دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

اثر جایگزینی منبع نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش با اوره در جیره‌های حاوی پوسته بادام بر تولید پروتئین میکروبی و تعادل نیتروژن در گوسفند

الناز قنبری[۱]، جمال سیف دواتی[۲]، طاهر یلچی[۳]، حسین عبدی بنمار[۴] و رضا سید شریفی[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسوول: jseifdavati@uma.ac.ir)
۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی
۴- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۲
صفحه: ۸۹ تا ۹۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: استفاده از محصولات باغی و زراعی مانند پوسته بادام (Almond Hull) یک راه‌حل مفید برای جبران کمبود علوفه و کاهش آلودگی زیست‌محیطی است. این پژوهش برای بررسی اثر جایگزینی منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش (نیتروزا) با اوره در جیره‌های حاوی پوسته بادام به‌منظور، تأمین منبع فیبر غیر علوفه‌ای ارزان قیمت به همراه نیتروژن سهل‌الوصول بر سنتز پروتئین میکروبی و تعادل نیتروژن در گوسفند انجام شد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق با استفاده از ۴ رأس گوسفند نر بالغ در قفس‌های متابولیک و در قالب طرح مربع لاتین در ۴ دوره ۱۹روزه انجام شد. مصرف خوراک و دفع روزانه مدفوع و ادرار اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: جیره‌های آزمایشی حاوی ۳۶ درصد از کل پروتئین خام آن ها از مکمل‌های نیتروژنی غیر پروتئینی بودند. بخش نیتروژن غیر پروتئینی در تیمار اول فقط از اوره تأمین شد. این بخش در تیمار دوم از ۲۴ درصد اوره و ۱۲ درصد نیتروزا، در تیمار سوم از ۱۲ درصد اوره و ۲۴ درصد نیتروزا و در تیمار چهارم فقط از نیتروزا تأمین شد. آلانتوئین تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان داد ($p<۰/۰۵$). میزان آلانتوئین در تیمار ۳ و ۴ بیشتر از تیمار ۲ بود. گزانتین و هیپوگزانتین تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت وتفاوتی مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). اسیداوریک، کل مشتقات پورینی دفع شده و کل مشتقات پورینی جذب شده، تولید نیتروژن میکروبی و ساخت پروتئین میکروبی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و ماده آلی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان داد ($p<۰/۰۵$). تیمار ۴ تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱ و ۳ داشت، اما بین تیمار ۴ با ۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. افزودن پلی اتیلن گلیکول با سه برابر وزنی به نمونه اثر منفی بر فعالیت میکروبی گذاشته و حجم گاز تولیدی در سرنگ‌های شیشه‌ای کاهش یافت ($p<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: استفاده از نیتروزا در جیره‌های حاوی پوسته بادام به عنوان یک منبع فیبر غیر علوفه‌ای ارزان قیمت که از پروتئین خام پایین برخوردار است ازنظر افزایش ساخت پروتئین میکروبی و بهبود قابلیت هضم الیاف جیره می‌تواند مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: اوره، پوسته بادام ، قابلیت هضم، گوسفند مغانی، نیتروزا

مقدمه

استفاده از محصولات باغی و زراعی مانند پوسته بادام (Almond Hull) یک راه‌حل مفید برای جبران کمبود علوفه و کاهش آلودگی زیست‌محیطی است (۷). پوسته بادام غلاف سبز و نرم خارجی محصول بادام درختی است که از اطراف پوسته سخت آن جدا می‌شود. پوسته بادام یک محصول فرعی است که قابلیت مصرف در تغذیه نشخوارکنندگان را دارد (۴۸). نسبت وزن غلاف، پوست و مغز در بادام به‌ترتیب ۵۰، ۲۵ و ۲۵ درصد است (۲). تقریباً ۲۱۱۲۸۱۵ تن از بادام درختی حاوی پوسته سالانه در سراسر جهان تولید می‌شود و ایران با تولید ۱۱۰۰۰۰ تن، پنجمین کشور بزرگ تولیدکننده بادام است (۱۴).

بررسی‌ها نشان داد که پوسته بادام دارای ۲۰-۲۴ درصد ADF بوده و در تغذیه دام مورد استفاده قرار گرفته است (۴۰). میزان کربوهیدرات‌های غیر فیبری و دیواره سلولی پوسته بادام به ترتیب حدود ۴۸ و ۳۵ درصد گزارش‌شده است (۱۷،۶). بنابراین پوسته‌ها و برگ‌های بادام دارای پتانسیل تغذیه‌ای مناسب به دلیل پایین بودن پروتئین خام آن برای تامین احتیاجات نگهداری نشخوارکنندگان کوچک هستند (۲). برخلاف بسیاری از محصولات کشاورزی، پوسته بادام در هنگام برداشت به‌صورت خشک است و به دلیل درصد رطوبت پایین، حمل‌ونقل آسان و ماندگاری زیاد موردتوجه دامداران به عنوان یک خوراک مصرفی برای نشخوارکنندگان است (۳۶).

