید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$)، اما با توجه به سطح نرمال گلبول‌های سفید در بزها (میکرولیتر$^{۲}۱۰ \times$ ۱۳۰-٤۰) این مقادیر بالاتر از سطوح نرمال (۲۲) بوده است.

جدول ٤- اثر تیمارهای مختلف بر فراسنجه‌های خونشناسی در بزهای سانن تحت تنش گرمایی

Table 4. Effect of different treatments on hematological parameters of Saanen goats under heat stress

P-value	SEM	treatments[1]				
		ASB	PEG	Control		
0.618	65.574	149.00	148.00	140.00	WBC	گلبول‌های سفید ($10^2/\mu L$)
0.603	0.484	10.15	9.50	9.50	Hb	هموگلوبین (g/dL)
0.604	2.327	35.50	32.00	33.00	PCV (٪)	هماتوکریت
0.074	0.288	2.5^{a}	1^{b}	2^{ab}	Monocyte	مونوسیت (μL^{-1})
0.073	0.353	2^{ab}	1^{b}	3.5^{a}	Eosinophil	ائوزینوفیل (μL^{-1})
0.711	5.196	22	21	27	Neutrophil	نوتروفیل (μL^{-1})
0.378	3.968	76.50	83.00	74.00	Lymphocyte	لمفوسیت (μL^{-1})
0.030	40.821	300^{b}	200^{b}	500^{a}	Fibrinogen	فیبرینوژن (mg/dL)

[1]PEG: پلی اتیلن گلایکول، ASB: بنتونیت سدیم فعال

[1]PEG: polyethylene glycol; ASB: activated sodium bentonite.

[a, b]در هر ردیف بین اعداد با حروف متفاوت اختلاف معنی دار وجود دارد ($P<۰/۰۵$).

Means in the same rows with different superscripts a, b, or c are significantly different with ($P<0.05$).

مقدار سطح هماتوکریت یک روش غربالگری سریع برای تشخیص کم‌خونی است و به‌عنوان شاخص دهیدراتاسیون در حیوانات استفاده می‌شود (٤٤). در مطالعه حاضر مقدار هماتوکریت در

تیمارهـای مختلـف یکسـان بـوده (P≥۰/۰۵) و در محدودهٔ نرمال (۳۸-۲۲ درصـد) گـزارش شـده بـرای بزهـای سـالم (۲۲) قـرار داشـت و نمـی‌تـوان آن را به‌عنوان نشـانه کـم‌خـونی یـا دهیدراتاسـیون در نظـر گرفت.

نتایج نشان می‌دهند که ازنظر تعداد مونوسـیت‌هـا، ائوزینوفیل و فیبرینوژن بین تیمارها اخـتلاف معنـی‌دار وجود داشت، و سطح آن‌هـا در تیمـار PEG کمتـر از سایر تیمارها بوده است (P<۰/۰۵). مونوسیت‌ها برای سیسـتم ایمنـی ضـروری مـی‌باشـند، زیـرا بـه‌عنـوان پیش‌سازهای ماکروفاژها و لنفوسیت‌ها برای پاسخ‌های ایمنی هومورال و سلولی ضروری هستند (۱۹). اسمیت (۲۰۰۷) گزارش کرده است که مکمل کـردن تـانن در تغذیـه بزهـا سـبب افـزایش تعـداد ائوزینوفیـل در نمونه‌های خون شد، ولی غلظـت مونوسـیت و سـایر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و همـاتولوژی تغییـر نکـرده است (٤٤).

در شرایط تنش، تعداد نوتروفیل‌ها افزایش می‌یابد، ولی تعداد لمفوسیت‌ها و ائوزینوفیل‌ها کاهش می‌یابـد (۱۷). لیو و همکاران (۲۰۱٦) با تغذیه سطوح مختلف تانن شاه بلوط به بره‌های تحت تـنش گرمـایی نشـان دادند که سـطح فعالیـت آنـزیم کـراتین کینـاز، تعـداد گلبول‌های سفید و نسبت نوتروفیل بـه لمفوسـیت در خون بره‌های تغذیه شده با تانن، پائین‌تراز تیمار بدون تانن بوده است، در حالی کـه تعـداد لمفوسـیت‌هـا در خون بره‌های تغذیه شده با جیره بدون تانن، پـائین‌تـر بوده است. بنابراین، داده‌های مطالعـه لیـو و همکـاران (۲۰۱٦) نشان دادند که کاهش استرس با مکمل‌سـازی تانن شاه بلوط در جیره می‌توانـد از سـرکوب سیسـتم ایمنی ناشی از استرس گرمایی جلوگیری کند (۱۷).

