

محصول فرعی پسته به عنوان یک خوراک علوفه‌ای در تغذیه نشخوارکنندگان – یک مقاله مروری

(بخش دوم: نیتروژن آمونیاکی، پروتئین میکروبی، تخمیر و بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای، متان و متابولیت‌های خون)

- **پیروز شاکری** (نویسنده مسئول)
بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
- **مرتضی حسینی غفاری**
دانشجوی فوق دکتری علوم دامی، دانشکده کشاورزی، غذا و علوم تغذیه، دانشگاه آلبرتا، کانادا.
- **حسن فضائلی**
استاد پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۵

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۴۱۶۴۱۹

Email: pirouz_shakeri@yahoo.co.uk

چکیده

این مقاله با هدف گردآوری و جمع‌بندی نتایج مطالعات انجام شده در رابطه با تاثیر مصرف محصول فرعی پسته در جیره بر تخمیرات شکمبه‌ای، سنتز پروتئین میکروبی، کنترل متان و جنبه‌های مختلف فیزیولوژیک نشخوارکنندگان تهیه شده است. نتایج نشان می‌دهند که در بیش‌تر آزمایشات، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه با استفاده از محصول فرعی پسته در جیره کاهش یافته است، هرچند با جیره‌های حاوی محصول فرعی پسته سنتز پروتئین میکروبی نسبت به گروه‌های شاهد کمتر بوده است. با افزایش نسبت محصول فرعی پسته در جیره‌های آزمایشی، غلظت کل اسیدهای چرب فرار کاهش یافته است که در برخی از آزمایشات با کاهش جمعیت کل باکتری‌های شکمبه نیز همراه بوده است. نتایج برخی از مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از محصول فرعی پسته می‌تواند راهکاری مفید برای افزایش CLA در شیر بزهای سانن باشد. همچنین استفاده از این محصول در کاهش تولید متان موثر بوده است. به‌طور کلی، استفاده از سطوح مختلف محصول فرعی پسته در جیره دام‌های مختلف نشان داده است که تاثیر نامطلوبی بر متابولیت‌های خونی، فراسنجه‌های هماتولوژی، فعالیت کلیه‌ها و کبد نداشته است.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 113 pp: 99-110

Pistachio by-product as a forage source for ruminant nutrition: A review (Part B: Ammonia, microbial protein synthesis, fermentation, and biohydrogenation in the rumen, methane, and blood metabolites)

By: Pirouz shakeri^{1*}, Morteza Hosseini-Ghaffari² and Hassan Fazaeli³

1- Animal Science Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran

2- Post Doc. Position, Department of Agriculture, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Canada

3- Animal Science Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

* Corresponding Author: Pirouz_shakeri@yahoo.co.uk Mobile: 09133416419

Received: November 2015

Accepted: April 2016

This review aimed to collect and summarize all available current evidence of the effects of pistachio by-product (PBP) on rumen fermentation and biohydrogenation, microbial protein synthesis, methane emission, physiological parameters and blood metabolites in ruminants. The results showed that the concentration of NH₃-N and efficiency of microbial nitrogen synthesis in the rumen decreased in PBP supplemented diets, although the PBP diets had lower microbial protein synthesis compared to the control groups. By increasing PBP supplementation the concentrations of total volatile fatty acids and the total population of the rumen bacteria in the rumen were reduced in some experiments. Some studies suggest that the use of PBP can be a useful strategy for increasing the CLA content of milk fat in Saanen dairy goats. This by-product is effective in reducing methane emissions from livestock. In general, PBP can be used in ruminant diets at inclusion levels up to 300 g/kg, or more without interfering with performance, ruminal fermentation, blood metabolites, hematological parameters, and kidney and liver function.

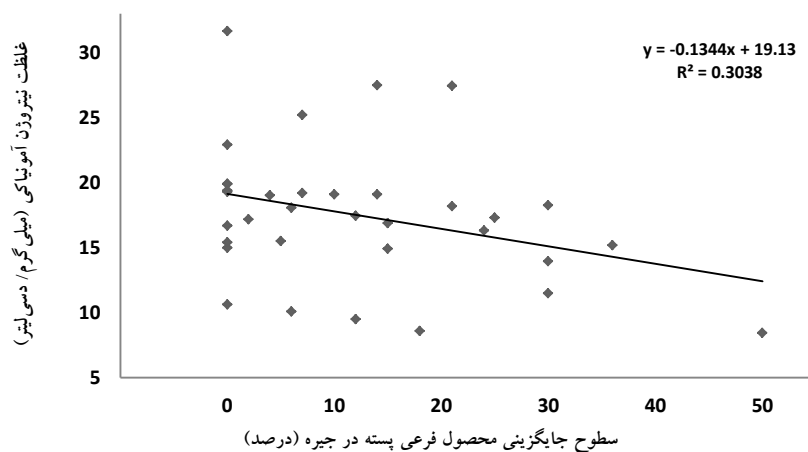
Key words: Pistachio by-product, ruminal fermentation, methane, blood metabolites

جیره‌های حاوی محصول فرعی پسته این تأثیر را خنثی می‌کند (Mokhtarpour و همکاران، ۲۰۱۲a؛ Ghaffari و همکاران، ۲۰۱۴b). برخی از آزمایشات نیز نتایج متناقضی را گزارش کرده‌اند. برای مثال استفاده از سطوح مختلف (تا ۲۱ درصد) از سیلاژ محصول فرعی پسته در جیره گوسفند کرمانی بر غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه بی‌تأثیر بود (Hajalizadeh و همکاران، ۲۰۱۴)، و حتی استفاده از ۱۰ درصد محصول فرعی پسته خشک در جیره گاوهای شیری غلظت نیتروژن آمونیاکی را نسبت به گروه شاهد افزایش داد (Bohluli و همکاران، ۲۰۰۹).