پوسته بادام حاوی ۲/۱ تا ۸ درصد پروتئین خام، ۱/۶۹ تا ۲/۹ درصد چربی خام، ۱۳/۷ تا ۲۹/۹ درصد خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی ۴۸/۷ تا ۵۷/۸ درصد، لیگنین ۴/۱ تا ۱۴/۹ درصد، ۵۹/۶ تا ۶۶/۷ درصد ماده خشک قابل هضم و ۱/۸۵ تا ۲/۸۷ (مگا کالری در کیلوگرم) انرژی قابل متابولیسمی است (۲۲،۱۸). ترکیبات شیمیایی و ضرایب هضمی پوسته بادام نشان می‌دهد که از پروتئین خام کم اما کربوهیدرات‌های غیر فیبری بالایی برخوردار است که می‌تواند بر قابلیت هضم فیبر در جیره خوراکی تأثیر بگذارد همچنین قابلیت هضم ماده خشک بالایی نسبت به یونجه دارد و انرژی قابل متابولیسم پوسته بادام معادل جو بوده و به‌جای خوراک کنسانتره‌ای در تغذیه دام‌های پرواری قابل‌استفاده است (۲). با توجه به تجزیه‌پذیری مناسب ماده خشک پوسته بادام این ماده خوراکی غیرمعمول می‌تواند برای تبدیل به گوشت بازده مناسبی داشته باشد، زیرا بهتر از یونجه مورد هضم و جذب قرار می‌گیرد (۳۹). به علت وجود ترکیباتی مانند اسید فنولیک، فلاونوئیدها و تری‌ترپنوئیدها در پوسته بادام، این ماده خوراکی

دارای پتانسیل بالایی در گیرنده‌های رادیکال آزاد بوده و حاوی آنتی اکسیدان‌های متعددی است (۱۲) و به‌عنوان یک منبع فیبر غیر علوفه‌ای ارزان قیمت می‌تواند نقش مهمی در سلامت دام و کنترل هزینه خوراک در دامپروری داشته باشد (۴۸).

مطالعات نشان داده‌اند که آسیاب کردن غلاف بادام تأثیری بر میزان مصرف نداشته، اما قابلیت هضم الیاف خام و ماده آلی کم شد (۳). در تحقیقی گزارش‌شده که قابلیت هضم مواد مغذی مختلف در جیره بزهای شیری با مصرف ۲۵ و ۳۵ درصدی پوسته بادام پائین اما ماده خشک مصرفی بالابود (۳۶). نتایج پژوهشی نشان داد که باتوجه به تجزیه‌پذیری مناسب ماده خشک پوسته بادام این ماده خوراکی غیرمعمول می‌تواند برای تبدیل به گوشت بازده مناسبی داشته باشد (۳۷)، زیرا بهتر از یونجه مورد هضم و جذب قرار می‌گیرد. محققین نشان دادند که ماده خشک مصرفی در گروه‌های آزمایشی تحت تأثیر استفاده از پوسته بادام و سطوح مختلف آن قرار نگرفت و می‌توان بخش قابل توجهی از علوفه خشبی را به وسیله پوسته بادام جایگزین نمود بدون آن‌که اثر منفی در افزایش وزن داشته باشد (۳۹).

مطالعه‌ای بر روی گوسفندان نر مغانی صورت گرفت که هیچ تفاوتی بین جیره پایه یونجه و جیره مخلوط برای ماده خشک، قابلیت هضمی ماده آلی وجود نداشت اما قابلیت هضمی الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای جیره‌های حاوی پوسته بادام درختی در مقایسه با جیره پایه یونجه کمتر بود (۴۸). پوسته بادام دارای کربوهیدرات غیر فیبری بالا و الیاف نامحلول در شوینده خنثی کمتر باعث کاهش فعالیت جویدن و منجر به افزایش نرخ عبور در دستگاه گوارش را می‌شود (۲۸).

