نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳، ص. ۲۳۸-۲۲۷

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 6, No. 3, Fall 2014, p. 227-238

تأثیر استفاده از پوسته پسته و پلی‌اتیلن‌گلیکول بر مصرف و هضم خوراک، فرآسنجه‌های خونی، تولید و پروفیل اسیدهای چرب شیر در بزهای شیرده سانن

عطیه رحیمی[۱]*- عباسعلی ناصریان[۲]- رضا ولی زاده[۲]- عبدالمنصور طهماسبی[۳]- علیرضا شهدادی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱٦
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۳۰

چکیده

هدف از انجام این آزمایش، بررسی اثر استفاده از پوسته پسته و مکمل پلی‌اتیلن‌گلیکول (PEG) بر مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی، تولید و ترکیبات شیر، فرآسنجه‌های چربی خون و پروفیل اسیدهای چرب شیر در بزهای سانن شیرده بود. بدین منظور از ۹ رأس بز سانن شیرده چند شکم زایش در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده ۳ × ۳ با سه تکرار استفاده شد. آزمایش در سه دوره ۲۱ روزه با ۱۴ روز عادت پذیری و ۷ روز نمونه‌گیری انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل : ۱) شاهد (بدون پوسته پسته) ۲) ۳۰ درصد پوسته پسته و ۳) ۳۰ درصد پوسته پسته + ۱ درصد PEG بر اساس ماده خشک جیره بود. نتایج نشان داد که خوراک مصرفی بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نداشت. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نداشت، اما قابلیت هضم ماده آلی و پروتئین خام با افزایش تانن در تیمار ۲ به طور معنی‌داری کاهش و در تیمار ۳ افزایش یافت (P<۰/۰۵). تولید و ترکیبات شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. غلظت تری‌گلیسرید در تیمارهای دارای پوسته پسته به طور معنی داری بالاتر بود (P<۰/۰۵)، اما سایر متابولیت‌های چربی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. استفاده از پوسته پسته سبب افزایش واکسنیک اسید، رومنیک اسید و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع با یک باند دوگانه (MUFA) و کاهش اسیدهای چرب اشباع (SFA) در شیر شد.

کلید واژه‌ها: تانن، پروفیل اسیدهای چرب شیر، عملکرد، بزهای سانن شیرده.

مقدمه

سازمان‌های بین‌المللی از جمله FAO، همکاری بین کشاورزان بومی و دانشمندان را به منظور استفاده از استراتژی‌های مفید برای پرورش دام‌ها تشویق می‌کنند. به خصوص استفاده از محصولات فرعی کشاورزی که به آسانی قابل دسترس بوده، هزینه آن کمتر و در عین حال به پرورش بهتر دام‌ها کمک کند (۱۹). تحقیقات نشان داده است که در کشور ما ایران سالانه حدود ۴۰۰ هزارتن پوسته پسته تولید می‌شود (۲، ۴ و ۵) و در حال حاضر مصرف خاصی برای این محصولات فرعی وجود ندارد و حجم انبوه در فصل برداشت و رطوبت بالای این محصولات باعث آلودگی محیط زیست و باغ‌های پسته می‌شود (۲، ۳ و ۶). با این وجود، این منابع خوراکی دارای بعضی ترکیبات ثانویه مثل تانن‌ها هستند که وجود غلظت‌های بالای آن در جیره حیوان می‌تواند اثرات منفی را ایجا کرده و یا شاید وضعیت سلامت حیوان و کیفیت محصولات تولیدی را تحت تأثیر قرار دهد. نشان داده شده است که گیاهان و عصاره‌های گیاهی حاوی روغن‌های ضروری (Essential oils)، تانن، ساپونین، فلاونوئیدها و سایر متابولیت‌های ثانویه گیاهی در حد متوسط می‌توانند متابولیسم شکمبه را بهبود بخشند. اثرات تانن بر جمعیت میکروبی شکمبه اخیرا با جزئیات مورد مطالعه و بحث قرار گرفته است (۳۸ و ۳۹). مطالعات نشان می‌دهد که وجود تانن در جیره گوسفندان، جمعیت *B.fibrosolvens* را افزایش، اما *C.proteoclasticum* را کاهش داده است (۲۳، ۳۲، ۳۶ و ۳۸). این فعالیت انتخابی تانن برای باکتری‌های شکمبه می‌تواند به لحاظ تغذیه‌ای از طریق تغییر فرآیند بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای و افزایش میزان اسید لینولئیک کونژوگه (CLA) در محصولات نشخوارکنندگان مفید باشد (۲۴ و ۳۹). در شکمبه بعد از هیدرولیز اسیدهای چرب توسط آنزیم‌های باکتریایی، اسیدهای چرب غیر اشباع

۱- دانشجوی دکتری تغذیه نشخوارکنندگان دانشگاه فردوسی مشهد،
۲- استاد گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد،
۳- دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد،
۴- دانشجوی دکتری اصلاح و ژنتیک دام دانشگاه فردوسی مشهد.
(*-نویسنده مسئول: Email: atiehrahimi.um@gmail.com)