علت این اختلافات می‌تواند تفاوت گونه حیوانات آزمایشی، اجزای تشکیل دهنده جیره و همچنین ساختار پروتئین‌های به کار رفته در جیره‌های آزمایشی مختلف باشد. تأثیر سطوح مختلف محصول فرعی پسته به صورت خشک و سیلو شده بر غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در حیوانات مختلف مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

تأثیر محصول فرعی پسته بر غلظت نیتروژن آمونیاکی و سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه

ترکیبات نیتروژنی خوراک به وسیله پروتئازهای میکروبی در شکمبه تجزیه می‌شوند و آمونیاک تولید می‌گردد (Beever و Mould، ۲۰۰۰). در حضور تانن‌ها اتصالات هیدروژنی آب‌گریز بین گروه‌های فنلی تانن با پروتئین‌ها ایجاد شده و تجزیه پروتئین‌ها در شکمبه کاهش می‌یابد (McNabb و همکاران، ۱۹۹۶). غلظت نیتروژن آمونیاکی در اثر تخمیر محصول فرعی پسته در شرایط تولید گاز به صورت خشک و سیلو شده به ترتیب ۱۲۱/۹ و ۱۴۷/۰ میلی‌گرم به ازای هر گرم از پروتئین خام نمونه بود که در مقایسه با قصیل جو و یک کنسانتره تجاری (به ترتیب ۲۷۳/۳ و ۱۶۳/۹) کمتر ($P < 0.01$) بود (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۵a). علاوه بر این، نتایج کلی آزمایشات نشان می‌دهد که استفاده از محصول فرعی پسته به عنوان بخشی از جیره نشخوارکنندگان در کاهش ($R^2 = 0.30$) غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه موثر بوده است (نمودار ۱). همچنین نشان داده شده است که افزودن پلی اتیلن گلیکول به



نمودار ۱- تغییرات غلظت نیتروژن آمونیاکی با سطوح جایگزینی محصول فرعی پسته در جیره (درصد)

جدول ۱- تاثیر سطوح مختلف محصول فرعی پسته به صورت خشک و سیلو شده (درصد ماده خشک جیره) بر غلظت نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم / دسی لیتر) مایع شکمبه در حیوانات مختلف

منبع	نوع حیوان	SEM	گروه‌های آزمایشی				سطوح مصرف و نیتروژن آمونیاکی
Vahmani و همکاران (۲۰۰۶)	گاو شیری هلشتاین	۱/۴۳	۶	۴	۲	صفر	سطوح مصرف (خشک)
			۱۸/۰۶	۱۹/۰۳	۱۷/۱۸	۱۹/۹۲	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Bohluli و همکاران (۲۰۰۹)	گاو شیری هلشتاین	۰/۲۸	۱۵	۱۰	۵	صفر	سطوح مصرف (خشک)
			۱۶/۹۰ ^b	۱۹/۱۰ ^a	۱۵/۵۰ ^b	۱۶/۷۰ ^b	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Mokhtarpour و همکاران (۲۰۱۲a)	گاو شیری هلشتاین	۱/۷۹	۳۰+PEG [‡]	۳۰+Urea [†]	۳۰	صفر	سطوح مصرف (سیلاژ)
			۱۵/۴۰ ^a	۱۶/۸۰ ^a	۱۱/۵۰ ^b	۱۵/۰۰ ^{ab}	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Shakeri و همکاران (۲۰۱۴a)	گوساله پرواری هلشتاین ^۱	۰/۷۹	۱۸	۱۲	۶	صفر	سطوح مصرف (سیلاژ)
			۷/۳۳ ^b	۷/۹۲ ^b	۱۱/۷۲ ^a	۱۰/۵۵ ^a	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Shakeri و همکاران (۲۰۱۴a)	گوساله پرواری هلشتاین ^۲	۰/۴۳	۱۸	۱۲	۶	صفر	سطوح مصرف (سیلاژ)
			۸/۶۰ ^b	۹/۵۰ ^{ab}	۱۰/۰۸ ^{ab}	۱۰/۶۳ ^a	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Ghaffari و همکاران (۲۰۱۴a)	گوسفند بلوچی	۰/۷۸	۳۶	۲۴	۱۲	صفر	سطوح مصرف (خشک)
			۱۵/۱۸ ^b	۱۶/۳۱ ^b	۱۷/۴۶ ^{ab}	۱۹/۴۱ ^a	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Ghasemi و همکاران (۲۰۱۲b)	گوسفند بلوچی	۰/۱۸۲		۵۰	۲۵	صفر	سطوح مصرف (خشک)
				۸/۴۳ ^b	۱۷/۳۰ ^a	۱۹/۳۰ ^a	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Rahimi و همکاران (۲۰۱۳)	گوسفند بلوچی	۰/۱۶۰		۳۰	۱۵	صفر	سطوح مصرف (خشک)
				۱۳/۹۶ ^c	۱۴/۹۱ ^b	۱۵/۴۲ ^a	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Hajalzaeh و همکاران (۲۰۱۴)	گوسفند کرمانی	۳۱/۶۵	۲۱	۱۴	۷	صفر	سطوح مصرف (سیلاژ)
			۲۷/۴۵	۲۷/۵۱	۲۵/۲۰	۳۱/۶۵	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Ghaffari و همکاران (۲۰۱۴b)	بز شیرده سانن	۰/۶۶۸		۳۰+PEG [‡]	۳۰	صفر	سطوح مصرف (خشک)
				۲۰/۹۷ ^a	۱۸/۲۶ ^b	۲۲/۹۲ ^a	غلظت نیتروژن آمونیاکی
Naserian و همکاران (۲۰۱۵)	بز شیرده سانن	۰/۰۴	۲۱	۱۴	۷	صفر	سطوح مصرف (خشک)
			۱۸/۲۰ ^d	۱۹/۱۰ ^c	۱۹/۲۰ ^b	۱۹/۹۰ ^a	غلظت نیتروژن آمونیاکی

SEM = انحراف استاندارد میانگین‌ها

† = ۰/۵ درصد اوره بر حسب ماده خشک؛ ‡ = ۱ درصد پلی اتیلن گلیکول بر حسب ماده خشک
 = ۱ ماه سوم دوره ۶ ماهه پروار؛ ۲ = ماه ششم دوره ۶ ماهه پروار

تولیدتان و سرانجام عملکرد حیوان و راندمان خوراک را تغییر دهد (Kruegera و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج حاصل از مصرف محصول فرعی پسته به صورت خشک و سیلاژ در جیره گوسفندان بلوچی و گوساله‌های پرواری هلشتاین بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار و نسبت مولاری استات و پروپیونات در جدول ۲ نشان داده شده است.