از طرفی در پژوهش حاضر نیز بالاتر بودن سـطح مونوسـیت و ائوزینوفیـل در تیمـار شـاهد کـه فاقـد متصل‌شونده‌های تانن بوده است، ممکـن اسـت مؤیـد کاهش سطح استرس گرمایی در بزهـا و جلـوگیری از سـرکوب سیسـتم ایمنـی ناشـی از تـنش بـا مصـرف فرآورده‌های فرعی پسته به‌عنوان منبع تأمین‌کننده تانن در جیره باشد. از طرفی بالاتر بودن سـطح مونوسـیت در تیمار ASB نسبت به تیمار PEG را می‌توان به اثـر تعدیل‌کنندگی شکمبه و خاصیت جذب ترکیبات مضر خوراک (توکسین‌ها) توسط بنتونیت سدیم نسـبت داد که می‌تواند سبب بهبود هضم و جذب مـواد مغـذی و تقویت سیستم ایمنی در حیوان گردد.

صدیقی و همکاران (۲۰۱٤) با افـزودن پلـی‌اتـیلن گلایکول به جیره‌های حاوی پوست پسـته در بزهـای سـانن مشـاهده کردنـد کـه غلظـت فراسـنجه‌هـای خون‌شناسی مانند سطح هماتوکریـت، هموگلـوبین، و تعداد گلبول‌های سفید خون بین تیمارها یکسان بـوده است (۳۳).

علاوه بر این، داده‌های مربـوط بـه فراسـنجه‌هـای هورمونی (جدول ۵) نشان دادند که بین تیمارها ازنظر سـطح غلظـت هورمـون‌هـای تـری‌یـدوتیرونین[1] و تیروکسـین[2]، انسـولین و هورمـون رشـد اخـتلاف معنـی‌داری وجـود نداشـت (P≥۰/۰۵)، امّـا غلظـت کورتیزول در تیمار حاوی PEG بـالاترین و در تیمـار شاهد کمترین مقدار بوده است (P<۰/۰۵).

سطح هورمون‌های تیروئیدی با توجـه بـه مرحلـه فیزیولوژیکی، رشد، نژاد، سن، دمای محیطی و جـنس تغییر می‌کند (۲۳). دمای محیط تأثیر غالبی بر فعالیـت متغیرهـای بیوشـیمیایی خـود در دوره‌هـای مختلـف فیزیولوژیکی دارد. متابولیسم در طول استرس گرمـایی کاهش می‌یابد و توسط هورمون‌هـا کنتـرل مـی‌گـردد (۲۷). دمای بالاتر بدن در طی دوره تـنش گرمـایی بـا کاهش معنی‌دار فعالیـت غـده تیروئیـد کـه منجـر بـه سطوح کمتـر هورمـون‌هـای تیروئیـدی مـی‌شـود، در

1- Triiodothyronine (T3)
2- Thyroxine (T4)

ارتباط است (۲). کاهش سطح هورمون‌های تیروئیدی در طی تنش گرمایی یک پاسخ سازگاری است که بر روی محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال برای کاهش هورمون آزادکننده تیروتروپین اثر می‌گذارد، که حیوانات را قادر می‌سازد تا نرخ متابولیسم و تولید حرارت را کاهش دهند (۲). بنابراین محققان در بزهای تحت تنش گرمایی کاهش غلظت هورمون‌های تری‌یدوتیرونین و تیروکسین را گزارش کردند (۱۵ و ٤٣).

جدول ۵- اثر تیمارهای مختلف بر فراسنجه‌های هورمونی خون در بزهای سانن تحت تنش گرمایی

Table 5. Effect of different treatments on hormonal blood metabolites of Saanen goats under heat stress

	treatments[1]			SEM	*P*-value
	Control	PEG	ASB		
تری‌یدوتیرونین (ng/dl) T3	195	182	181.50	20.55	0.875
تیروکسین (mg/dl) T4	4.05	4.00	4.35	0.567	0.898
انسولین (mIU/ml) Insulin	30.01	34.75	31.52	5.35	0.825
هورمون رشد (mIU/ml) Growth Hormone	0.27	0.25	0.32	0.021	0.164
کورتیزول (nmol/L) Cortisol	14.00^{c}	42.00^{a}	22.5^{b}	1.323	0.001

[1] PEG: پلی اتیلن گلایکول، ASB: بنتونیت سدیم فعال

[1]PEG: polyethylene glycol; ASB: activated sodium bentonite.