توسط میکروارگانیسم‌ها اشباع می‌شوند. وقتی مقدار عرضه اسیدهای چرب غیر اشباع به شکمبه زیاد باشد یا فرآیند بیوهیدروژناسیون کامل نباشد، CLA تولید و به بخش‌های پایین دستگاه گوارش منتقل و در روده جذب و از طریق پستان وارد شیر می شود (۱۶). مطالعات نشان دادند که چرای بزها روی مراتع غنی از تانن و برخی از گیاهان نواحی مدیترانه نسبت به بزهای تغذیه شده با ری‌گراس به تنهایی، باعث افزایش مقدار CLA و واکسنیک اسید در چربی شیر شده است و دلیل آن را به اثرات تانن بر کاهش بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب در شکمبه نسبت داده اند (۱۴). ثابت شده است که این اسیدهای چرب سیستم ایمنی بدن را تقویت کرده و خاصیت ضد سرطان دارند (۳۹). از طرفی مطالعات نشان داده اند که پلی اتیلن گلیکول (PEG) عاملی است که قادر است با تانن‌ها باند شده و اثرات مضر استفاده از سطوح بالای تانن در جیره را بر عملکرد و سلامت حیوان از بین ببرد (۳۵). استفاده از PEG در جیره حاوی تانن سبب افزایش فراهمی مواد مغذی و کاهش ممانعت شوندگی میکروبی در شرایط تخمیر شکمبه شده و عملکرد حیوان را هنگام استفاده از تانن بهبود می دهد (۳۳). بنابراین با توجه به مطالعات انجام شده به نظر می آید که تانن پوسته پسته بتواند بر افزایش CLA در چربی شیر کمک کند و استفاده از PEG به عنوان بایندر در حضور تانن در جیره، به دلیل خنثی سازی تانن و کاهش اثرات تانن بر بیوهیدروژناسیون احتمالا سبب کاهش مقدار CLA در چربی شیر شود. لذا با افزودن PEG در جیره حاوی تانن می‌توان در مورد اثرات تانن بر بیوهیدروژناسیون و تغییر پروفیل اسیدهای چرب شیر به سمت افزایش کیفیت شیر، قضاوت کرد. لذا هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات تانن پوسته پسته (به عنوان یک فرآورده فرعی در ایران) در حضور و عدم حضور PEG در جیره بر قابلیت هضم و مصرف خوراک، فرآسنجه های خونی، تولید و ترکیبات شیر و پروفیل اسیدهای چرب شیر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۹ رأس بز شیرده سانن چند شکم زایش با میانگین وزنی ۱/۷۵ ± ۴۵ و میانگین تولید ۰/۳ ± ۱/۴ کیلوگرم به صورت تصادفی در یک طرح مربع لاتین ۳×۳ قرار گرفته و درون قفس‌های متابولیکی به صورت انفرادی نگهداری شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) ۳۰ درصد یونجه، ۱۵درصد کاه و ۵۵ درصد کنسانتره، ۲) ۳۰ درصد پوسته پسته، ۱۵ درصد کاه و ۵۵ درصد کنسانتره و ۳) تیمار ۲ که در سطح ۱ درصد ماده خشک جیره با پلی-اتیلن‌گلیکول (PEG6000) مکمل شد. تخم پنبه به عنوان منبع چربی، در تمام تیمارها ۱۰ درصد کنسانتره را تشکیل می‌داد. اجزاء و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در جدول (۱) نشان داده شده است. آزمایش در۳ دوره ۲۱ روزه انجام شد. هر دوره آزمایشی شامل ۱۴ روز عادت پذیری و ۷ روز دوره نمونه‌گیری و رکوردبرداری بود. ترکیب مواد مغذی پوسته پسته مورد استفاده در این آزمایش بر اساس روش های استاندارد اندازه گیری شد (۱۱). جداسازی چربی از پوسته پسته برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب بر اساس روش سرد (با حلال هگزان) انجام شد (۲۱). بدین منظور نمونه پوسته پسته آسیاب شده با هگزان مخلوط و بعد از گذشت ۱۶ تا ۲۴ ساعت، بخش بالایی حاوی چربی حل شده در حلال، به آرامی تخلیه و به منظور حذف ذرات زائد موجود در چربی حل شده به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. سپس هگزان با کمک اِوَپراتور تحت فشار خلاء و دمای ۳۵ درجه سانتیگراد تبخیر و روغن خالص استخراج گردید. اسیدهای چرب روغن پوسته پسته با استفاده از دستگاه (Perkin-Elmer Chromatograph, modle YongLIN 6100, UK) با دتکتور FID و ستون (۶۰m ×۰/۲۵mm ×۰/۲mμ به ترتیب طول× قطر× ضخامت) آنالیز شدند (۲۲). همچنین مقدار کل ترکیبات فنولی، ترکیبات فنولی ساده و تانن پوسته پسته و جیره‌های آزمایشی توسط روش فولین شیکالتو[1] و بر اساس روش ماکار و همکاران (۲۹) اندازه-گیری شدند. در دوره نمونه‌گیری خوراک، پس مانده، مدفوع و ادرار تولیدی توزین و از هر کدام نمونه‌ای جهت اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جمع آوری شد (۲۶). تولید شیر روزانه در هر دو وعده دوشش ثبت و به نسبت تولید، نمونه شیر جهت اندازه‌گیری ترکیبات شیر گرفته شد (۲۶). بخشی از نمونه به منظور آنالیز پروفیل اسیدهای چرب شیر استفاده شد. جداسازی چربی از شیر برای اندازه-گیری اسیدهای چرب بر اساس روش سرد (با حلال های متانول و کلروفرم و با استفاده از قیف دکانتور) انجام شد (۲۱) و غلظت اسیدهای چرب شیر با استفاده از دستگاه (Perkin-Elmer Chromatograph, modle YongLIN 6100, UK) با دتکتور FID و ستون (۶۰m ×۰/۲۵mm ×۰/۲mμ به ترتیب طول× قطر× ضخامت) آنالیز شد (۲۲). همچنین خونگیری از سیاهرگ وداجی انجام شده و متابولیت‌های چربی خون نظیر تری‌گلیسرید، کلسترول، لیپوپروتئین با دانسیته بالا (HDL)، لیپوپروتئین با دانسیته پایین (LDL) و لیپوپروتئین با دانسیته خیلی پایین (VLDL) اندازه‌گیری گردید (۱۰). داده‌های حاصل از آزمایش (قابلیت هضم، مصرف خوراک، تولید و ترکیبات شیر) در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده ۳×۳ با ۳ تکرار با استفاده از رویه (Mixed) برنامه آماری SAS ویرایش۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. داده‌های مربوط به فرآسنجه‌های خون با همین رویه و به صورت تکرار در زمان (Repeated measure) آنالیز آماری شدند. میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSMEAN) برآورد شدند و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی در سطح ۵ درصد خطا و از برنامه pdmix800 برای گروه‌بندی کردن تیمارها با حروف استفاده شد.

1 Folin and Ciocalteu

جدول ۱- اجزاء خوراک و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

اجزاء جیره (درصد کل جیره)	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳[1]
یونجه	۳۰	–	–
کاه	۱۵	۱۵	۱۵
پوسته پسته	–	۳۰	۳۰
تخم پنبه	۱۰	۱۰	۱۰
ذرت	۲۶/۵	۲۴	۲۴
کنجاله کلزا	۱۳/۵	۱۷	۱۷
سبوس	۳	۲	۲
مکمل ویتامینی و مواد معدنی	۱/۲	۱/۲	۱/۲
آهک	۰/۵	۰/۵	۰/۵
نمک	۰/۳	۰/۳	۰/۳
	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب مواد مغذی جیره (درصد ماده خشک جیره)			
ماده خشک	۹۴/۲	۹۴/۱	۹۴/۱
ماده آلی	۹۴/۷	۹۳/۸	۹۳/۸
پروتئین خام	۱۵/۳	۱۴/۷	۱۴/۷
عصاره اتری	۵/۹	۶/۹	۶/۹
NE_L	۱/۷۳	۱/۷۵	۱/۷۵
ADF	۳۹/۳	۳۷/۸	۳۷/۸
NDF	۲۱/۸	۱۹/۷	۱۹/۷
کربوهیدرات‌های غیر فیبری (NFC)[2]	۳۵/۲	۳۴/۴	۳۴/۴
کلسیم	۰/۹	۰/۸	۰/۸
فسفر	۰/۶	۰/۵	۰/۵
کل ترکیبات فنولی	۰/۸۱	۳/۳۱	۳/۳۱
ترکیبات فنولی ساده	۰/۳۷	۱/۵۰	۱/۵۰
تانن	۰/۴۴	۱/۸۱	۱/۸۱

[1] به میزان ۱ درصد ماده خشک جیره پلی اتیلن گلیکول (PEG6000) به جیره اضافه گردید.

[2] NFC =۱۰۰ – (Ash + CP + EE+ الیاف نامحلول در شوینده خنثی)

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی، تانن و پروفیل اسیدهای چرب پوسته پسته

همانطوری که در جدول ۲ مشاهده می شود، نتایج آنالیز شیمیایی پوسته پسته مورد استفاده در این آزمایش نشان داد که پوسته پسته مصرفی دارای ۱۱/۴۲ درصد پروتئین خام، ۶/۴۵ درصد چربی خام، ۱۲/۷۰ درصد خاکستر، ۲۰/۵۸ درصد ADF و ۳۳/۲۶ درصد NDF می‌باشد که با نتایج سایر مطالعات (۱ و ۴) تفاوت چندانی نداشت. مقادیر کل ترکیبات فنولی، فنول‌های ساده و تانن پوسته پسته در آزمایش حاضر به ترتیب ۹/۹۵، ۳/۲۷ و ۶/۶۸ درصد بودند که با نتایج بهلولی (۱) و وهمنی (۷) همخوانی داشت. بر اساس مطالعات بهلولی قائن (۱) روی واریته‌های مختلف پوسته پسته، پوسته نرم خارجی پسته بخش اصلی این فرآورده را تشکیل می‌دهد، رقم اوحدی حاوی ۹، ۱۴، ۸/۷، ۲۵/۵ و ۲۰/۴ درصد به ترتیب خاکستر، پروتئین خام، عصاره اتری، NDF و ADF بود. همچنین مقادیر ۸/۶ و ۴/۱ درصد را برای ترکیبات فنولی و تانن رقم اوحدی گزارش کرد. نتایج وهمنی (۷) نشان می‌دهد که میانگین کل ترکیبات فنولی و تانن پوسته پسته به ترتیب ۷/۷۵ و ۴/۸ درصد ماده خشک بود. محققین دانشگاه کالیفرنیا در بررسی‌های خود در سال ۱۹۸۰ روی ترکیبات شیمیایی پوسته پسته به تنهایی و بدون شاخ و برگ، گزارش کردند که این محصولات دارای ۶/۴ درصد مواد فنولیک و ۵/۱ درصد تانن می‌باشند. تفاوت در نسبت اجزاء تشکیل دهنده پوسته پسته، نوع آن، روش اندازه‌گیری تانن و همچنین آماده سازی نمونه می‌تواند در اختلاف نتایج تحقیقات مختلف در مورد ترکیبات فنولی و تانن پوسته پسته نقش داشته باشد.