باکتری‌ها تا حد زیادی مسئول بیهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیر اشباع در شکمبه هستند. هر چند هیچ گونه‌ای از آن‌ها به تنهایی مراحل کامل بیهیدروژناسیون را انجام نمی‌دهد. باکتری‌های دخیل در بیهیدروژناسیون در دو گروه A و B قرار دارند. باکتری بوتیروویبرو فیروسولونس^۲ مهمترین گونه باکتری‌های گروه A است که نقش عمده‌ای در بیهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیر اشباع به واسنیک اسید (C18:1 trans-11) دارد، در حالی که گونه باکتری بوتیروویبرو پروتوکلاستیکوس^۳ در گروه B جای می‌گیرد و آخرین مراحل بیهیدروژناسیون را بر عهده دارد (Maia و همکاران، ۲۰۰۷). در گوسفندان بلوچی با جیره‌های حاوی سطوح مختلف محصول فرعی پسته خشک تا سطح ۳۶ درصد، جمعیت باکتری‌های موثر در بیهیدروژناسیون شکمبه شامل بوتیروویبرو فیروسولونس و بوتیروویبرو پروتوکلاستیکوس و همچنین جمعیت کل باکتری‌های شکمبه تفاوتی با گروه شاهد نداشتند (Ghaffari و همکاران، ۲۰۱۴a). در حالی که جمعیت کل باکتری‌ها در شکمبه گوسفندان بلوچی که در جیره آن‌ها مقادیر ۲۰ و ۴۰ درصد محصول فرعی پسته خشک به جای یونجه استفاده شده بود، نسبت به گروه شاهد کاهش یافت. در این مطالعه با افزایش میزان محصول فرعی پسته در جیره‌ها جمعیت باکتری‌های فیروباکتر سوکسینوژنر^۴ و رمینوکوکوس آلبوس^۵ به طور معنی داری ($P < 0/05$) کاهش یافت اما جمعیت باکتری رومینوکوکوس فلاوفاسینس^۶ تحت تاثیر قرار نگرفت (Ghasemi و همکاران، ۲۰۱۲a). نتایج این مطالعات مخالف با نتایجی است که در اثر استفاده از تانن گیاه کیوبراکو^۷ در جیره گوسفند باکتری بوتیروویبرو فیروسولونس افزایش و باکتری بوتیروویبرو پروتوکلاستیکوس کاهش یافت (Vasta و

تانن‌ها میل ترکیبی بالایی با پروتئین‌ها داشته و سرعت تجزیه آن‌ها را در شکمبه کاهش می‌دهند و ممکن است با کاهش تجزیه پروتئین‌های جیره در شکمبه مفید باشند و در بعضی موارد سنتز پروتئین میکروبی را نیز بهبود بخشند (Beever و Mould، ۲۰۰۰). مقادیر کم تانن در شکمبه سبب کنترل تخمیر و کاهش سرعت تجزیه خوراک شده، که این امر موجب افزایش سنتز پروتئین میکروبی می‌گردد (Makkar، ۲۰۰۳). مقایسه بازده سنتز پروتئین میکروبی^۱ در شرایط تولید گاز نشان داد که محصول فرعی پسته سنتز پروتئین میکروبی را نسبت به سیلاژ ذرت بهبود (۰/۱۹ در برابر ۰/۱۱) می‌دهد (Bohluli و همکاران، ۲۰۰۹). با همین تکنیک، راندمان سنتز پروتئین میکروبی محصول فرعی پسته پس از فرآوری با چهار درصد سود افزایش و پس از فرآوری با پلی اتیلن گلیکول کاهش یافت (Ghasemi و همکاران، ۲۰۱۲c). اما تخمین سنتز پروتئین میکروبی در شرایط درون‌تنی نتایج متفاوتی را نشان داده است، به طوری که در گوسفندان بلوچی که با جیره‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد محصول فرعی پسته خشک تغذیه شدند، دفع مشتقات پورینی از ادرار با هر دو جیره و سنتز پروتئین با جیره حاوی ۵۰ درصد نسبت به گروه شاهد کمتر ($P < 0/01$) بود (Ghasemi و همکاران، ۲۰۱۲b). به طور مشابه با افزایش نسبت سیلاژ محصول فرعی پسته در جیره گوساله‌های پرواری، دفع مشتقات پورینی و سنتز پروتئین میکروبی به صورت خطی کاهش یافت و گوساله‌های با جیره حاوی ۱۲ و ۱۸ درصد سیلاژ محصول فرعی پسته نسبت به گروه‌های با جیره شاهد و ۶ درصد سیلاژ سنتز پروتئین میکروبی کمتری ($P < 0/01$) داشتند. دلیل کاهش سنتز پروتئین میکروبی در این آزمایش به عدم همزمانی آزاد شدن کربوهیدرات‌ها و نیتروژن مورد نیاز برای ارگانسیم‌های شکمبه نسبت داده شده است (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۱).

تاثیر محصول فرعی پسته بر جمعیت میکروبی و تخمیرات شکمبه‌ای

تانن می‌تواند جمعیت میکروبی شکمبه را تغییر داده و قابلیت هضم مواد مغذی، پروفیل اسیدهای چرب فرار، غلظت آمونیاک،

جیره‌ها بالاتر ($P < 0.01$) بود (Hajalizadeh و همکاران، ۲۰۱۴). در حالی که در مطالعه دیگری جمعیت کل پروتوزوآ در شکمبه گوسفندان نر بلوچی با مصرف جیره‌های حاوی سطوح ۱۵ و ۳۰ درصد محصول فرعی پسته خشک تحت تاثیر قرار نگرفت (Rahimi و همکاران، ۲۰۱۳).

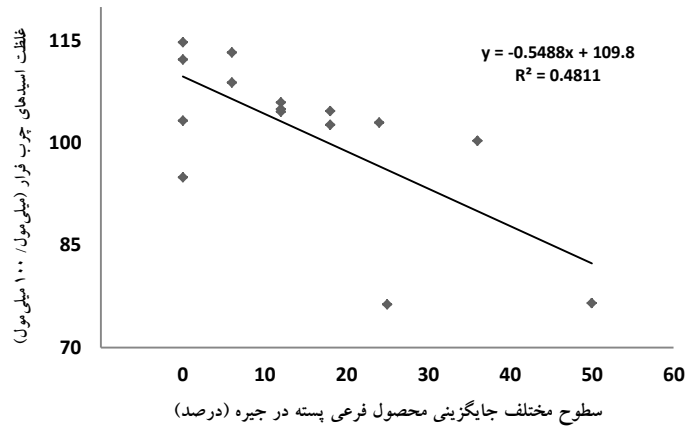
همکاران، ۲۰۱۰). پروتوزوآ مسئول تغییر نسبت اسیدهای چرب فرار به سمت اسید استیک و اسید بوتیریک در شکمبه هستند (Vogels و همکاران، ۱۹۸۰). جمعیت پروتوزوآی شکمبه با مصرف جیره‌های حاوی صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد سیلاژ محصول فرعی پسته در گوسفندان کرمانی، به صورت منحنی درجه دوم ($P = 0.02$) تغییر کرد و تعداد پروتوزوآ با جیره ۷ درصد از سایر