[a, b] در هر ردیف بین اعداد با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار وجود دارد (P<۰/۰۵).

Means in the same rows with different superscripts a, b, or c are significantly different with (P<0.05).

کورتیزول یکی از هورمون‌های اصلی دخیل در پاسخ به استرس در نظر گرفته می‌شود و سطح آن در هنگام استرس افزایش می‌یابد و عملکرد اصلی آن تحریک و تقویت متابولیسم پروتئین برای تبدیل به اسیدهای آمینه و حمایت از گلوکونئوژنز است (۳٤). غلظت هورمون کورتیزول در نژادهای مختلف بز از ۳ تا ۱۵ (نانوگرم/میلی‌لیتر) گزارش‌شده است (۳۵). برخی از محققان هم‌سطح هورمون کورتیزول در حیوانات تحت استرس را بین ٤/۵ تا ۱۵/٦ (نانوگرم/ میلی‌لیتر) (۲۹) و یا ۲۱/۵ تا ٤۳ (نانوگرم/ میلی‌لیتر) (۷) گزارش کردند.

کورتیزول تقریباً تمام عملکردهای بیولوژیکی تحت تأثیر استرس ازجمله ظرفیت ایمنی، تولیدمثل، متابولیسم و رفتار حیوان را تنظیم می‌کند (۲۷). هدف این پاسخ‌های غدد درون‌ریز افزایش توانایی فرد در تحمل استرس است.

نتایج این آزمایش نشان داد که چون در تیمار شاهد، از پلی‌اتیلن‌گلایکول به‌عنوان متصل شونده به تانن‌ها استفاده نشده بود، ظاهراً تانن‌ها موجب افزایش مقاومت بزها در شرایط تنش گرمایی شدند و به همین جهت غلظت کورتیزول در تیمارهای بدون پلی‌اتیلن‌گلایکول پایین‌تر بوده است. هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، لیو و همکاران (۲۰۱٦) نیز با تغذیه سطوح مختلف تانن شاه بلوط به بره‌های تحت تنش گرمایی نشان دادند که سطح کورتیزول، در خون بره‌های تغذیه شده با تانن پایین‌تر از تیمار بدون تانن بوده است که نشان می‌دهد که این حیوانات کمتر تحت تأثیر تنش گرمایی قرار گرفتند (۱۷).

دمای بالا (استرس گرمایی حاد) باعث افزایش غلظت کورتیزول خون می‌شود و میزان تولید حرارت متابولیک را کاهش می‌دهد (۳۵). افزایش سطح کورتیزول در بزها پس از استرس گرمایی شدید در مقایسه با حیواناتی که در شرایط استرس گرمایی مزمن زندگی می‌کنند، رخ می‌دهد (۱)، که در مطالعه حاضر با قرار دادن بزها تحت تنش گرمایی شدید اما کوتاه مدت، مشخص شد که تیمارهای حاوی منبع ترکیبات پلی‌فنولیک (فرآورده‌های فرعی پسته) که فاقد پلی‌اتیلن‌گلایکول بودند (تیمار ۱ و ۲) بهتر توانستند از اثرات تنش گرمایی بکاهند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی تحقیق نشان داد که میزان مصرف خوراک در شرایط تنش گرمایی کوتاه‌مدت در تیمار شاهد بالاتر از سایر تیمارها بود. همچنین مشخص شد که تعداد ضربان قلب و تنفس در تیمار حاوی پلی‌اتیلن‌گلایکول نسبت به سایر گروه‌ها بالاتر بود. به‌علاوه، تیمار حاوی پلی‌اتیلن‌گلایکول، حاوی سطوح کمتری از مونوسیت، ائوزینوفیل و فیبرینوژن و برعکس دارای سطوح بالاتری از هورمون کورتیزول در خون خود بودند. بنابراین، این مطالعه نشان داد که استفاده از پلی‌اتیلن‌گلایکول در شرایط تنش گرمایی کوتاه مدت در جیره‌های حاوی ۳۰ درصد فرآورده-های فرعی پسته، نه تنها موجب بهبود فاکتورهای حیاتی و رفاهی در بزها نشده است، بلکه سبب مهار اثرات مثبت آنتی‌اکسیدانی تانن‌ها (با اتصال به آن‌ها و مهار بروز عملکرد آن‌ها) شد، امّا استفاده از بنتونیت سدیم فعال در این جیره‌ها برای تغذیهٔ بزهای تحت تنش گرمایی می‌تواند بدون اعمال اثرات منفی بر مصرف خوراک، فاکتورهای حیاتی و رفاه حیوان، تا حدودی سبب افزایش غلظت مونوسیت و تقویت سیستم ایمنی در این حیوانات گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان از حمایت‌های مالی شرکت پایا فرآیند هزارهٔ نوین برای انجام این طرح تحقیقاتی کمال تقدیر و تشکر را دارند.