جدول ۲- درصد مواد مغذی و ترکیبات فنولی پوسته پسته[۱]

ترکیب شیمیایی	انحراف معیار ± میانگین
ماده خشک	۳۵/۲۵ ±۰/۵۶
خاکستر	۱۲/۷۰ ±۰/۶۱
چربی خام	۶/۴۵ ±۰/۴۱
پروتئین خام	۱۱/۴۲ ±۰/۲۸
ADF	۲۰/۵۸ ±۰/۸۳
NDF	۳۳/۲۶ ±۰/۹۶
NFC[۲]	۳۶/۱۷ ±۰/۳۶
کل ترکیبات فنولی	۹/۹۵ ±۰/۱۱
ترکیبات فنولی ساده	۳/۲۷ ±۰/۱۰
تانن	۶/۶۸ ±۰/۱۶

[۱]پوسته پسته از کارخانه پوست‌گیری پسته واقع در منطقه حسن آباد شهرستان بردسکن تهیه شد.

[۲]NFC =۱۰۰ – (Ash + CP + EE+ NDF)

همچنین آنالیز پروفیل اسیدهای چرب پوسته پسته مصرفی در این آزمایش نشان داد که حاوی مقادیر زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع به خصوص اسید اولئیک ۴۷/۸۰۱ درصد، لینولئیک ۲۶/۹۳۸ درصد و لینولنیک ۴/۷۲۳ درصد و همچنین MUFA ۵۰/۸۶ درصد، اسیدهای چرب غیر اشباع با چند باند دوگانه (PUFA) ۳۱/۶۶ درصد و اسیدهای چرب بلند زنجیر (LCFA) ۹۸/۶۲ درصد می‌باشد (جدول ۳). میزان روغن و اسیدهای چرب موجود در پوسته پسته بستگی به وجود مقدار مغز پسته‌ای دارد که احتمالا در طی فرآوری پسته ممکن است با ضایعات پوسته پسته مخلوط شود (۱). مطالعات نشان دادند که در شکمبه بعد از هیدرولیز اسیدهای چرب توسط آنزیم‌های باکتریایی، اسیدهای چرب غیر اشباع توسط میکروارگانیسم‌ها اشباع می‌شوند. وقتی مقدار عرضه اسیدهای چرب غیر اشباع به شکمبه زیاد باشد یا فرآیند بیوهیدروژناسیون کامل نباشد، CLA تولید و به بخش-های پایین دستگاه گوارش منتقل و در روده جذب و از طریق پستان وارد شیر می شود (۱۶). از این رو اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای چرب پوسته پسته و تأثیر آن بر پروفیل اسیدهای چرب شیر لازم به نظر می رسد.

مصرف خوراک و قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی خوراک مصرفی با افزایش پوسته پس‌ته و PEG نسبت به شاهد تغییر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ADF و NDF بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نشان نداد، اما قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام با افزایش تانن در تیمار ۲ نسبت به شاهد و تیمار ۳ کاهش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). افزودن PEG سبب بهبود قابلیت هضم ماده آلی و پروتئین خام شد که نشان‌دهنده تأثیر PEG بر خنثی سازی اثرات مضر تانن موجود در جیره بر قابلیت هضم مواد مغذی می‌باشد.این نتایج با نتایج سایر محققین موافق می‌باشد (۱۳ و ۱۹). قابلیت هضم چربی در تیمارهای حاوی پوسته پسته و پوسته پسته به همراه پلی‌اتیلن‌گلیکول نسبت به شاهد بیشتر بود (P<۰/۰۵).

موافق با مطالعه حاضر باچمین و همکاران (۱۲) در آزمایش بر روی گاوهای شیری گزارش کردند که استفاده از تانن متراکم گیاه کوبراچو تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک، ADF و NDF نداشت. تئودرریدو و همکاران (۳۷) با جایگزینی اسپرس (حاوی ۷گرم در کیلوگرم تانن) به جای یونجه تفاوتی در قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام در گوسفند مشاهده نکردند. همچنین موافق با مطالعه حاضر تانن‌ها تجزیه پروتئین جیره را در شکمبه گوسفند کاهش دادند (۱۷ و ۱۸). مطالعات نشان داده‌اند که با حضور تانن‌ها در جیره، قابلیت هضم پروتئین به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۱۲، ۳۰ و ۴۰). افزایش قابلیت هضم مواد مغذی در تیمار دارای PEG در مطالعه حاضر می‌تواند به این دلیل باشد که تانن‌ها در حضور PEG باعث افزایش فراهمی مواد مغذی و کاهش ممانعت شوندگی میکروبی در شرایط تخمیر شکمبه می‌شوند. بنابراین سبب افزایش عملکرد حیوان خواهند شد. البته ماهیت و غلظت تانن در واکنش بین تانن و PEG کاملا مؤثر می‌باشد. مادیبلا و همکاران (۲۷) نشان دادند که افزودن PEG قابلیت هضم ماده خشک گیاه اقاقیا در شرایط آزمایشگاهی را افزایش داد. اسکرانبرگ و همکاران (۳۴) تأثیر تانن های متراکم اسپرس را در حضور PEG بر قابلیت هضم در گوسفند مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که PEG باعث غیر فعال شدن تانن متراکم شد به گونه‌ای که ناپدید شدن شکمبه‌ای نیتروژن در حضور تانن فعال در مقایسه با تانن وPEG کمتر بود و همچنین قابلیت هضم روده‌ای نیز در حضور PEG افزایش یافت.

جدول ۳- ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن پوسته پسته

نوع اسیدهای چرب	ترکیب اسیدهای چرب (گرم در ۱۰۰ گرم چربی)
لوریک (C12:0)	۰/۰۲۹
مریستیک (C14:0)	۱/۴۷۴
پالمتیک (C16:0)	۱۲/۳۳۷
پالمیتولئیک (C16:1)	۰/۹۴۲
مارگاریک (C17:0)	۰/۱۷۵
هپتادکانوئیک (C17:1)	۰/۰۸۶
استئاریک (C18:0)	۲/۲۱۷
اولئیک (C18:1, cis-9)	۴۷/۸۰۱
لینولئیک (C18:2, cis-9,12)	۲۶/۹۳۸
لینولنیک (C18:3, cis-9,12,15)	۴/۷۲۳
آراشیدیک (C20:0)	۰/۱۴۹
ایکوزانوئیک (C20:1)	۰/۶۳۱
بهنیک (C22:0)	۰/۶۰۷
اروسیک (C22:1n9)	۱/۳۴۴
لیگنوسریک (C24:0)	۰/۶۰۶
نرونیک (C24:1)	۰/۰۶۵
مجموع اسیدهای چرب[1]	
SFA	۱۷/۵۹۴
MUFA	۵۰/۸۶۹
PUFA	۳۱/۶۶۱
MCFA	۱/۵۰۳
LCFA	۹۸/۶۲۱

[1]SFA: Saturated Fatty Acids؛ اسیدهای چرب اشباع
MUFA: Monounsaturated Fatty Acids؛ اسیدهای چرب دارای یک باند دوگانه
PUFA: Polyunsaturated Fatty Acids؛ اسیدهای چرب دارای چند باند دوگانه
MCFA: Medium-Chain Fatty Acids؛ اسیدهای چرب متوسط زنجیر
LCFA: Long-Chain Fatty Acids.؛ اسیدهای چرب بلند زنجیر