استفاده از اوره به‌عنوان یک منبع ازت غیرپروتئینی برای جایگزینی با کنجاله سویا با توجه به تجزیه سریع آن توسط آنزیم‌های میکروبی در شکمبه دارای محدودیت است (۲۱). با استفاده از منابع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش در جیره می‌توان افزایش زمان حضور نیتروژن در شکمبه را برای افزایش بهره‌وری میکروبی، افزایش راندمان و سنتز پروتئین میکروبی، کاهش قیمت جیره، افزایش هضم الیاف، افزایش جذب نیتروژن در شکمبه، کاهش انتشار نیتروژن آمونیاکی، کاهش خطر ابتلا به مسمومیت و خوش‌خوراکی جیره دام را بهبود بخشید (۲۴). تغذیه بره‌ها با جیره‌هایی که در سطوح مختلف اوره به‌جای یونجه قرار گرفت هیچ اثر معنی‌داری روی تولید پروتئین میکروبی و ماندگاری ازت نداشت. همچنین جایگزینی یونجه با اوره اثر معنی‌داری روی غلظت متابولیت‌های خونی (گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین) نداشت (۲۲). گالو و تیکوف اسکای (۴۲،۱۶) افزایش غیر معنی‌دار شیر تولیدی روزانه را در اثر مصرف نیتروزا گزارش کردند. محققین گزارش کردند که اوره بالاترین نرخ تجزیه پذیری و اپتی‌ژن[1] کندترین میزان تجزیه‌پذیری را دارد که این کاهش نرخ آزادسازی می‌تواند باعث افزایش راندمان سنتز پروتئین میکروبی و کاهش مسمومیت آمونیاکی شود. همچنین دریافتند که میکروارگانیسم‌های شکمبه و بافر تأثیر معنی‌داری بر تجزیه‌پذیری اوره نداشتند اما بر روی اوره پوشش‌دار شده تأثیر معنی‌دار بود (۲۷). نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش در مقایسه با کنجاله سویا غلظت پروتئین خام بالایی دارد. استفاده از نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش باعث دفع کمتر نیتروژن اوره‌ای به ازای هر واحد شیر تولیدی شد (۴۵). در پژوهشی (۵۰) نشان داده شد که جایگزینی بخشی از کنجاله سویا یا منبع نیتروژنی غیر پروتئینی آهسته رهش منجر به بهبود پیامدهای اقتصادی شد و سود مازاد بر هزینه خوراک افزایش معنی‌داری داشت. وارگا (۴۳) کاهش قیمت خوراک را در زمان جایگزینی بخشی از کنجاله سویا با استفاده از نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش گزارش کرده‌اند. استفاده از نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش با دفع کمتر نیتروژن به ازای هر واحد از شیر تولیدی گزارش شده است (۴۵).

این پژوهش برای بررسی اثر جایگزینی منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش (نیتروزا) با اوره در جیره‌های حاوی پوسته بادام به‌منظور، تأمین منبع فیبر غیر علوفه‌ای ارزان قیمت به همراه نیتروژن سهل‌الوصول بر سنتز پروتئین میکروبی و تعادل نیتروژن در گوسفند انجام شد.

مواد و روش‌ها

تجزیه شیمیایی و ترکیبات فنلی و تانن پوسته بادام استفاده شده در این تحقیق با استفاده از روش‌های مرسوم AOAC (۴) و ماکار و همکاران (۲۶) انجام گرفت. این پژوهش با استفاده از چهار جیره آزمایشی و چهار رأس گوسفند بالغ نژاد مغانی به وزن ۳/۴۵±۴۹/۷۳ در قالب طرح مربع لاتین چرخشی انجام شد. گوسفندان در قفس‌های متابولیکی و در چهار دوره که هر دوره شامل ۱۴ روز عادت‌پذیری و ۵ روز اندازه‌گیری نمونه‌ها بود نگهداری و تغذیه شدند. چهار جیره آزمایشی با پروتئین خام و انرژی یکسان با استفاده از نرم‌افزار SRNS تنظیم شدند و مواد تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی آن‌ها در جدول ۱ ارائه‌شده است. جیره‌ها طوری تنظیم شدند که ۳۶ درصد از کل پروتئین خام آن از مکمل‌های نیتروژنی غیر پروتئینی تأمین شدند. مکمل‌های نیتروژنی شامل اوره گرانوله برای مصرف کشاورزی محصول شرکت پتروشیمی پردیس با ۴۶ درصد نیتروژن و اوره آهسته رهش با نام تجاری نیتروزا محصول نوآورانه تهیه‌شده در شرکت دانش بهاور شایا با ۴۰ درصد نیتروژن بودند. بخش نیتروژن غیر پروتئینی در تیمار اول فقط از اوره تأمین شد. این بخش در تیمار دوم از ۲۴ درصد اوره و ۱۲ درصد نیتروزا، در تیمار سوم از ۱۲ درصد اوره و ۲۴ درصد نیتروزا و در تیمار چهارم فقط از نیتروزا تأمین شد. گوسفندان در دو وعده صبح و عصر (ساعت ۸:۰۰ و ۱۷:۰۰) تغذیه‌شده و میزان مصرف خوراک، دفع ادرار و مدفوع جداگانه برای تعیین سنتز پروتئین میکروبی و تعادل نیتروژن و قابلیت هضم مواد مغذی اندازه‌گیری شد. به‌طوری که در ظرف‌های جمع‌آوری ادرار ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۱۰ درصد ریخته شده که به هنگام ثبت حجم روزانه ادرار دفعی این میزان حجم از آن کسر می‌شد. حدود ۷۰ میلی‌لیتر از ادرار جمع‌آوری‌شده و در ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. بعد از یخ گشایی اسید اوریک ادرار با استفاده از