جدول ۲- تاثیر سطوح مختلف محصول فرعی پسته به صورت خشک و سیلو شده (درصد ماده خشک جیره) بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول در لیتر) و نسبت مولاری استات و پروپیونات (میلی مول در ۱۰۰ میلی مول) در مایع شکمبه گوسفند و گاو

منبع	نوع حیوان	SEM	گروه‌های آزمایشی			سطوح مصرف و غلظت اسیدهای چرب فرار	
			۵۰	۲۵	صفر		
Ghasemi و همکاران (۲۰۱۲b)	گوسفند	۳/۴۳	۷۶/۵۰ ^b	۷۶/۳۳ ^b	۹۵/۰۰ ^a	سطوح مصرف (خشک)	
		۲/۹۷	۳۱/۶۶ ^b	۳۵/۱۳ ^b	۴۷/۶۳ ^a	غلظت کل اسیدهای چرب فرار	
	بلوچی	۰/۷۷	۲۱/۱۶ ^b	۱۶/۵۳ ^c	۲۳/۸۳ ^a	استات	
		۰/۲۴	۱/۵۰ ^c	۲/۱۳ ^a	۲/۰ ^b	پروپیونات	
Ghaffari و همکاران (۲۰۱۴b)	گوسفند	۰/۸۷	۱۰۰/۳۳ ^b	۱۰۳/۰۱ ^{ab}	۱۰۴/۶۳ ^a	استات / پروپیونات	
		۰/۷۰	۶۶/۹۹ ^b	۶۹/۴۴ ^a	۶۴/۷۱ ^a	سطوح مصرف (خشک)	
	بلوچی	۰/۹۱	۲۲/۲۵	۲۲/۳۵	۲۳/۷۹	غلظت کل اسیدهای چرب فرار	
		۰/۱۴	۳/۰۲	۳/۱۱	۲/۹۶	۳/۳۶	استات
Shakeri و همکاران (۲۰۱۴a)	گوساله پرواری	۲/۱	۱۰۴/۷ ^c	۱۰۶/۰ ^{bc}	۱۱۳/۳ ^{ab}	سطوح مصرف (سیلاژ)	
		۱/۰۹	۶۶/۱۷	۶۶/۶۷	۶۷/۱۷	۶۹/۱۷	غلظت کل اسیدهای چرب فرار
	هلشتاین ^۱	۰/۸۵	۲۲/۳۳	۲۲/۵۰	۲۱/۱۷	۲۰/۶۷	استات
		۰/۱۶	۲/۹۸	۲/۹۹	۳/۲۰	۳/۳۶	پروپیونات
Shakeri و همکاران (۲۰۱۴a)	گوساله پرواری	۱/۸	۱۰۲/۷ ^c	۱۰۵/۰ ^{bc}	۱۰۸/۹ ^{ab}	استات / پروپیونات	
		۱/۱۴	۶۶/۰۰	۶۶/۸۳	۶۶/۶۷	۶۸/۵۰	سطوح مصرف (سیلاژ)
	هلشتاین ^۲	۱/۲۱	۲۳/۸۳	۲۲/۲۳	۲۲/۶۷	۲۱/۵۰	غلظت کل اسیدهای چرب فرار
		۰/۱۹	۲/۸۴	۲/۹۷	۲/۹۴	۳/۲۰	استات

SEM = انحراف استاندارد میانگین‌ها

۱ = ماه سوم دوره ۶ ماهه پروار؛ ۲ = ماه ششم دوره ۶ ماهه پروار



نمودار ۲- تغییرات غلظت کل اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه گوسفند و گاو با افزایش نسبت محصول فرعی پسته در جیره

تأثیر محصول فرعی پسته بر بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای

در نشخوارکنندگان الگوی اسیدهای چرب در گوشت و شیر تحت تأثیر جیره آن‌ها می‌باشد و نسبت واسطه‌های بیوهیدروژناسیون در شکمبه می‌تواند با تغییر در جمعیت میکروبی شکمبه تغییر یابد (Yanez-Ruiz و همکاران، ۲۰۰۶). تأثیر تانن موجود در محصول فرعی پسته بر بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای و اثرات آن بر غلظت اسیدهای چرب در شیر بزهای شیری سانن در سه مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. وقتی محصول فرعی پسته خشک به میزان ۳۰ درصد با و بدون یک درصد پلی اتیلن گلیکول جایگزین یونجه گردید، غلظت اسیدهای چرب کوتاه، متوسط و بلند زنجیر و همچنین اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع تحت تأثیر قرار نگرفتند، اما اسیدهای چرب شامل واسنیک اسید (C18:1 trans-11) و C16:0 افزایش و C24:0 کاهش یافت (Ghaffari و همکاران، ۲۰۱۴ b). در مطالعه دیگری همین نسبت از محصول فرعی پسته خشک در جیره بزهای سانن استفاده شد و علاوه بر افزایش واسنیک اسید در شیر، اسیدهای چرب غیر اشباع شامل MUFA^۸ و PUFA^۹ و همچنین LCFA^{۱۰} با جیره حاوی محصول فرعی پسته افزایش یافت و اسیدهای چرب اشباع نیز به طور معنی‌داری کاهش یافتند (Rahimi و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین گزارش شده است که محصول فرعی پسته خشک به میزان ۳۲ درصد تأثیر اصلی را بر کاهش (P<0/01) اسیدهای چرب از C8:0 تا C16:0 داشت و نسبت رومنیك اسید

(C18:2 cis-9, trans-11)، واسنیک اسید، MUFA، PUFA، اسیدهای چرب زنجیر بلند و اسیدهای چرب اشباع شده را در شیر افزایش داد و در نهایت سبب کاهش اسیدهای چرب اشباع و افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع گردید (Sedighi-Vesagh و همکاران، ۲۰۱۴). رومنیك اسید می‌تواند در غدد پستانی از واسنیک اسید و در اثر فعالیت آنزیم Δ^9 -دِسچوراز^{۱۱} تشکیل شود (Corl و همکاران، ۲۰۰۱). منبع اصلی CLA^{۱۲} در منابع غذایی حاصل از نشخوارکنندگان نیز رومنیك اسید است که می‌تواند در بافت‌های حیوان از واسنیک اسید و از پیش‌سازهای آن و یا به طور مستقیم تحت بیوهیدروژناسیون میکروبی از PUFA تولید شود. هر چند مسیر دوم، مشارکت کمی در تولید کل CLA در بافت‌های نشخوارکنندگان دارد (Grinari و Bauman، ۱۹۹۱). این نتایج پیشنهاد می‌دهند که استفاده از محصول فرعی پسته می‌تواند راهکاری مفید برای افزایش CLA در شیر بزهای سانن باشد.