منابع

1. Al-Busaidi, R., Johnson, E.H. and Mahgoub, O. 2008. Seasonal variations of phagocytic response, immunoglobulin G (IgG) and plasma cortisol levels in Dhofari goats. Small Ruminant Research, 79(2-3): 118-123.
2. Al-Dawood, A. 2017. Towards heat stress management in small ruminants-a review. Annals of Animal Science, 17(1): 59.
3. Aleena, J., Sejian, V., Krishnan, G., Bagath, M., Pragna, P. and Bhatta, R. 2020. Heat stress impact on blood biochemical response and plasma aldosterone level in three different indigenous goat breeds. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, 8(4): 266-275.
4. Aydin, Ö. D., Merhan O. and Yildiz G. 2020. The effect of sodium bentonite on growth performance and some blood parameters in post-weaning Tuj breed lambs. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 67(3): 235-241.
5. Azadbakht, S., Khadem, A.A. and Norouzian, M.A. 2017. Bentonite supplementation can improve performance and fermentation parameters of chronic lead-exposed lambs. Environmental Science and Pollution, 24(6): 5426-5430.
6. Dangi, S.S., Gupta, M., Maurya, D., Yadav, V.P., Panda, R.P., Singh, G. and Sarkar, M. 2012. Expression profile of HSP genes during different seasons in goats (Capra hircus). Tropical Animal Health and Production, 44(8): 1905-1912.
7. Du Preez, J.H. 2000. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 67: 263-271.
8. Elbehri, A. 2015. Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

9. Forough Ameri N. and Shakeri P. 2008. Pistachio residues as feedstuff, challenges and opportunities for development. In Proc. 3nd National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture. IAU, Khorasgan, Isfahan, Iran.
10. Frutos, P., Hervás, G., Giráldez, F.J. and Mantecó, A.R. 2004. Review: Tannins and ruminant nutrition. Spanish Journal of Agricultural Research, 2: 191-202.
11. Ghandour, M.M.A., Fayed, A.M., Abdul-Aziz, G.M. and Hanafy, M.A. 2014. Effect of Using Polyethylene Glycol or Sodium Bentonite on Performance of Sheep Fed Acacia saligna. World Appllied Science Journal, 32(11): 2309-2316.
12. Goli, A.H., Barzegar, M. and Sahari, M.A. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. Food chemistry, 92(3): 521-525.
13. Gupta, M., Kumar, S., Dangi, S.S. and Jangir, B.L. 2013. Physiological, biochemical and molecular responses to thermal stress in goats. International Journal of Livestock Research, 3(2): 27-38.
14. Hamzaoui, S.A.A.K., Salama, A.A.K., 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.
15. Helal, A., Hashem, A.L.S., Abdel-Fattah, M.S. and El-Shaer, H.M. 2010. Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 7(1): 60-69.
16. Hosseinzadeh, H., Tabassi, S.A.S., Moghadam, N.M., Rashedinia, M. and Mehri, S. 2012. Antioxidant activity of Pistacia vera fruits, leaves and gum extracts. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 11(3): 879.
17. Liu, H., Li, K., Mingbin, L., Zhao, J. and Xiong, B. 2016. Effects of chestnut tannins on the meat quality, welfare, and antioxidant status of heat-stressed lambs. Meat Science, 116: 236-242.
18. Mlambo, V. and Mapiye, C. 2015. Towards household food and nutrition security in semi-arid areas: What role for condensed tannin-rich ruminant feedstuffs. Food Research International, 76: 953-961.
19. Mahgoub, O., Kadim, I.T., Tageldin, M.H., Al-Marzooqi, W.S., Khalaf, S.Q. and Ali, A.A. 2008. Clinical profile of sheep fed non-conventional feeds containing phenols and condensed tannins. Small Ruminant Research, 78(1-3): 115-122.
20. Makkar, H.P.S. 2000. Quantification of tannins in tree foliage. In a laboratory manual for the FAO/IAEA coordinated research project on use of nuclear and related technique to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniniferous tree foliage. Joint FAO/IAEA, FAO/IAEA of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Animal Production and Health Sub-program, FAO/IAEA Working Document IAEA, Vienna, Austria.
21. Mohamad, S.S. 2012. Effect of level of feeding and season on rectal temperature and blood metabolites in desert rams. Academic journal of Nutrition, 1: 14-18.
22. Mohammed, S.A., Razzaque, M.A., Omar, A.E., Albert, S. and Al-Gallaf, W.M. 2016. Biochemical and haematological profile of different breeds of goat maintained under intensive production system. African Journal of Biotechnology, 15(24): 1253-1257.
23. Morais, D.A. E.F., Maia, A.S.C., Silva, R.G.D., Vasconcelos, A.M.D., Lima, P.D.O. and Guilhermino, M. M. 2008. Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 538-545.
24. Ocak, S., Darcan, N., Cankaya, S. and Inal, T.C. 2009. Physiological and biochemical responses in German Fawn kids subjected to cooling treatments under Mediterranean climate conditions. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 33(6): 455-461.
25. Okoruwa, M.I. 2014. Effect of heat stress on thermoregulatory, live bodyweight and physiological responses of dwarf goats in southern Nigeria. European Scientific Journal, 10(27).
26. Provenza, F.D., Burritt, E.A., Clausen, T.P., Bryant, J.P., Reichardt, P.B. and Distel, R.A. 1990. Conditioned flavor aversion: Amechanism for goats to avoid condensed tannins in blackbrush. The American Naturalist, 136: 810–828.