1 -Optigen

کیت شرکت پارس آزمون (شماره سفارش ۱۴۰۰۰۳۱) اندازه‌گیری شد. در اندازه‌گیری گزانتین و هیپوگزانتین پس از تهیه محلول استاندارد با اسیداوریک میزان جذب نوری با دستگاه اسپکتروفتومتری در طول‌موج ۲۹۳ نانومتر قرائت گردید (۹). آلانتوئین ادرار با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری در جذب نوری ۵۲۳ نانومتر به روش چن و گومس (۹) اندازه‌گیری شد. پروتئین میکروبی ساخته‌شده از مجموع بازهای پورینی دفع شده محاسبه شد (۹). در طی دوره نگهداری مصرف ماده خشک با اندازه‌گیری روزانه اختلاف وزن خوراک توزیع‌شده با خوراک مصرف نشده در آن روز محاسبه شد. در طی دوره نگهداری میزان مصرف خوراک طبق اشتها تنظیم شد. آب به‌طور دائم در اختیار بره‌ها بود.

اندازه گیری خصوصیات فیزیکی

خصوصیات فیزیکی نمونه‌های خوراکی در این پژوهش با انجام برخی تغییرات جزئی از روش گیگر–روردین (۱۹) الگوبرداری شده است. آزمایش هر نمونه خوراکی با ۵ تکرار انجام شده است. برای تعیین قابلیت انحلال بخش‌های ماده خشک، ماده آلی و خاکستر از مواد خوراکی خشک‌شده که با آسیاب مجهز به الک به‌اندازه ۲ میلی‌متر آسیاب شده بودند، استفاده شد. ۲/۵ گرم از نمونه‌ها داخل کیسه‌های نایلونی به ابعاد ۱۲×۷ سانتی‌متر ریخته شده و توسط دستگاه دوخت پلاس حرارتی بسته شدند. کیسه‌های آماده‌شده به داخل بطری‌های شیشه‌ای ویژه دستگاه شبیه‌ساز هضم مواد خوراکی (انکوم) با گردش دائم در دمای ۳۹ درجه سلسیوس منتقل‌شده به همراه کیسه‌های حاوی نمونه به ازای هر تیمار یک کیسه شاهد (بدون نمونه) نیز استفاده شد و به ازای هر کیسه ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد. برای جلوگیری از رشد میکروبی در محلول از سدیم آزید (۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر) استفاده شد. کیسه‌ها بعد از ۲۴ ساعت از محلول خارج‌شده و به مدت ۵ دقیقه با آب شسته شده و در آون با دمای ۵۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. بعد از تعیین وزن خشک کیسه‌ها ماده آلی بقایا هم با سوزاندن بقایا در کوره الکتریکی در ۵۶۰ درجه سلسیوس تعیین شد (۵). برای هر نمونه ۴ تکرار در نظر گرفته شد. از تفاوت بین مقادیر اولیه و باقی‌مانده بعد از انحلال قابلیت انحلال هر بخش به‌دست آمد (۴۹). برای محاسبه ظرفیت نگهداری آب بعد از بیرون آوردن کیسه‌ها از داخل شیشه‌های دستگاه DAISY^{II} شستشوی آرام آن‌ها انجام شد، سپس با استفاده از گیره لباس آن‌ها از روی بند یا یک سیم حدود ۱۰ تا ۱۵ دقیقه آویزان شدند تا قطرات آب چکه کرده و تمام شود در این حالت کیسه حاوی نمونه خیس توزین و ثبت شد (۴۹). دانسیته توده‌ای در سه حالت و با استفاده از یک استوانه مدرج ۱۰۰ میلی‌لیتری (با قطر داخلی ۲/۵ سانتی‌متری) با روش گیگر–روردین (۱۹) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱– اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی بر اساس ماده خشک

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of experimental diets based on dry matter

پارامترها	تیمارها			
	۱	۲	۳	۴
اقلام خوراکی (درصد از کل جیره)				
یونجه خشک	۸	۸	۸	۸
کاه گندم	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
سبوس گندم	۴/۵۰	۴/۴۴	۴/۳۸	۴/۳۲
دانه جو	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
پوسته بادام درختی	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
اوره	۱/۵	۱	۰/۵	–
نیتروزا	–	۰/۵۶	۱/۱۲	۱/۶۸
مکمل موادمعدنی و ویتامینه[1]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
نمک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ترکیبات شیمیایی				
ماده خشک	۸۹	۸۸/۸۲	۸۸/۷۸	۸۸/۷۵
انرژی‌متابولیسمی (مگاکالری درکیلوگرم)	۲/۲۲	۲/۲۲	۲/۲۲	۲/۲۲
پروتئین خام	۱۱/۵۴	۱۱/۵۳	۱۱/۵۲	۱۱/۵۱
چربی خام	۲/۲۰	۲/۳۰	۲/۳۰	۲/۳۰
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۳/۲	۴۳/۴	۴۳/۶	۴۳/۸
خاکستر خام	۶/۴۴	۶/۵	۶/۵	۶/۶
کربوهیدرات‌های غیر الیافی	۳۹/۸	۳۹/۹	۴۰/۱	۴۰/۳