تأثیر محصول فرعی پسته بر تولید متان در شکمبه

متان یکی از گاز گلخانه‌ای است و نشخوارکنندگان اهلی حدود ۱۵ درصد از انتشار آن‌را به عهده دارند (Beauchemin و همکاران، ۲۰۰۷). تأثیر زیان بار تانن‌ها بر باکتری‌های متانوژن قطعی نشده، اما تصور می‌شود که با کاهش هضم فیبر و متعاقب آن کاهش تولید H₂ رشد باکتری‌های متانوژن را کاهش دهد

بر این با استفاده از ۱۰ درصد محصول فرعی پسته خشک به همراه دو منبع مختلف پروتئینی (Gholizadeh و همکاران، ۲۰۱۰)، تا سطح ۱۵ درصد از خشک محصول (Bohluli و همکاران، ۲۰۰۹)، تا سطح ۱۵ درصد از سیلاژ محصول (Rezaenia و همکاران، ۲۰۱۲) در جیره گاوهای شیری، همچنین تا سطح ۳۰ درصد با و بدون افزودن یک درصد پلی اتیلن گلیکول در جیره بزهای شیرده سانن (Ghaffari و همکاران ۲۰۱۴b) تغییری در متابولیت‌های خونی گزارش نشده است. در مقابل، برخی از مطالعات نیز با جایگزینی محصول فرعی پسته در جیره تغییراتی را در غلظت برخی از متابولیت‌های خونی گزارش کرده‌اند. برای مثال غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در گاوهای شیری با مصرف جیره‌های حاوی ۳۰ درصد سیلاژ محصول فرعی پسته با و بدون افزودن یک درصد پلی اتیلن گلیکول (Mokhtarpour و همکاران، ۲۰۱۲a)، در گوسفندان بلوچی با مصرف جیره‌های حاوی ۱۲، ۲۴ و ۳۶ درصد محصول فرعی پسته خشک (Ghaffari و همکاران، ۲۰۱۴a)، و در بزهای سانن شیرده با مصرف جیره‌های حاوی ۳۲ درصد محصول فرعی پسته خشک با و بدون پلی اتیلن گلیکول (Sedighi-Vesagh و همکاران، ۲۰۱۴) کمتر از حیوانات گروه شاهد بود. غلظت آلبومین سرم خون در گوساله‌های پرواری هلستاین با مصرف جیره‌های حاوی سطوح ۶، ۱۲ و ۱۸ درصد سیلاژ محصول فرعی پسته کمتر از گروه شاهد بود (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۳)، در گوسفندان بلوچی نیز کل پروتئین خون با جیره‌های حاوی ۱۵ و ۳۰ درصد محصول فرعی پسته نسبت به گروه شاهد کمتر بود (Rahimi و همکاران، ۲۰۱۳). آسیب‌های کبدی با مصرف برخی از گیاهان حاوی تانن در حیوانات مختلف گزارش شده است و با آسیب‌های کبدی، افزایش غلظت آنزیم‌های ALT^{۱۵} و AST^{۱۶} بروز می‌یابد (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۳). گزارش شده است که مصرف جیره‌های حاوی تا ۳۰ درصد محصول فرعی پسته خشک در جیره بره‌های پرواری نژاد کرمانی (Shakeri و همکاران، ۲۰۰۷)، تا سطح ۳۰ درصد از نوع خشک در جیره گوسفندان بلوچی (Rahimi و

Tavendale و همکاران، ۲۰۰۵). کاهش ۱۶ درصدی تولید متان در بزهای تغذیه شده با گیاه لوتوس^{۱۳} به وجود تانن در این گیاه نسبت داده شد (Waghorn و همکاران، ۲۰۰۲). برخی از مطالعات تاثیر محصول فرعی پسته بر انتشار متان را مورد بررسی قرار داده‌اند. پس از تخمیر ۲۴ ساعته محصول فرعی پسته در شرایط تولید گاز، غلظت گاز متان ۶/۱۰ و ۶/۹۸ درصد به ترتیب برای نوع خشک و سیلاژ تعیین گردید، که به طور معنی‌داری ($P < 0/01$) از قصیل جو (۷/۸۷ درصد) و یک کنسانتره تجاری (۸/۰۶ درصد) کمتر بودند (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۵a). در شرایط درون تنی نیز وقتی از سیلاژ محصول فرعی پسته با نسبت‌های صفر تا ۱۸ درصد در جیره گوساله‌های پرواری هلستاین استفاده شد، تولید متان به صورت خطی ($P < 0/01$) کاهش، و از ۳۳/۷۴ (جیره شاهد) به ۲۹/۳۸ (جیره با ۱۸ درصد) مول در هر ۱۰۰ مول تغییر یافت (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۲).

تأثیر محصول فرعی پسته بر متابولیت‌های خون

قبلاً پلی فنل‌ها به عنوان ترکیبات ضد تغذیه‌ای مطرح بودند و با مصرف آن‌ها نکرز کبدی و مت هموگلوبین^{۱۴} گزارش شده است. علاوه بر این وقتی که غلظت آن‌ها در جریان خون از ظرفیت سم‌زدایی کبد بیشتر شود، اثرات سمی حاصل از جذب محصولات فرعی آن‌ها بروز می‌یابد (Makkar، ۲۰۰۳). اخیراً این مواد به عنوان مولکول‌های فعال با خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطان و ضد جهش شناخته می‌شوند (Patra و Saxena، ۲۰۱۱)، با این وجود تغذیه طولانی حیوانات با برخی از گیاهان حاوی ترکیبات فنلی، تاثیر نامطلوبی بر سلامت آن‌ها داشته است (Adedapo و همکاران، ۲۰۰۵). با استفاده از محصول فرعی پسته در جیره حیوانات مختلف، اثرات نامطلوبی بر متابولیت‌های خون و فراسنجه‌های هماتولوژی گزارش نشده است، با وجودی که تفاوت‌های معنی‌داری در برخی از فراسنجه‌ها بین تیمارها گزارش شده است. در مطالعه‌ای با بالاترین سطح مصرف محصول فرعی پسته (۵۰ درصد) در جیره گوسفندان بلوچی غلظت نیتروژن آمونیاکی، گلوکز، کراتینین، پتاسیم و آهن خون تحت تاثیر قرار نگرفت (Ghasemi و همکاران، ۲۰۱۲b). علاوه

محصول فرعی پسته با گروه شاهد در آزمایشات مذکور، این تفاوت‌ها نسبی بوده و مقادیر گزارش شده برای تمام فراسنجه‌های خونی در دامنه طبیعی برای حیوانات مورد بررسی می‌باشد (Forstner, ۱۹۸۵؛ Cozzi و همکاران، ۲۰۱۱؛ Mojabi, ۲۰۰۰)، از این رو نگرانی در مورد تاثیر نامطلوب استفاده از محصول فرعی پسته بر متابولیت‌های خون، فعالیت بافت‌های خون‌ساز و همچنین آنزیم‌های کبدی وجود ندارد.