27.Ribeiro, M.N., Ribeiro, N.L., Bozzi, R. and Costa, R.G. 2018. Physiological and biochemical blood variables of goats subjected to heat stress–a review. Journal of Applied Animal Research, 46(1): 1036-1041.
28.Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T. and Woznicki, S. A. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. Climate Risk Management, 16: 145-163.
29.Ronchi, B., Stradaioli, G., Supplizi, A.V., Bernabucci, U., Lacetera, N., Accorsi, P. A. and Seren, E. (2001). Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17β, LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. Livestock Production Science, 68(2-3): 231-241.
30.Özbek, H. N., Halahlih, F., Göğüş, F., Yanık, D K. and Azaizeh, H. 2020. Pistachio (*Pistacia vera* L.) Hull as a potential source of phenolic compounds: Evaluation of ethanol–water binary solvent extraction on antioxidant activity and phenolic content of pistachio hull extracts. Waste and Biomass Valorization, 11(5): 2101-2110.
31.Sahin, K. and Kucuk, O. 2003. Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. Nutrition Abstracts and Reviews Series B: Livestock Feeds and Feeding. 73: 41-50.
32.Sarteshnizi, R. A., Sahari, M. A., Gavlighi, H. A., Regenstein, J. M. and Nikoo, M. 2019. Antioxidant activity of Sind sardine hydrolysates with pistachio green hull (PGH) extracts. Food bioscience, 27: 37-45.
33.Sedighi-Vesagh, R., Naserian, A.A., Ghaffari, M.H. and Petit, H.V. 2014. Effects of pistachio by-products on digestibility, milk production, milk fatty acid profile and blood metabolites in Saanen dairy goats. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 99: 777-787.
34.Sejian, V., Srivastava, R.S. and Varshney, V.P. 2008. Pineal-adrenal relationship: modulating effects of glucocorticoids on pineal function to ameliorate thermal-stress in goats. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 21(7): 988-994.
35.Sejian, V. and Srivastava, R. S. 2010. Effects of melatonin on adrenal cortical functions of Indian goats under thermal stress. Veterinary medicine international, https://doi.org/10.4061/2010/348919.
36.Sejian, V., Naqvi, S.M.K., Ezeji, T., Lakritz, J. and Lal, R. (Eds.). 2012. Environmental stress and amelioration in livestock production. Springer Berlin Heidelberg.
37.Sejian, V., Indu, S. and Naqvi, S.M.K. 2013. Impact of short term exposure to different environmental temperature on the blood biochemical and endocrine responses of Malpura ewes under semi-arid tropical environment. Indian Journal of Animal Science, 83(11): 1155-1160.
38.Seied Moemen S.M. 2003. Study of the effects of different levels of Pistachio byproducts on the performance of Raini Goat. MS Thesis. Tehran Uni., Karaj, Iran.
39.Sharma, A. K. and Nalini, K. 2011. Effect of extreme hot climate on liver and serum enzymes in Marwari goats. Indian Journal of Animal Sciences, 81(3): 293-295.
40.Silanikove, N., Gilboa, N., Nir, I., Perevolotsky, A. and Nitsan, Z. 1996. Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Quercus calliprinos*, *Pistacia lentiscus*, and *Ceratonia siliqua*) by goats. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 44(1)L 199-205.
41. Silanikove, N. and Koluman, N. 2015. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. Small Ruminant Research. 123(1): 27-34.
42. Sirois M. 1995. Veterinary Clinical Laboratory Procedure. Mosby Year Book, Inc. St Louis, Missouri., USA.
43. Sivakumar, A. V. N., Singh, G. and Varshney, V. P. 2010. Antioxidants supplementation on acid base balance during heat stress in goats. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23(11): 1462-1468.
44. Smith, B. P. 2007.Large Animal Internal Medicine.5th ed. Elsevier Science Health Science Division.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 9(4), 2021
http://ejrr.gau.ac.ir