۱– مکمل مواد معدنی و ویتامینه با نام تجاری چینه چین از شرکت مکمل سازی مهر چینه چین کیان (تهران) که هرکیلوگرم از مکمل شامل: ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۵۰ گرم کلسیم، ۲۰ گرم فسفر، ۵۰ گرم سدیم، ۲۰ گرم منیزیوم، ۳ گرم آهن، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم روی، ۲۸۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۴ میلی‌گرم سلنیوم و ۴۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان بود.

آزمون تولید گاز جیره‌ها با روش مرسوم و بر پایه روش پیشنهادی منک و همکاران (۳۰) و تغییر یافته توسط بلومل و ارسکوف (۸) به شرح زیر انجام شد. مواد خوراکی ابتدا با آسیاب دارای الک یک میلی‌متری آسیاب و همگن شده و ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه براساس ماده خشک در داخل هر سه نوع سرنگ تحت آزمایش ریخته شده و برای هر نمونه سه تکرار در نظر گرفته شد. تکرار آزمایش با فاصله دو هفته برای هر نمونه انجام شد. مایع شکمبه از ۳ رأس گوسفند دارای فیستوله شکمبه‌ای قبل از خوراک‌دهی صبح تهیه شده و بعد از صاف کردن با پارچه متقال دولایه با هم دیگر مخلوط شد. جیره گوسفندان شامل یونجه خشک، کاه گندم، دانه جو، دانه ذرت، سبوس گندم، تفاله چغندر، کنجاله سویا و مکمل به ترتیب ۲۰، ۲۰، ۳۰، ۱۰، ۱۰، شش، سه و یک درصد بود. جیره‌ها در حد احتیاجات نگهداری و به صورت کاملاً مخلوط

در دو وعده صبح و عصر داده شده و دسترسی به آب و مکمل معدنی آزاد بود. مایع شکمبه با بافر تهیه شده به روش منک و استانگاس (۲۹) با نسبت‌های یک (مایع شکمبه) به دو (بافر) با هم مخلوط شد. مایع شکمبه از زمان اخذ از دام تا مخلوط شدن با بافر تحت گاز دی‌اکسید کربن قرار گرفت. مقدار۳۰ میلی‌لیتر از محیط کشت تهیه‌شده (مخلوط مایع شکمبه و بافر) در داخل هر سرنگ حاوی نمونه ریخته و در داخل آب ۳۹ درجه سلسیوس موجود در یک بن‌ماری قرار داده شد. برای حذف خطای ناشی از گاز تولیدی در اثر عمل میکروارگانیسم‌ها روی مواد خوراکی موجود در مایع شکمبه از سرنگ‌های شاهد (فقط حاوی ۳۰ میلی‌لیتر از محیط کشت) استفاده شد. برای حذف خطای ناشی از نمونه‌گیری مایع شکمبه در روزهای مختلف از نمونه استاندارد طبق روش منک و همکاران (۳۰) استفاده شد. میزان گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت ثبت شد. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری بر اساس داده‌های حاصل از قرائت گاز با استفاده از مدل فرنس و همکاران (۱۵) با احتساب زمان تأخیر برآورد شد.

(رابطه ۱) $G = A\ (1-e^{-c\ (t-L)-d\ (\sqrt{t}-\sqrt{L})}$

جایی که G برابر با تجمع گاز تولید شده در واحد زمان است، A برابر با مقدار کل تولید گاز (میلی‌لیتر)، c برابر با نرخ ثابت تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت)، d برابر با یک ثابت نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت ۱/۲)، L برابر با فاز تاخیر، t زمان و $t\ ½$ زمان برابر نیمی از کل زمان تولید گاز تجمعی است.

برای برآورد انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی از رابطه پیشنهادی منک و استانگاس (۲۹) و برای برآورد اسیدهای چرب کوتاه زنجیر از رابطه پیشنهادی گتاچیو و همکاران (۱۸) استفاده شد.