با استفاده از محصول فرعی پسته خصوصاً نوع سیلاژ در جیره گاو و گوسفند رنگ ادرار از زرد به قهوه‌ای تغییر می‌یابد و با افزایش نسبی آن در جیره شدت رنگ افزایش می‌یابد (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۳). رنگ قهوه‌ای ادرار با سطوح مختلف اسید تانیک نیز گزارش شده است (Plumlee و همکاران، ۱۹۹۸). بررسی ادرار متمایل به قهوه‌ای در گوسفندان تغذیه شده با خوراک‌های حاوی تانن نشان داد که میزان خون، لوکوسیت‌ها و وزن مخصوص ادرار در این حیوانات متمایل به افزایش داشت (Mahgoub و همکاران، ۲۰۰۸). در حالی که علیرغم وجود رنگ تیره ادرار در بره‌های مصرف کننده جیره‌های حاوی سطوح مختلف محصول فرعی پسته خشک (تا ۳۰ درصد)، خون، هموگلوبین و گلبول قرمز در ادرار مشاهده نگردید (Shakeri, ۲۰۱۶). همچنین ادرار گوساله‌های هلشتاینی که در یک دوره ۶ ماهه از سیلاژ محصول فرعی پسته تا سطح ۱۸ درصد استفاده کردند عاری از خون، هموگلوبین و گلبول قرمز بود، با وجودی که ادرار در گروه‌های تیمار تیره رنگ بود (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۱). تیرگی ادرار این حیوانات به دفع مواد رنگی و رنگدانه‌های محصول فرعی پسته از طریق ادرار نسبت داده شده است (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۱؛ Shakeri, ۲۰۱۶).

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از محصول فرعی پسته در جیره می‌تواند در کاهش تجزیه پروتئین‌ها در شکمبه و کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه موثر باشد. با افزایش محصول فرعی پسته در جیره غلظت کل اسیدهای چرب فرار کاهش می‌یابد. استفاده از این محصول می‌تواند راهکاری مفید برای کنترل انتشار متان و افزایش CLA

همکاران (۲۰۱۳)، تا سطح ۲۱ درصد از نوع سیلاژ در جیره گوسفندان کرمانی (Hajalizadeh و همکاران، ۲۰۱۴)، تا سطح ۱۵ درصد از نوع سیلاژ در جیره گاوهای شیری (Rezaeenia همکاران، ۲۰۱۲) و تا سطح ۱۸ درصد از نوع سیلاژ در جیره گاوهای پرواری هلشتاین تاثیر بر غلظت آنزیم‌های ALT و AST نداشت، هر چند افزایش معنی‌داری ($P < 0/01$) در غلظت ALT خون بزهای سانن با جیره‌های حاوی ۳۲ درصد محصول فرعی پسته خشک با و بدون افزودن ۱ درصد پلی اتیلن گلیکول مشاهده گردید (Sedighi- Vesagh و همکاران، ۲۰۱۴).

خوراک‌های حاوی ترکیبات فنلی علاوه بر کاهش سرعت رشد حیوانات، ممکن است بر سلامت آن‌ها از طریق کاهش فعالیت بافت‌های خون‌ساز نیز تاثیر گذار باشند (Mahgoub و همکاران، ۲۰۰۸). تاثیر مصرف محصول فرعی پسته بر فراسنجه‌های هماتولوژی نشان می‌دهد که مصرف بالاترین سطح استفاده از محصول فرعی پسته (۳۲ درصد) در جیره بزهای شیرده سانن تاثیر بر میزان هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول‌های سفید نداشت (Sedighi-Vesagh و همکاران، ۲۰۱۴). بره‌های بلوچی پرواری با مصرف جیره‌های حاوی تا ۳۰ درصد محصول فرعی پسته تفاوتی در میزان هماتوکریت، تعداد گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها با گروه شاهد نداشتند (Valizadeh و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین با تغذیه گاوهای شیری اوایل دوره شیردهی با جیره‌های حاوی تا سطح ۱۵ درصد محصول فرعی پسته خشک تغییری در غلظت هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز مشاهده نگردید (Bohluli و همکاران، ۲۰۰۹)، در حالی که گوساله‌های نر پرواری هلشتاین وقتی از سیلاژ محصول فرعی پسته با سطوح ۱۲ و ۱۸ درصد تغذیه شدند، شمارش گلبول سفید پایین‌تری نسبت به گروه شاهد داشتند، با وجودی که این دو گروه نیز از نظر شمارش گلبول‌های قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین و نسبت لنفوسیت به نوتروفیل با گروه شاهد برابر بودند (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۳).

با وجود اختلافات معنی‌دار در غلظت برخی از متابولیت‌های خونی و همچنین فراسنجه‌های هماتولوژی بین گروه‌های مصرف کننده

اساتید محترم گروه علوم دامی دانشگاه‌های فردوسی مشهد و شهید باهنر کرمان و محققین محترم موسسه تحقیقات علوم دامی کشور که اهتمام جدی در بررسی راهکارهای مختلف استفاده از محصول فرعی پسته در تغذیه دام به عمل آورده‌اند، تشکر می‌گردد.

در شیر بزهای سانن باشد. در سطوح مصرف توصیه شده برای دام‌های مختلف، تاثیر نامطلوبی بر متابولیت‌های خونی، فراسنجه‌های هماتولوژی، فعالیت کلیه‌ها و کبد ندارد.