Effects of polyethylene glycol and activated sodium bentonite supplementation on vital signs, blood biochemical and hematological parameters of Saanen goats fed pistachio by-products under heat stress

***M. Kordi[1] and A.A. Naserian[2]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran
[2]Professor, Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
Received: 11/13/2021; Accepted: 12/27/2021

Abstract

Background and objectives: Recently, pistachio by-products (PBP) have been used to reduce production costs in ruminant nutrition. However, the tannins and phenolic compounds in PBP as anti-nutritional compounds limit the use of this agricultural by-product in ruminant diets. Therefore, nutritionists recommend the use of tannin-binding compounds such as polyethylene glycol (PEG) in diets with high levels of tannins. It has also been shown that sodium bentonite can be used as a tannin inactivator in the diet of ruminants. Therefore, this study was conducted to evaluate the effect of supplementation of polyethylene glycol or activated sodium bentonite (ASB) on feed intake, vital signs, biochemical and hematological parameters of Saanen goats fed pistachio by-products under heat stress.

Materials and methods: Fifteen Saanen male goats were assigned to three treatment groups in a completely randomized design. The experimental period lasted 30 days (25 days for the period before heat stress and 5 days for heat stress). Three experimental diets consisted of a diet containing 30% DM pistachio by-products with no additive (control); the control diet supplemented with PEG at 1% of DM (PEG group), and the control diet supplemented with activated sodium bentonite at 1% of DM (ASB group). To measure dry matter intake, the amount of feed residue was recorded daily. Goats were also weighed at the end of each week to examine weight changes. To measure ruminal pH, on the last day of the experiment and 2 hours after morning feed consumption, ruminal pH was recorded with a pH meter. Heart rate, respiration rate (per minute), and rectal temperature were measured during the last three days of the stress period to record vital signs. Also, on the last day of the experiment, two series of blood samples (5 ml) were collected from the jugular vein to determine biochemical and hematological parameters. Data were statistically analyzed using GLM procedure and SAS 9.1 software.

Results: The results showed that the amount of DMI in the control treatment was higher than in other groups ($P<0.05$). Rumen pH was not affected by treatments ($P\leq0.05$). In terms of vital signs, heart rate and respiration in PEG treatment were higher than in other treatments ($P<0.05$). No significant differences were observed between treatments in terms of blood biochemical parameters ($P\leq0.05$). However, according to hematological parameters, the concentration of monocytes, eosinophils, and fibrinogen in PEG treatment was lower than in other treatments ($P<0.05$). Besides, hormonal parameters showed that Cortisol concentration in PEG treatment was significantly higher than other groups ($P<0.05$).

Conclusion: In conclusion, the use of activated sodium bentonite in diets containing 30% PBP to feed goats under short-term heat stress can increase the monocyte concentration and strengthen the immune system in these animals without adversely affecting DMI, vital factors, and animal welfare.

Keywords: Heat stress, Pistachio skin, Saanen goat, Tannins.

*Corresponding author: kordi.3100@gmail.com