جدول ٤- تأثیر استفاده از پوسته پسته و پلی اتیلن گلیکول بر درصد قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در بزهای شیرده سانن

مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی	جیره‌های آزمایشی			SEM	*P-value*
	یونجه	۳۰٪ پوسته پسته	۳۰٪ پوسته پسته + PEG		
ماده خشک مصرفی (گرم در روز)	۲۳۳۵/۱۶	۲۲۹۵/۶۷	۲۳۳۳/۱۶	۱۱/۳۶۳	۰/۱۷۲
ماده خشک مصرفی به ازای وزن بدن[1]	۵۱/۸۹	۵۱/۰۱	۵۱/۸۴	۰/۲۵۲	۰/۱۷۴
ماده خشک مصرفی به ازای وزن متابولیکی[2]	۱۳۴/۴۰	۱۳۲/۱۲	۱۳۴/۲۸	۰/۶۵۳	۰/۱۷۱
قابلیت هضم مواد مغذی (درصد)					
ماده خشک (DM)	۶۹/۲۰	۶۹/۱۳	۶۹/۲۲	۰/۱۶۳	۰/۹۶۶
ماده آلی (OM)	۷۰/۶۴ ^{a}	۶۹/۶۰ ^{b}	۷۰/۳۱ ^{ab}	۰/۱۶۵	۰/۰۲۹
پروتئین خام (CP)	۷۰/۷۲ ^{a}	۶۶/۹۷ ^{b}	۶۸/۹۹ ^{ab}	۰/۵۰۷	۰/۰۱۳
چربی (EE)	۸۳/۹۱ ^{b}	۸۴/۹۵ ^{ab}	۸۵/۹۸ ^{a}	۰/۳۶۰	۰/۰۳۸
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	۳۹/۵۲	۳۸/۶۲	۳۹/۷۶	۰/۲۹۹	۰/۲۴۶
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	۵۵/۶۱	۵۵/۱۲	۵۵/۹۱	۰/۱۷۰	۰/۱۷۷

میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P<0/05$).

[1] مقدار ماده خشک مصرفی تقسیم بر وزن بدن

[2] مقدار ماده خشک مصرفی تقسیم بر وزن متابولیکی ($^{0/75}$وزن بدن)

دکاندیا و همکاران (۱۴) نتیجه گرفتند که افزودن روزانه ۵۰ گرم PEG به جیره‌های حاوی *Picacia lentiscus* باعث افزایش مصرف خوراک و قابلیت هضم پروتئین شد.

تولید و ترکیبات شیر

میزان تولید شیر روزانه اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان نداد (P<۰/۰۵). اما بیشترین میزان تولید شیر مربوط به تیمار ۳ (دارای PEG) بود. تیمار ۲ (فاقد PEG) نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۳ کمترین تولید شیر را نشان داد. چنین روندی برای تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴٪ چربی (FCM%4) و تولید شیر تصحیح شده برای انرژی (ECM) نیز مشاهده شد. مقادیر راندمان شیردهی و راندمان تولید شیر (FCM%4) نیز اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، اما این مقادیر در تیمار ۳ به لحاظ عددی بیشتر از تیمارهای دیگر بود (جدول ۵). نتایج مطالعه حاضر با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (۱۳، ۴۱ و ۴۲). در بسیاری از موارد بهبود عملکرد تولیدی دام، مثل تولید شیر با استفاده از خوراکهای حاوی تانن، به بهبود و افزایش بازدهی سنتز میکروبی نسبت داده شده است (۱۵). زیرا سطوح متوسط تانن در جیره سبب بهبود بازدهی سنتز پروتئین میکروبی می‌گردد (۲۸). آرتز و همکاران (۹) گزارش کردند که علوفه‌های حاوی غلظت‌های متوسط تانن (۴۰ –۲۰ g/kgDM) ممکن است بر متابولیسم پروتئین اثرات سودمندی داشته باشند. در حالی که غلظت‌های بالا (۱۲۰ – ۶۰ g/kgDM) بر مصرف اختیاری خوراک، راندمان هضم و تولیدات حیوانات اثرات مضری دارد. بنابراین نوع و غلظت تانن موجود در جیره می‌تواند مصرف اختیاری خوراک و عملکرد حیوان را تحت تأثیر قرار دهد. دکاندیا و همکاران (۱۴) تولید و ترکیبات شیر بزهای ساردای تغذیه شده با *Pistacia lentiscus* (۲۲۰ g/kgDM تانن متراکم) را در اواخر شیردهی بررسی کردند. این محققان گزارش کردند که بزهای تغذیه شده با ۵۰ گرم در روز PEG قابلیت هضم پروتئین بیشتر و نهایتا تولید شیر بیشتری نسبت به بزهایی داشتند که PEG را دریافت نکردند، در توافق با مطالعه این محققین، استفاده از PEG در مطالعه حاضر روند افزایشی را در تولید شیر و قابلیت هضم پروتئین نشان می دهد. اما اخیرا گرینگر و همکاران (۲۰) گزارش کردند که تولید شیر هنگامی که گاوهای شیری روزانه ۱۶۳ تا ۳۲۶ گرم تانن متراکم از گیاه *Acacia mearnsii* تغذیه کردند، کاهش یافت. در برخی مطالعات نیز عدم تأثیر معنی دار بر تولید و ترکیبات شیر و راندمان شیردهی با استفاده از پوسته پسته (منبع تانن) در جیره گاوهای شیری هلشتاین گزارش شده است (۱، ۶ و ۷). درصد چربی شیر و مقدار چربی تولیدی بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نداشت، اما درصد پروتئین شیر در تیمار ۲ نسبت به شاهد کاهش معنی داری داشت، ولی بین تیمار ۲ و ۳ اختلاف معنی داری مشاهده نشد. به طور کلی مقادیر کمتر درصد پروتئین شیر نسبت به شاهد در تیمارهای ۲ و ۳ احتمالا با کاهش قابلیت هضم پروتئین در این تیمارها نسبت به شاهد می تواند در ارتباط باشد. افزودن PEG در تیمار ۳ تغییر معنی داری در درصد پروتئین شیر نسبت به شاهد و تیمار ۲ ایجاد نکرد. درصد سایر مواد مغذی شیر (لاکتوز، مواد جامد بدون چربی و خاکستر) اختلافی بین تیمارهای آزمایشی نداشتند. تأثیر خوراک‌های حاوی تانن بر ترکیبات پروتئین و چربی شیر متغیر است و کاملا وابسته به غلظت تانن موجود در جیره می‌باشد. در توافق با مطالعه حاضر جیره حاوی ۸ تا ۱۶ درصد پوسته بادام زمینی (۱۸۰ g/kgDM تانن) منجر به افزایش مصرف ماده خشک، تولید شیر و میزان چربی شیر در گاوهای شیری شد، اما مقدار پروتئین شیر را کاهش داد (P<۰/۰۵) (۴۲). گزارش شده است که استفاده از خوراک‌های با غلظت پایین یا متوسط تانن متراکم، تجزیه پروتئین در شکمبه را کاهش و جریان پروتئین به شیردان و جذب اسیدهای آمینه ضروری از روده باریک را افزایش می‌دهد که البته دلیلی بر بهبود کیفیت شیر می‌باشد (۴۱).