(رابطه ۲)

$$ME\ (MJ/kgDM) = 2.20 + 0.136GP + 0.057CP + 0.0029EE^2$$

(رابطه ۳)

$$OMD = 16.49 + 0.9042GP + 0.0492CP + 0.0387Ash$$

(رابطه ۴)

$$SCFA\ (mmol/200\ mgDM) = 0.0239GP – 0.0601$$

از رابطه ۲ برای برآورد انرژی قابل متابولیسم استفاده شد. در این روابط GP مقدار گاز تولید شده از ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه در ۲۴ ساعت، CP پروتئین خام، EE چربی خام و Ash خاکستر است (بر حسب درصد در ماده خشک).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS داده‌های جمع آوری شده در ۴ تیمار با ۴ تکرار در قالب طرح مربع لاتین و داده‌های با تکرار در فواصل زمانی آنالیز به‌صورت Repeated measurement رویه MIXED و داده‌های بدون تکرار با رویه GLM به همراه مقایسه‌های متعامد چند جمله‌ای آنالیز انجام شد (۳۷).

(رابطه ۶) $Y_{ikj}=\mu+P_i+S_k+T_j+E_{ikj}$

Y_{ikj}: نشان‌دهنده‌ی هر مشاهده در آزمایش، μ: میانگین کل جمعیتی که از طریق نمونه‌ها با فرض صفر مورد بررسی قرار می‌گیرد. P_i: اثر دوره، S_k: اثر حیوان، T_j: اثر تیمار، E_{ikj}: اثر اشتباه آزمایش، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح خطای ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی پوسته بادام

در جدول ۲ ترکیبات شیمیایی پوسته بادام استفاده شده در این تحقیق نشان داده شده است. ترکیبات فنلی و تانن به ترتیب ۵/۳۴۰، ۳/۳۹۴ برحسب گرم در کیلوگرم ماده خشک به‌دست آمد.

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی پوسته بادام (درصد در ماده خشک)

Table 2. Chemical composition of almond shell (percentage in dry matter)

ترکیبات شیمیایی	درصد
ماده خشک[1] (DM)	۹۰/۲۱±۲/۵۵
ماده آلی (OM)	۹۲/۸۵±۰/۱۵
پروتئین خام (CP)	۲/۴۰±۰/۰۷
چربی خام (EE)	۲/۸۰±۰/۰۲
خاکسترخام (Ash)	۷/۱۵±۰/۱۵
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	۳۳/۸۰±۰/۴۲
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	۲۵/۹۸±۰/۴۷
لیگنین (ADL)	۹/۷۵±۰/۵۹
سلولز (Cellulose)	۱۶/۲۳±۰/۲۹
همی سلولز (Hemicellulose)	۷/۸۲±۰/۱۶
کربوهیدراتهای غیر فیبری (NFC)	۵۳/۸۵±۰/۵۲
کربوهیدرات کل (CHO)	۸۷/۶۵±۰/۱۸
ترکیبات فنلی	۰/۵۳±۰/۰۲
تانن	۰/۳۴±۰/۰۱

۱- بر حسب وزن تر

برخی از مطالعات وجود غلظت‌های متوسط تانن را عاملی در جهت افزایش کارایی استفاده از پروتئین غذا می‌دانند (۳۱). در برخی پژوهش‌ها، حضور تانن ها موجب کاهش میزان اسید چرب فرار در شکمبه شده است و در مطالعات دیگر علت آن را به تأثیر منفی تانن بر جمعیت پروتوزوآیی و تجزیه‌پذیری سریع و نهایتا کاهش pH شکمبه مربوط می‌دانند (۳۱). البته اثرات مثبتی مانند محافظت پروتئین‌ها در مقابل تخمیر شکمبه ای، ضد انگلی نیز به تانن‌ها نسبت داده می‌شود (۲۵).

محققین گزارش کرده‌اند که افزایش میزان نیتروژن قابل دسترس در اثر استفاده از ترکیبات و روش‌های غیر فعال کننده تانن و کاهش میزان نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی را می‌توان به دلیل کاهش اتصال تانن–پروتئین دانست.