سپاسگزاری

از کلیه پژوهشگران محترمی که از نتایج مطالعات آن‌ها در این مقاله استفاده شده است قدردانی می‌گردد. همچنین از تلاش محققین محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کرمان،

پاورقی‌ها

- 1- Efficiency of microbial protein synthesis = (mg/L) تولید گاز / (mL/g DM) آمونیاک
- 2- *Butyrivibrio. fibrisolvens*
- 3- *Butyrivibrioproteoclasticus*
- 4- *Fibrobacter succinogenes*
- 5- *Ruminococcus albus*
- 6- *Ruminococcus flavefaciens*
- 7- Quebracho
- 8- Mono Unsaturatef Fatty Acid
- 9- Poly Unsaturatef Fatty Acid
- 10- Long Chain Fatty Acid
- 11- Δ 9-Desaturase enzyme
- 12- Conjugated Linoleic Acid
- 13- *Lotuspedunculatus*
- 14- Methohemoglobinemia
- 15- Alanin amino transferase
- 16- Aspartate amino transferase
- 17 - Visual examination

منابع

- Adedapo, A.A., Adegbayibi, A.Y. and Emikpe, B.O. (2005) Some clinicopathological changes associated with the aqueous extract of the leaves of *Phyllanthus amarus* in rats. *Phytother. Res.*, 19: 971-976.
- Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Martinez, T.F. and McAllister, T.A. (2007) Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.*, 85: 1990-1996.
- Beever, D.E. and Mould, F.L. (2000) *Forage evaluation for efficient ruminant livestock production*. In: D. I., Given, E. Owen, R. F. E. Axford and H. M. Omed. (Eds) *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. CABI publishing. PP: 20-42.
- Bohluli, A., Naserian, A.A., Valizadeh, R. and Eftekhari Shahrodi, F. (2009) The effects of pistachio by-product on apparent digestibility, chewing activity and performance of early lactation Holstein cows diets. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.*, 13: 155-165. (In Persian)
- Corl, B.A., Baumgard, L.H., Dwyer, D.A., Griinari, J.M., Phillips, B.S. and Baumann, D.E. (2001) The role of Δ 9- desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. *J. Nutr. Bio.*, 12: 622-630.
- Cozzi, G., Ravarotto L., Gottardo F., Stefani, A., Lontiero, C.B., Moro, L., Brscic, M. and Dalvit, P. (2011) Short communication: Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production. *J. Dairy Sci.*, 94: 3895-3901.
- Forstner, V. (1985) *Laboratory testing in veterinary medicine diagnosis and clinical monitoring*. Boehringer Mannheim Diagnostica. Germany.
- Ghaffari, M.H., Tahmasbi, A.M., Khorvash, M., Naserian, A.A., Ghaffari, A.H. and Valizade, R. (2014a) Effects of pistachio by-products in replacement of alfalfa hay on populations of rumen bacteria involved in biohydrogenation and fermentative parameters in the rumen of sheep. *Anim. Physiol. Anim. Nut.*, 98: 578-586.
- Ghaffari, M.H., Tahmasbi, A.M., Khorvash, M., Naserian, A.A. and Vakili, A.R. (2014b) Effects of pistachio by-products in

- replacement of alfalfa hay on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk fatty acid composition in Saanen dairy goats fed a diet containing fish oil. *J. Appl. Anim. Res.*, 42: 186-193.
- Ghasemi, S., Naserian, A.A., Valizadeh, R., Tahmasebi, A.M., Vakili, A.R., Behgar, M. and Ghovvati, S. (2012a) Using pistachio hulls as a replacement for alfalfa hay in the diet of sheep causes a shift in the rumen cellulolytic bacterial population. *Small Rum. Res.*, 104: 94-98.
- Ghasemi, S., Naserian, A.A., Valizadeh, R., Tahmasebi, A.M., Vakili, A.R., Behgar, M. (2012b) Effects of pistachio by-product in replacement of Lucerne hay on microbial protein synthesis and fermentative parameters in the rumen of sheep. *Anim. Prod. Sci.*, 52: 1052-1057.
- Ghasemi, S., Naserian, A.A., Valizadeh, R., Tahmasebi, A.M., Vakili, A.R. and Behgar, M. (2012c) The effects of NaOH, urea, Gamma radiation and PEG (Poly Ethylene Glycol) on gas production and estimated microbial protein synthesis of pistachio hull in vitro. Proceedings of the 5th congress on animal and aquatic science. 807-811. (In Persian)
- Gholizadeh, H., Naserian, A.A., Valizadeh, R. and Tahmasebi, A.M. (2010) Effect of feeding pistachio byproduct on performance and blood metabolites in Holstein dairy cows. *International J. Agric. Biological*, 12: 867-870.
- Griinari, J.M. and Bauman, D.E. (1999) *Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants*. PP: 180-200. In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. Vol. 1. M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba, J.K. Kramer, G., Pariza, M.W. and Nelson, G.J. ed. AOCS Press, Illinois.
- Hajalizadeh, Z., Dayani, O., Tahmasbi, R. and Khezri, A. (2014) Evaluation of chemical composition of pistachio pulp silage and its effect on feed intake, rumen fermentation characteristics and blood parameters in sheep. *Anim. Sci. Res.*, 24 (3): 81- 94. (In Persian)
- Kruegera, W.K., Gutierrez-Banuelos, H., Carstens, G.E., Min, B.R., Pinchak, W.E., Gomez, R.R. Anderson, R.C., Krueger, N.A. and Forbes, T.D.A. (2010) Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 159: 1-9.
- Mahgoub, O., Kadim, I. Tageldin, T. Al-Marzooqi, W.S., Khalaf, S.Q. and Ambu Ali, A. (2008) Clinical profile of sheep fed non- M. H.conventional feeds containing phenols and condensed tannins. *Small Rum. Res.*, 78: 115-122.
- Maia, M.R., Chaudhary, L.C., Figueres, L. and Wallace, R.J. (2007) Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. *Antonie van Leeuwenhoek*, 91: 303-314.
- Makkar, H.P.S. (2003) Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin rich feeds. *Small Rumin. Res.*, 49: 241-256.
- McNabb, W.C., Waghorn, G.C., Peters, J.S. and Barry, T.N. (1996) The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* upon the solubilization and degradation of ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase protein in the rumen and on sites of digestion. *Br. J. Nutr.* 76: 535-549.
- Mokhtarpour, A., Naserian, A.A., Tahmasbi, A.M. and Valizadeh, R. (2012a) Effect of feeding pistachio by-products silage supplemented with polyethylene glycol and urea on Holstein dairy cows performance in early lactation. *Lives. Sci.*, 148: 208-213.
- Mokhtarpour, A., Naserian, A.A., Valizadeh, R. and Tahmasbi, A.M. (2012b) Effect of feeding pistachio by-products silage supplemented with polyethylene glycol and urea on gas production and Holstein dairy cows performance. *Iranian J. Anim. Sci. Res.*, 4 (1): 55-62. (In Persian)