گرینگر و همکاران (۲۰) گزارش کردند، هنگامی که گاوهای شیری روزانه ۱۶۳ تا ۳۲۶ گرم تانن متراکم از گیاه *Acacia mearnsii* تغذیه کردند، درصد چربی و پروتئین شیر کاهش یافت. در مطالعه دیگری، هنگامی که میش‌های شیری ساردا روی مزارع ری-گراس یکساله و *Sulla* (۴۰ g/kgDM– ۲۰ تانن متراکم) چرا کردند، هیچ اختلافی در تولید و ترکیبات شیر آنها در اوایل بهار مشاهده نشد، اما در اواسط بهار تولید شیر میش تغذیه شده با *Sulla* نسبت به ری-گراس به طور معنی‌داری افزایش یافت (۳۱). دکاندیا و همکاران (۱۴) با تغذیه *Pistacia lentiscus* (۲۲۰ g/kgDM تانن متراکم) به بزهای ساردا در اواخر شیردهی گزارش کردند که بزهای تغذیه شده با ۵۰ گرم در روز PEG قابلیت هضم پروتئین بیشتر و نهایتا تولید شیر بیشتری نسبت به بزهایی داشتند که PEG را دریافت نکردند. اما هیچ اختلافی در درصد چربی و پروتئین شیر بین دو گروه مشاهده نشد. بنابراین استفاده از محصولات فرعی حاوی تانن برای گوسفند و بز دارای اثرات سودمندی بر تولید شیر می‌باشد. استفاده از جیره‌های با تانن متراکم پایین یا متوسط اثرات مثبتی بر تولید شیر و پروتئین شیر دارد به این دلیل که قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه ضروری را افزایش می‌دهد. از طرفی هنگام استفاده از PEG به عنوان ماده ضد تانن، به دلیل خنثی سازی اثرات تانن، قابلیت هضم پروتئین و کربوهیدراتها افزایش یافته و لذا سبب بهبود تولید و عملکرد دام هایی می شود که از جیره های حاوی تانن تغذیه می کنند.

جدول ۵- تأثیر استفاده از پوسته پسته و پلی اتیلن گلیکول بر میزان تولید و ترکیبات شیر در بزهای شیرده سانن

تولید و ترکیب شیر	جیره‌های آزمایشی				
	۳۰٪ یونجه	۳۰٪ پوسته پسته	۳۰٪ پوسته پسته + PEG	SEM	*P-value*
تولید شیر (کیلوگرم در روز)	۱/۴۵۳	۱/۴۳۸	۱/۵۴۶	۰/۰۸۸	۰/۳۰۲
FCM%4[1]	۱/۲۸۸	۱/۲۸۱	۱/۳۵۵	۰/۰۷۵	۰/۴۸۷
ECM [2]	۱/۴۳۸	۱/۳۵۶	۱/۴۵۱	۰/۰۸۳	۰/۲۹۵
راندمان شیردهی[3]	۰/۶۲۲	۰/۶۲۸	۰/۶۵۹	۰/۰۳۷	۰/۳۹۵
راندمان تولید شیر (FCM%4)[4]	۰/۵۵۱	۰/۵۵۹	۰/۵۷۸	۰/۰۳۱	۰/۶۰۹
ترکیب شیر (٪)					
چربی	۳/۲۵	۳/۲۹	۳/۲۵	۰/۰۶۲	۰/۹۶۲
پروتئین	۳/۰۸ [a]	۲/۸۸ [b]	۲/۹۱ [ab]	۰/۰۴۱	۰/۰۴۹
لاکتوز	۴/۲۵	۴/۳۳	۴/۳۴	۰/۰۴۶	۰/۷۳۸
مواد جامد بدون چربی (SNF)	۸/۴۶	۸/۲۴	۸/۱۰	۰/۰۹۲	۰/۲۶۸
ترکیب شیر (گرم در روز)					
چربی	۴۷	۴۷	۴۷	۰/۰۱۵	۰/۷۰۹
پروتئین	۴۴	۴۱	۴۴	۰/۰۰۲	۰/۱۰۳
لاکتوز	۶۲	۶۲	۶۲	۰/۰۰۳	۰/۵۵۵
مواد جامد بدون چربی	۱۲۲	۱۱۸	۱۲۳	۰/۰۰۷	۰/۶۳۹

میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<۰/۰۵).

[1] FCM%4 = (۰/۴ × تولید شیر (kg/d)) + (۱۵/۰ × چربی شیر (kg/d))

[2] ECM = (۹/۴۳۶ × چربی شیر (kg/d)) + (۲۲/۰۱۸ × پروتئین شیر (kg/d))

[3] راندمان شیردهی = تولید شیر روزانه (kg/d)/ ماده خشک مصرفی (kg/d)

[4] راندمان تولید شیر (FCM%4) = تولید شیر (FCM%4) (kg/d)/ ماده خشک مصرفی (kg/d)

متابولیت‌های چربی خون

غلظت‌های تری‌گلیسرید، کلسترول، HDL، LDL و VLDL در تیمارهای دارای پوسته پسته نسبت به شاهد بیشتر بود که این افزایش فقط درمورد تری‌گلیسرید معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۶). اطلاعات مربوط به اثرات تانن در جیره‌های حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع بر متابولیت‌های چربی خون (کلسترول، HDL، LDL و VLDL) بسیار محدود می‌باشد. نیشیدا و همکاران (۱۳) گزارش کردند که غلظت تری‌گلیسرید، کلسترول، HDL و LDL در جیره حاوی تانن (ضایعات برگ چای) و تانن + PEG نسبت به شاهد (یونجه) افزایش یافت، که موافق با مطالعه حاضر می‌باشد. وستا و همکاران (۳۸) با بررسی اثرات تانن بر ترکیب اسیدهای چرب خون گزارش کردند که استفاده از جیره‌های حاوی تانن به طور معنی‌دار، تجمع SFA را در خون کاهش و غلظت PUFA های خون را افزایش داد (P<۰/۰۵). مطالعات نشان داده‌اند که انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیر (LCFA)، MUFA و PUFA به درون بافت‌های بدن (ماهیچه یا غدد پستانی) به تقسیم‌بندی اسیدهای چرب جذب شده بین شیلومیکرون‌ها، HDL، LDL و به خصوص VLDL و ورود آنها به درون تری‌گلیسریدها وابسته است و افزایش این اسیدهای چرب سبب افزایش غلظت ناقلین چربی و تری گلیسرید در خون می‌شود (۹). با توجه به این که در مطالعه حاضر غلظت تری-گلیسرید، کلسترول، HDL، LDL و VLDL در خون اندازه‌گیری شده است، به نظر می‌آید که افزودن پوسته پسته به عنوان منبع تانن (حاوی ۶/۶۸٪ تانن) در جیره سبب افزایش غلظت متابولیت‌های چربی در خون شده است که می‌تواند دلیلی بر تأثیر تانن بر متابولیسم چربی و افزایش غلظت LCFA، MUFA و PUFA در خون باشد. در مطالعات کورنبرگ و همکاران (۲۵) احتمال حفاظت اسید لینولنیک از بیوهیدروژناسیون شکمبه در گوساله‌های نر تغذیه شده با Quebracho Treated Flaxseed، بررسی شد. آنها ناپدیدی اسید لینولنیک در خون را در روز ۱۵ آزمایش اندازه‌گیری کردند و نتیجه گرفتند که تانن‌ها تأثیری بر غلظت اسید لینولنیک خون نداشتند. اما هنگام اندازه‌گیری این اسید چرب در خون بعد از ۶۰ روز از شروع آزمایش، غلظت آن در خون افزایش یافت. این محققین گزارش کردند که مدت زمان اجرای آزمایش می‌تواند در حضور اسیدهای چرب غیر اشباع با یک یا چند باند دوگانه و متابولیت‌های چربی در خون مؤثر باشد. بر اساس مطالعات کورنبرگ و همکاران (۲۵) برای بررسی متابولیسم چربی در خون در حضور تانن در جیره، می‌بایست غلظت

هر دوی اسیدهای چرب و انتقال دهنده‌های چربی در خون اندازه-گیری شود، اما متأسفانه در این آزمایش امکان اندازه‌گیری اسیدهای چرب موجود در خون وجود نداشت. با توجه به افزایش MUFA و PUFA، کاهش SFA و همچنین کاهش SCFA و MCFA و افزایش LCFA در پروفیل اسیدهای چرب شیر بزهای تغذیه شده با پوسته پسته (جدول ۷) می‌توان چنین تفسیر کرد که احتمالا استفاده از پوسته پسته (۱۸/۱ g/kgDM تانن) بر متابولیسم چربی و افزایش غلظت LCFA، MUFA و PUFA در خون نیز مؤثر بوده است. بنابراین بر اساس پروفیل اسیدهای چرب پوسته پسته و شیر اینطور نتیجه گیری می شود که استفاده از پوسته پسته در جیره به دلیل افزایش سطح چربی جیره سبب افزایش متابولیتهای چربی در خون می شود و از طرفی بر اساس نتایج مطالعات انجام شده، تانن می تواند بر بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب در شکمبه و متابولیسم چربی در خون تأثیر گذار باشد.