مشتقات پورینی و سنتز پروتئین میکروبی

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف اوره گرانوله و نیتروزا (منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش) بر میزان دفع مشتقات پورینی در جدول ۳ نشان داده شده است. آلانتوئین که جز مهم‌ترین محصول کاتابولیسم مشتقات مختلف پورینی دفع شده در ادرار است تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۳) و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت (p=۰/۰۴۱). کمترین مقدار آلانتوئین در تیمارهای ۱ و ۲ و بیشترین در تیمارهای ۳ و ۴ مشاهده شد. معنی‌دار شدن اثر خطی در مقایسه تیمارها نشان می‌دهد که با افزایش سهم نیتروزا در جیره مقدار آلانتوئین نیز افزایش داشته است (p=۰/۰۰۹). اسید اوریک تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان داد (p=۰/۰۱۶). به بیان دیگر در جیره‌های حاوی درصد بالای نیتروزا در مقایسه با سایر جیره‌ها، نسبت بیشتری از اسید اوریک دفع شده در ادرار مشاهده شد. محاسبه کل مشتقات پورینی دفع شده از ادرار، اختلاف معنی‌داری را بین جیره‌های آزمایشی نشان داد (p<۰/۰۵). بیشترین میانگین دفع کل مشتقات پورینی مربوط به تیمارهای ۳ و ۴ با نسبت بیشتری نیتروزا و نسبت کمتری اوره با نرخ سریع تجزیه بود (p=۰/۰۱۲). اطلاعات مربوط به کل مشتقات پورینی جذب شده، تولید نیتروژن میکروبی و سنتز پروتئین میکروبی در جدول ۳ نشان داده شده است که با توجه به این نتایج اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده گردید و تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفتند (p<۰/۰۵). در تمامی این پارامترها تیمار ۱ و ۲ تفاوت معنی‌داری با تیمار ۳ و ۴ (با درصد بالای نیتروزا و درصد کمتر اوره در جیره) داشت در حالی که بین تیمار ۱ با ۲ و تیمار ۳ با ۴ تفاوت آماری مشاهده نشد (p=۰/۰۱۲۱). معنی‌داری روند خطی نشان‌دهنده این است که با افزایش میزان نیتروزا در جیره این پارامترها نیز افزایش داشته‌اند (p=۰/۰۰۱۸). تیمارهایی که حاوی نسبت بیشتری نیتروزا بودند، پروتئین میکروبی بالاتری نیز تولید کرده بودند. می‌توان با مصرف ترکیبات نیتروژن آهسته رهش طی تخمیر، منبع نیتروژن را برای فعالیت میکروب‌ها طی مدت طولانی‌تری فراهم نمود و همزمانی بیشتری بین نیتروژن آمونیاکی و کربوهیدرات بوجود آورد که باعث آزادسازی تدریجی اوره و در نتیجه آن سنتز پروتئین میکروبی بیشتری می‌شود (۱۰).

جدول ۳– اثر جیره‌های آزمایشی بر مشتقات پورینی و سنتز پروتئین میکروبی در گوسفند

Table 3. The effect of experimental diets on purine derivatives and microbial pesotin synthesis in sheep

پارامترها	تیمارها				SEM	p-value			
	۱	۲	۳	۴		مدل	L	Q	P
آلانتوئین	۷/۳۷^{bc}	۶/۱۸^{c}	۱۱/۸۰^{a}	۱۰/۲۰^{ab}	۰/۸۵	۰/۰۴۱	۰/۰۰۹	۰/۸۲۶	۰/۰۱۰
گزانتین و هیپوگزانتین	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۹۸	۲/۱۰	۰/۳۹	۰/۴۵۵	۰/۰۳۹	۰/۸۸۰	۰/۲۹۳
اسید اوریک	۰/۳۸^{b}	۰/۲۸^{b}	۰/۸۸^{a}	۰/۷۲^{a}	۰/۰۷	۰/۰۱۶	۰/۰۰۲	۰/۶۸۱	۰/۰۰۳
کل مشتقات پورینی دفعی	۸/۶۷^{b}	۷/۳۸^{b}	۱۴/۶۶^{a}	۱۳/۰۴^{a}	۰/۸۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۸۵۶	۰/۰۰۴
کل مشتقات پورینی جذبی	۹/۵۶^{b}	۸/۰۳^{b}	۱۶/۶۹^{a}	۱۴/۷۷^{a}	۱/۰۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۸۵۶	۰/۰۰۴
تولید نیتروژن میکروبی	۶/۹۵^{b}	۵/۸۴^{b}	۱۲/۱۳^{a}	۱۰/۷۴^{a}	۰/۷۴	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۸۵۶	۰/۰۰۴
سنتز پروتئین میکروبی	۴۳/۴۵^{b}	۳۶/۴۸^{b}	۷۵/۸۴^{a}	۶۷/۱۱^{a}	۴/۶۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۸۵۶	۰/۰۰۴

SEM= میانگین اشتباه استاندارد، L: اثرات خطی، Q: اثر درجه دوم P: اثر درجه سوم، abc: حروف نامشابه در هرردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ، تیمار یک: جیره حاوی ۱/۵ درصد اوره، تیمار دو: جیره حاوی اوره و نیتروزا به ترتیب ۱ و ۰/۵۶ درصد، تیمار۳: جیره حاوی اوره و نیتروزا به ترتیب ۰/۵ و ۱/۱۲ درصد، تیمار۴: جیره حاوی ۱/۶۸ درصد نیتروزا