- Mojabi, A. (2000) *Biochemistry of Veterinary Clinical*. Press Tehran University, Tehran, Iran.
- Naserian, A.A., Staples, C.R. and Ghaffari, M.H. (2015) Effects of replacing wheat bran by pistachio skins on feed intake, nutrient digestibility, milk yield, milk composition and blood metabolites of dairy Saanen goats. *Anim. Physiol. Anim. Nut.*, DOI: 10.1111/jpn.12362.
- Patra, A.K. and Saxena, J. (2011). Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *J. Sci. Food Agric.*, 91: 24-37.
- Plumlee, K.H., Johnson, B. and Galey, F.D. (1998) Comparison of disease in calves dosed orally with oak or commercial tannic acid. *J. Vet. Diag. Inves.*, 10: 263-267.
- Rahimi, A., Naserian, A.A., Valizadeh, R. and Tahmasebi, A.M. (2012) Effects of feeding pistachiohull (PH, source of tannin) and PEG supplementation on feed intake, nutrients digestibility, milk yield and compositions, blood fat metabolites, milk fatty acids profile in Saanen dairy goats. Proceedings of the 5th congress on animal and aquatic science. 1129-1135. (In Persian)
- Rahimi, A., Naserian, A.A., Valizadeh, R., Tahmasebi, A.M. and Shahdadi, A.R. (2013) Effects of pistachio by-products in replacement of alfalfa hay on feed consume, digestibility, rumen fermentation, blood metabolites and nitrogen balance of male Baluchi sheep. *Iranian J. Anim. Sci. Res.*, 5(3): 190-200. (In Persian)
- Rezaeenia, A., Naserian, A.A., Valizadeh, R. and Tahmasbi, A.M. (2012) Effect of using different levels of pistachio by-products silage on composition and blood parameters of Holstein dairy cows. *African J. Biotech.*, 11: 6192-6196.
- 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. *Anim. Physiol. Anim. Nut.*, DOI: 10.1111/jpn.12233.
- Shakeri, P. and Fazaeli, H. (2007). Study on the use of different levels of pistachio by-product in diets of fattening lambs. *Iranian J. Agric. Sci.*, 38:3: 529-534. (In Persian)
- Shakeri, P., Riasi, A., Alikhani, M., Ghorbani, G.R. and Fazaeli, H. (2011) The effects of pistachio by-product silage feeding on microbial protein synthesis and kidneys function of Holstein fattening bulls. *J. Anim. Sci. Res.*, 21(3): 97-110. (In Persian)
- Shakeri, P., Riasi, A., Alikhani, M., Fazaeli, H., Ghorbani, G.R. and shahmoradi, A. (2012) Effects of pistachio by-products silage on ruminal fermentation and methane emission in fattening Holstein male calves. Proceedings of the 5th congress on animal and aquatic science. PP: 488-494. (In Persian)
- Shakeri, P. (2013) Evaluating chemical composition, digestibility and nutritive value of dried and silaged pistachio by-product in ruminant nutrition. Ph.D. Thesis in Animal Science. Isfahan University of Technology, 189P. (In Persian)
- Shakeri, P., Riasi, A., Alikhani, M., Fazaeli, H. and Ghorbani, G.R. (2013). Effects of feeding pistachio by-products silage on growth performance, serum metabolites and urine characteristics in Holstein male calves. *J. Anim. Physiol. Anim. Nut.*, 97: 1022-1029.
- Shakeri, P., Riasi, A., Alikhani, M., (2014a) Effects of long period feeding pistachio by-product silage on chewing activity, nutrient digestibility and ruminal fermentation parameters of Holstein male calves. *Animal*. 8(11): 1826-1831.
- Shakeri, P., Riasi, A., Hashemzadeh, F. and Madahian, A. (2014b) Nutritional value and fermentability of sun dried and ensiled pistachio by-products, using gas production technique. Proceedings of the 5th congress on animal and aquatic science. (In Persian)
- Shakeri, P., Aghashahi, A.R., Mostafavi, H. and Mirzaee, M. (2015a) Effects of ensiling pistachio by-products on ruminal fermentation and methane emission mitigation using in vitro method. *Anim. Sci. J. (Pajouhesh & Sazandegi)*, 106: 43-54. (In Persian).

- Shakeri, P., M. Rezaei, S.A. Mirhadi. (2015b) Effects of ensiling on nutrient value and some physical and chemical parameters in Pistachio by-products. *J. Anim. Prod.*, 1 (17): 59-70. (In Persian)
- Shakeri, P. (2016) Pistachio by-product as an alternative forage source for male lambs: Effects on performance, blood metabolites, and urine characteristics. *J. Anim. Feed Sci. Technol.*, doi:10.1016/j.anifeedsci.2015.11.011.
- Tavendale, M.H., Meagher, L.P., Pacheco, D., Walker, N., Attwood, G.T. and Sivakumaran, S. (2005) Methane production from *in vitro* rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 123: 403-419.
- Vahmani, P., Naserian, A.A., Valizadeh, R. and Nasiri Moghadam, H. (2006) Nutritive value of Pistachio by-products and their effects on Holstein cows in mid lactation. *J. Agric. Sci. Technol.*, 20: 201-210.
- Valizadeh, R., Norouziyan, M.A., Salemi, M., Ghiasi, E. and Yari, M. (2010) Effects of feeding pistachio by-products on hematology and performance of Balochi lambs. *J. Anim. Vet. Adv.*, 9: 1115-1119.
- Vasta, V., Yanez-Ruiz, D.R. Mele, M. Serra, A. Luciano, G. Lanza, M. Biondi, L. and Priolo, A. (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.
- Vogels, G., Dhoppe, W.F. and Stumm, C.K. (1980) Association of methanogenic bacteria with rumen ciliates. *Appl. Environ. Microbiol.*, 39: 123-128.
- Waghorn, G.C., Tavendale, M.H. and Woodfield D.R. (2002) Methanogenesis from forages fed to sheep. *Proc. N. Z. Grassl. Assoc.*, 64: 167-171.
- Yanez-Ruiz, D.R., Scollan N.D, Merry R.J. and Newbold C.J. (2006) Contribution of rumen protozoa to duodenal flow of nitrogen, conjugated linoleic acid and vaccenic acid in steers fed silages differing in their soluble carbohydrate content. *Br. J. Nutr.*, 96: 861-869.

▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