پروفیل اسیدهای چرب شیر

بر اساس نتایج موجود در جدول ۷ غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع با افزایش تانن به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵) که واکسینیک اسید به عنوان حد واسط بیوهیدروژناسیون و رومنیک اسید به عنوان CLA از مهمترین این اسیدهای چرب هستند. مقدار اسیدهای چرب MUFA، PUFA و LCFA در چربی شیر بزهای تغذیه شده با پوسته پسته نسبت به بزهای تغذیه شده با جیره شاهد به طور معنی داری بیشتر و مقدار اسیدهای چرب متوسط زنجیر (MCFA) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA) نسبت به شاهد به طور معنی دار کمتر بود (P<۰/۰۵). این نتایج نشان می دهد که ترکیب اسیدهای چرب پوسته پسته مورد استفاده در تیمارهای ۲ و ۳ بر ترکیب اسیدهای پرب شیر در این تیمارها تأثیر داشته است. افزایش مقدار CLA (C18:2, cis-9,trans-11)، واکسینیک اسید (C18:1, trans-11) و اسیدهای چرب غیر اشباع MUFA و از طرفی کاهش اسیدهای چرب اشباع (SFA) در چربی شیر بزهای تغذیه شده با پوسته پسته در تیمارهای ۲ و ۳ نسبت به شاهد احتمالا می تواند به دلیل کاهش فرآیند بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب در شکمبه در اثر وجود تانن در پوسته پسته باشد. همانطوری که در جدول ۷ مشاهده می شود، استفاده از PEG در تیمار ۳ به دلیل خنثی سازی اثرات تانن بر بیوهیدروژناسیون بر ترکیب اسیدهای چرب شیر تأثیر گذار بوده است. نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع در تیمار دارای PEG نسبت به تیمار ۲ سطح پایین تر و نسبت اسیدهای چرب اشباع نسبت به تیمار ۲ سطح بالاتری را نشان می دهد. مقدار CLA، واکسینیک اسید و اسیدهای چرب غیر اشباع MUFA با استفاده از PEG در تیمار ۳ نسبت به تیمار ۲ به طور معنی داری کاهش و مقدار SFA با استفاده از PEG در تیمار ۳ نسبت به تیمار ۲ به طور معنی داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). با توجه به اثرات PEG بر ترکیب اسیدهای چرب مشخص می‌شود که تانن می‌تواند بر فرآیند بیوهیدروژناسیون اثر ممانعت کنندگی داشته باشد. البته اگر سطح PEG مورد استفاده در این آزمایش به ۲ درصد ماده خشک جیره می رسید شاید اثرات PEG بر تانن پوسته پسته در تیمار ۳ نسبت به تیمار ۲ قابل ملاحظه می بود. مقدار PUFA در هر دو تیمار دارای پوسته پسته نسبت به شاهد به طور معنی دار بیشتر بود (P<۰/۰۵)، اما تأثیر PEG در تیمار ۳ نسبت به تیمار ۲ بر مقدار PUFA در شیر معنی دار نبود (P>۰/۰۵)، با این حال، افزودن PEG در تیمار ۳ سبب کاهش عددی در مقدار PUFA نسبت به تیمار ۲ شد. به طور کلی تانن پوسته پسته مقدار MUFA و PUFA را تغییر داده است.

جدول ٦- تأثیر استفاده از پوسته پسته و پلی اتیلن گلیکول بر متابولیت‌های چربی خون در بزهای شیرده سانن

متابولیت‌های چربی خون	جیره‌های آزمایشی				P-value		
	۳۰٪ یونجه	۳۰٪ پوسته پسته	۳۰٪ پوسته پسته + PEG	SEM	treat	time	Treat*time
تری‌گلیسرید (mg/dl)	۱/۸۸ b	۲/۴۴ ab	۳/۵۵ a	۰/۲۲۴	۰/۰۲۷	۰/۰۱۲	۰/۶۳۸
کلسترول (mol/l)	۲/۸۳	۲/۹۹	۳/۰۸	۰/۱۰۳	۰/۷۲۳	۰/۰۰۰۲	۰/۵۲۶
HDL[۱] (mol/l)	۱/۵۳	۱/۶۲	۱/۶۷	۰/۰۵۶	۰/۷۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۵۲۵
LDL[۲] (mol/l)	۱/۲۴	۱/۳۱	۱/۲۵	۰/۰۴۵	۰/۶۲۴	۰/۰۰۰۲	۰/۵۲۹
VLDL[۳] (mol/l)	۰/۰۳۵	۰/۰۳۸	۰/۰۳۹	۰/۰۰۱	۰/۷۱۳	۰/۰۰۰۱	۰/۴۸۳

میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<۰/۰۵).

[۱] لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (High Density Lipoprotein)

[۲] لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (Low Density Lipoprotein)

[۳] لیپوپروتئین‌های با چگالی خیلی پایین (Very-Low Density Lipoprotein)

احتمالا تأثیر PEG در خنثی کردن تانن و متابولیتهای تولید شده در رابطه با MUFA نسبت به PUFA متفاوت می باشد که ممکن است منشأ آن از شکمبه نباشد، بلکه از جای دیگری مثل بافت پستانی باشد. درصد اسید استئاریک (C18:0) بر خلاف انتظار با افزایش تانن در جیره ۲ و ۳ به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵) که به نوعی احتمال کاهش بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای را زیر سؤال می‌برد. آدیس و همکاران (۸) گزارش کردند که اسید استئاریک در شیر حیوانات تغذیه شده با Sulla در مقایسه با ری-گراس افزایش یافت. این محققین گزارش کردند که اسید استئاریک سوبسترای مورد علاقه برای آنزیم دلتا-۹-دسچوراز در غدد پستانی می‌باشد. اطلاعات بسیار محدودی در مورد اثرات تانن روی فرآیند بیوهیدروژناسیون و تولید CLA در شیر و گوشت وجود دارد. نشان داده شده است که تانن‌های متراکم از رشد بسیاری از باکتری‌های شکمبه از جمله باکتری‌های مؤثر در بیوهیدروژناسیون جلوگیری می-کنند (۳۲). اصولا تانن‌ها ممکن است از طریق تنظیم بیان ژن آنزیم دلتا-۹-دسچوراز در بافت و تنظیم جذب اسیدهای چرب از شکمبه منجر به تغییراتی در ترکیب اسیدهای چرب در بافت یا شیر شوند (۳۸). بررسی‌های انجام شده با استفاده از بزها نشان داد که استفاده از علوفه‌های حاوی تانن، باعث افزایش مقدار CLA و واکسینیک اسید در چربی شیر شد (۱۴) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. باچمین و همکاران (۱۲) گزارش کردند که با افزودن تانن متراکم *quebracho* (۱۵۰ g/d) به جیره پروفیل اسیدهای چرب شیر گاوهای شیری تغییر معنی‌داری نکرد، اما مقدار اسیدهای چرب MUFA و PUFA در جیره‌های حاوی تانن نسبت به شاهد روند افزایشی داشت. با توجه به نتایج بدست آمده و بررسی‌های انجام شده چنین برداشت می‌شود که غلظت اسیدهای چرب شیر می‌تواند با استراتژی‌های تغذیه‌ای که بر پیش سازهای چربی شیر در شکمبه و قابلیت دسترسی آنها در خون مؤثرند، مرتبط باشد. نتایج حاصل از آنالیز اسیدهای چرب پوسته پسته مصرفی در این آزمایش و غلظت ناقلین چربی در خون نشان می‌دهد که بین اسیدهای چرب پوسته پسته، متابولیت‌های چربی در خون و پروفیل اسیدهای چرب شیر ارتباط مستقیمی وجود دارد. غلظت رومنیک اسید، واکسینیک اسید و MUFA در شیر به نوعی نمایانگر تغییرات متابولیسمی روی چربی در شکمبه یا تغییرات آنها در خون می‌باشد. لذا چنین نتیجه گیری می‌شود که استفاده از تانن می‌تواند استراتژی مفیدی برای افزایش واکسینیک اسید و رومنیک اسید و کاهش SFA در محصولات نشخوارکنندگان باشد. اما غلظت تانن در جیره باید به گونه‌ای انتخاب شود که اثرات منفی بر قابلیت هضم و عملکرد حیوان نداشته باشد.

جدول ۷- تأثیر استفاده از پوسته پسته و پلی اتیلن گلیکول بر ترکیب اسیدهای چرب شیر در بزهای شیرده سانن

اسیدهای چرب شیر (٪)[1]	جیره‌های آزمایشی				
	یونجه	۳۰٪ پوسته پسته	۳۰٪ پوسته پسته + PEG	SEM	*P-value*
استئاریک (C18:0)	۹/۹۰۱ [b]	۱۲/۴۵۴ [a]	۱۱/۵۶۶ [a]	۰/۳۸۱	۰/۰۰۳
الایدیک (C18:1, trans-9)	۴/۰۴۰ [c]	۹/۹۵۰ [a]	۷/۲۳۲ [b]	۰/۸۵۴	<۰/۰۰۰۱
واکسینیک (C18:1, trans-11)	۳/۸۲۵ [c]	۵/۵۱۱ [a]	۴/۲۱۴ [b]	۰/۲۵۵	۰/۰۰۰۳
اولئیک (C18:1, cis-9)	۲۱/۶۲۰ [b]	۲۶/۸۳۷ [a]	۲۱/۹۶۵ [b]	۰/۸۶۹	۰/۰۰۳۱
لینولئادیک (C18:2, trans-9,12)	۲/۱۸۷ [b]	۲/۸۸۲ [a]	۲/۷۸۸ [a]	۰/۱۱۰	۰/۰۰۱۴
لینولئیک (C18:2, cis-9,12)	۲/۲۱۶ [b]	۲/۶۴ [a]	۲/۹۴۴ [a]	۰/۱۰۸	۰/۰۰۰۸
رومنیک (C18:2, cis-9,trans-11)	۱/۲۸۶ [c]	۲/۱۵۶ [a]	۱/۸۱۷ [b]	۰/۱۲۶	<۰/۰۰۰۱
α لینولنیک (C18:3, cis-9,12,15)	۰/۵۱۹ [b]	۰/۵۵۸ [b]	۰/۶۵۱ [a]	۰/۰۲۲	۰/۰۳۹
SFA	۶۷/۰۵۶ [a]	۵۴/۶۴۲ [c]	۶۳/۰۷۷ [b]	۱/۸۴۰	<۰/۰۰۰۱
MUFA	۲۸/۰۱۸ [c]	۴۰/۶۶۶ [a]	۳۱/۵۲۷ [b]	۱/۸۸۸	<۰/۰۰۰۱
PUFA	۴/۹۲۲ [b]	۶/۰۸۰ [a]	۶/۳۸۳ [a]	۰/۲۲۳	<۰/۰۰۰۱
SCFA	۵/۴۰۸ [b]	۳/۲۹۵ [a]	۳/۹۶۷ [a]	۰/۳۱۲	<۰/۰۰۰۱
MCFA	۲۶/۷۰۶ [a]	۱۴/۹۹۶ [c]	۲۱/۹۸۱ [b]	۱/۷۰۲	<۰/۰۰۰۱
LCFA	۶۷/۸۸۲ [c]	۸۱/۶۹۷ [a]	۷۴/۰۳۹ [b]	۲/۰۱۳	<۰/۰۰۰۱

میانگین های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<۰/۰۵).

[1]SFA: Saturated Fatty Acids (اسیدهای چرب اشباع), MUFA: Monounsaturated Fatty Acids (اسیدهای چرب دارای یک باند دوگانه), PUFA: Polyunsaturated Fatty Acids (اسیدهای چرب دارای چند باند دوگانه), SCFA: Short-Chain Fatty Acids (اسیدهای چرب کوتاه زنجیر), MCFA: Medium-Chain Fatty Acids (اسیدهای چرب متوسط زنجیر), LCFA: Long-Chain Fatty Acids (اسیدهای چرب بلند زنجیر).

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از پوسته پسته به عنوان یک فرآورده فرعی حاوی ترکیبات فنولیک و تانن در جیره بزها در سطح ۳۰ درصد تأثیر منفی قابل ملاحظه‌ای بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشت و استفاده از PEG سبب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی در حضور تانن در جیره شد. افزایش انتقال دهنده های چربی در خون بزهای تغذیه شده با پوسته پسته به نوعی نشان دهنده تأثیر پوسته پسته بر متابولیسم چربی در خون می باشد. استفاده از پوسته پسته در جیره بزهای سانن در حضور و عدم حضور PEG تولید و ترکیبات شیر را تحت تأثیر قرار نداد. اما وجود تانن در جیره سبب افزایش مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع در شیر بزها شد. به دلیل اثرات خنثی سازی تانن توسط PEG در جیره حاوی تانن، پروفیل اسیدهای چرب شیر در بزهای تغذیه شده با تانن و PEG تحت تأثیر قرار گرفت. تغییر پروفیل اسیدهای چرب شیر با استفاده از تانن در جیره و اثرات PEG بر آن، نشان داد که استفاده از تانن می‌تواند استراتژی مفیدی برای افزایش واکسینیک اسید، CLA، MUFA و کاهش SFA در محصولات نشخوارکنندگان باشد. اما غلظت تانن در جیره باید به گونه‌ای انتخاب شود که اثرات منفی بر قابلیت هضم و عملکرد حیوان نداشته باشد.

منابع

۱- بهلولی، ع. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر استفاده از پوسته پسته در جیره گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل شیردهی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۵۹.

۲- رحیمی، ع.، ع. ع. ناصریان، ر. ولی زاده، ع. م. طهماسبی، و ع. ر. شهدادی. ۱۳۹۲. تأثیر جایگزینی یونجه خشک با سطوح مختلف پوسته پسته بر مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی، فرآسنجه های تخمیری شکمبه، متابولیت‌های خون و توازن نیتروژن در گوسفندان نر بلوچی. نشریه پژوهش های علوم دامی ایران. ۵: ۲۰۰-۱۹۰.

۳- سلطانی، ن. ۱۳۷۵. تجزیه و شناسایی اسانس پوسته میوه پسته (*Pistachio Vera*) به روش G.M.S. ، پایان نامه دکترای داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران. ص ۶۳.

۴- سید مومن، س. م. ۱۳۸۲. مطالعه اثرات سطوح مختلف بقایای پوست گیری پسته و تانن موجود در آن بر رشد بدن و تولید کرک بز کرکی رائینی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه آزاد اسلامی کرج. ص ۷۵.

۵- شاکری، پ.، ح. فضائلی، ن. فروغ عامری. ۱۳۸۳. استفاده از بقایای حاصل از پوست گیری پسته در جیره پرواری بره های نر کرمانی. اولین کنگره علوم دامی و آبزیان کشور. دانشگاه تهران. ص۲۴۳.

۶- فروغ‌عامری، ن. ۱۳۷۶. تعیین ارزش غذایی و قابلیت هضم پوسته نرم رویی پسته بصورت خشک و سیلو شده. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۱۱۰.

۷- وهمنی، پ. ۱۳۸۴. ترکیب شیمیایی، تجزیه پذیری و ناپدید شدن شکمبه ای – روده ای پوسته پسته و استفاده از آن در جیره گاوهای شیرده هلشتاین در اواسط شیردهی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۶۵.

8- Addis, M., A. Cabiddu, G. Pinna, M. Decandia, G. Piredda, A. Pirisi, and G. Molle. 2005. Milk and cheese fatty acid composition in sheep fedMediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9, trans-11. J. Dairy Sci. 88: 3443–3454.

9- Aerts, R.J., T. N. Barry, and W. C. McNabb. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. Agric Ecosyst Environ 75:1–12.

10- Arieli, A., S. Abramson, S. J. Mabjeesh, S. Zamwel, and I. Bruckental. 2001. Effect of site and source of energy supplementation on milk yield in dairy cows. J. Dairy Sci. 84: 462-470.

11- Association of Official Analytical Chemists. 2002. Official methods of analysis. 15^{t} AOAC Inc., Arlington, VA.

12- Beauchemin, K. A., S. M. McGinn, T. F. Martinez, and T. A. McAllister. 2007. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science,* 85**:** 1990-1996.

13- Bhatta, R., U. Krishnamurty, and F. Mohammed. 2000. Effect of feeding tamarind (Tamarindus indica) seed husk as a source of tannin on dry matter intake, digestibility of nutrients and production performance of cross-bred dairy cows in mid lactation. Anim Feed Sci Technol 83:67–74.

14- Decandia, M., M. Sitzia, A. Cabiddu, D. Kababya, and G. Molle. 2010. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. *Small Ruminant Research,* 38**:** 157-164.

15- Devillard, E., F. M. McIntosh, C. J. Newbold, and R. J. Wallace. 2006. Rumen ciliate protozoa contain high concentrations of conjugated linoleic acid and vaccenic acid, yet do not hydrogenate linoleic acid or desaturate stearic acid. Br. J. Nutr. 96:697–704.
16- Dhiman, T. R., L. D. Satter, M. W. Pariza, M. P. Gali, K. Albright, and M. X. Tolosa. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. J. Dairy Sci. 83: 1016-1027.
17- Driedger, A., E. E. Hatfield. 1972. Influence of tannins on the nutritive value of soybean meal for ruminants. Journal of animal Science, 34:465-468.
18- Egan, A.R., M. J. Ulyatt. 1980. Quantitative digestion of fresh herbage by sheep. VI. Utilization of nitrogen in five herbages. Journal of Agricultural Science, 94:47-56.
19- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations.2004. Website: http://www.faostat.fao.org.
20- Grainger, C., T. Clarke, M. J. Auldist, K. A. Beauchemin, S. M. McGinn, G. C. Waghorn. 2009. Potential use of Acacia mearnsii condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. Can J AnimSci 89:241–251.
21- Institate of Standards and Industrial Research of Iran, Islamic republic of Iran, ISIRI Number, 8819.
22- Institate of Standards and Industrial Research of Iran, Islamic republic of Iran, ISIRI Number, 12736.
23- Jones W. T., and J. L. Mangan. 1977. Complexes of the condensed tannins of sainfoin (Onobrychis viciifolia Scop.) with fraction I leaf protein and with submaxillary-mucoprotein, and their reversal by polyethylene glycol and pH. Journal of the Science of Food and Agriculture, 28:126-136.
24- Khiaosa-Ard, R., S. F. Bryner, M. R. L. Scheeder, H. R. Wettstein, F. Leiber, M. Kreuzer, and C. R. Soliva. 2009. Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal α-linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins. J. Dairy Sci. 92:177– 188.
25- Kronberg, S.L., E. J. Scholljegerdes, G. Barcelo-Coblijn, and E. J. Murphy. 2007. Flaxseed treatments to reduce biohydrogenation of alpha-linolenic acid by rumen microbes in cattle. Lipids 42:1105–1111.
26- MacDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, and C. A. Morgan. 1995. Animal Nutrition 5th Ed. Longman Scientific & Technical, Harlow, UK.
27- Madibela, O. R., O. Seitshiro, and M. E. Mochankana. 2006. Deactivation effects of polyethylene glycol (PEG) on in vitro dry matter digestibility of Colophospermum mopane (Mophane) and acacia browse trees in Botswana. *Pakistan Journal of Nutrition,* 5**:** 343-347.
28- Makkar, H. P. S., and K. Becker. 1995. Degradation of condensed tannins by rumen microbes exposed to quebracho tannins (QT) in rumen simulation technique (RISITEC) and effects of QT on fermentative processes in the RUSITEC. J. Sci. Food Agric. 69:495–500.
29- Makkar, H. P. S., and B. Singh. 1993. Effect of storage and urea addition on detannification and in Sacco dry matter digestibility of mature oak (Quercus incana) leaves. Anim. Feed Sci. Technol. 41: 247–259.
30- Makkar, H. P. S., G. Francis, K. Becker. 2007. Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. Animal. 1:1371-1391.
31- Molle, G., M. Decandia, N. Fois, S. Ligios, A.Cabiddu, M. Sitzia. 2003. The performance of Mediterranean dairy sheep given access to sulla (Hedysarum coronarium L.) and annual ryegrass (Lolium rigidum Gaudin) pastures in different time proportions. Small Rum. Res. 49, 319–328.
32- Patra. A. K and J. Saxena. 2009. Dietary phytochemicals as rumenmodifiers: a reviewof the effects onmicrobial populations. Anton van Leeuwen 96:363–375.
33- Priolo, A., M. Bella, M. Lanza, V. Galofaro, L. Biondi, D. Barbagallo, H. Ben Salem, P. Pennisi. 2005. Carcass and meat quality of lambs fed fresh sulla (Hedysarum coronarium L.) with or without polyethylene glycol or concentrate. Small Ruminant Research, 59:281-288.
34- Scharenberg, A., Y. Arrigo, A. Gutzwiller, U. Wyss, H. D. Hess, M. Kreuzer, and F. Dohme. 2007. Effect of feeding dehydrated and ensiled tanniferous sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on nitrogen and mineral digestion and metabolism of lambs. *Archives of Animal Nutrition,* 61**:** 390-405.
35- Silanikove, N., A. Gilboa, I. Nir, A. Perevolotsky, Z. Nitsan. 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, 44:199-205.
36- Sivakumaran, S., A. L. Molan, L. P. Meagher, B. Kolb, Y. FooL, G. A. Lane. 2004.Variation in antimicrobial action of proanthocyanidins from Dorycnium rectum against rumen bacteria. Phytochemistry 65:2485–2497.
37- Theodoridou, K., J. Aufrère, D. Andueza, J. Pourrat, A. Le Morvan, E. Stringano, I. Mueller-Harvey, and R. Baumont. 2010. Effects of condensed tannins in fresh sainfoin (Onobrychis viciifolia) on in vivo and in situ digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology,* 160**,** 23-38.
38- Vasta, V., M. Mele, A. Serra, M. Scerra, G. Luciano, M. Lanza. 2009. Metabolic fate of fatty acids involved in ruminal biohydrogenation in sheep fed concentrate or herbage with or without tannins. JAnimSci 87:2674–2684.

39- Vasta, V., D. R. Yanez-Ruiz,M. Mele, A. Serra, G. Luciano, M. Lanza. 2010. Bacterial and protozoal communities and fatty acid profile in the rumen of sheep fed a diet containing added tannins. Appl Environ Microbiol 76:2549–2555.
40- Waghorn, G.C., M. J. Ulyatt, A. John, M. T. Fischer. 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on Lotus corniculatus L. Brit. J. Nut. 57, 115–126.
41- Wang, Y., G. B. Douglas, G. C. Waghorn, T. N. Barry, and A. G. Foote, A. G. 1996a. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon lactation performance in ewes. *The Journal of Agricultural Science,* 126**:** 353-362.
42- West, J.W., G. M. Hill, and P. R. Utley. 1993. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. JDairySci 76:590–599.