همچنین افزایش جمعیت باکتریایی شکمبه و بهبود قابلیت هضم با افزایش شاخص همزمانی توسط پژوهشگران پیشین گزارش شد (۱۱). طالبیان و همکاران (۴۰)، گزارش کردند که بیشترین میزان نیتروژن آمونیاکی مربوط به جیره حاوی اوره و کمترین متعلق به جیره حاوی ایزوبوتیرآلدئید منو اوره بود و جیره حاوی اپتیژن بین این دو جیره قرار گرفت و بیشترین میزان دفع نیتروژن در مدفوع مربوط به جیره‌های حاوی اپتیژن بود (۴۰). باتوجه به نتایج طالبیان مسعودی (۴۰) میزان دفع مشتقات پورینی و سنتز پروتئین میکروبی بین جیره‌های حاوی اپتیژن و اوره و ایزوبوتیرآلدئیدمنو، میزان دفع مشتقات پورینی و تولید پروتئین میکروبی تفاوتی مشاهده نشد که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد. در نتیجه با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش افزایش درصد نیتروژن غیر پروتئینی با نرخ تجزیه آهسته در جیره غذایی گوسفند، موجب افزایش پارامترهای مربوط به مشتقات پورینی ادرار و تولید پروتئین میکروبی بیشتری می‌شود.

قابلیت هضم مواد مغذی

نتایج مربوط به اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی در گوسفند در (جدول ۴) نشان داده شده است.

جدول ۴- اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی در گوسفند

Table 4. The effect of experimental diets on nutrient digestibility in sheep

پارامترها	تیمارها				p-value			
	۱	۲	۳	۴	SEM	مدل	L	Q	P
ماده خشک	۶۹/۱۲	۶۹/۳۰	۶۹/۵۷	۶۷/۶۳	۰/۸۱	۰/۰۹۳	۰/۲۹۰	۰/۲۳۵	۰/۵۴۸
پروتئین خام	۷۳/۱۸	۷۱/۴۲	۷۱/۹۷	۷۰/۵۵	۱/۰۰	۰/۲۶۲	۰/۱۵۴	۰/۸۶۷	۰/۳۷۹
چربی خام	۸۱/۷۷	۸۵/۹۵	۷۷/۹۲	۷۷/۶۹	۲/۵۰	۰/۲۳۱	۰/۱۲۰	۰/۴۱۲	۰/۱۲۴
ماده آلی	۷۲/۲۰	۷۳/۰۷	۷۳/۴۹	۷۱/۷۷	۰/۸۲۰	۰/۲۰۳	۰/۵۳۹	۰/۲۴۹	۰/۵۷۵
NDF[۱]	۶۰/۹۶[b]	۶۳/۴۷[ab]	۶۱/۰۴[b]	۶۵/۶۵[a]	۱/۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۴۹	۰/۳۵۷	۰/۰۴۵

۱- الیاف نامحلول در شوینده خنثی.

SEM= میانگین اشتباه استاندارد، L: اثرات خطی، Q: اثر درجه دوم P: اثر درجه سوم، abc: حروف نامشابه در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد، تیمار یک: جیره حاوی ۱/۵ درصد اوره، تیمار دو: جیره حاوی اوره و نیتروزا به ترتیب ۱ و ۰/۵۶ درصد، تیمار۳: جیره حاوی اوره و نیتروزا به ترتیب ۰/۵ و ۱/۱۲ درصد، تیمار۴: جیره حاوی ۱/۶۸ درصد نیتروزا.

باتوجه به جدول قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و ماده آلی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت و تفاوت آماری بین جیره‌های آزمایشی مشاهده نشد. قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری را بین جیره‌های آزمایشی نشان داد (p=۰/۰۱۳۲). به‌طوری‌که تیمارهای ۴ و ۲ دارای بیشترین مقدار بودند. بررسی روند خطی تیمارها نشان می‌دهد که با افزایش نسبت نیتروزا در جیره قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده نیز افزایش می‌یابد (p=۰/۰۴۸۷). نتایجی که سیدمومن و همکاران (۳۹) بدست آوردند با نتایج قابلیت هضم ماده خشک این پژوهش مطابقت دارد. عدم تغییر در گوارش‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام و بهبود قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی نشان دهنده کافی بودن غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه برای فرایند تخمیر می‌باشد (۳۵). بیشترین نرخ قابلیت هضم پوسته بادام در مقایسه با یونجه ۲ و۴ ساعت پس از انکوباسیون است (۲۸). محققین گزارش کردند که در همه دوره‌های انکوباسیون قابلیت هضم ماده خشک پوسته بادام بیشتر از یونجه بود که علت آن می‌تواند بالا بودن میزان کربوهیدرات‌های غیرالیافی و پایین بودن محتوی الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی پوسته بادام نسبت به یونجه باشد (۴۸). پوسته بادام بهتر از یونجه تحت تأثیر فرایند هضم و جذب قرار می‌گیرد بنابراین بدلیل تجزیه‌پذیری مناسب ماده خشک پوسته بادام، برای تبدیل به گوشت بازده مناسبی می‌تواند داشته باشد (۳۹). بر اساس نتایجی که محققین بدست آوردند، استفاده از اوره آهسته رهش در جیره گاوهای شیری تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک نداشت (۲۴). همچنین در گاوهای گوشتی باعث بهبود جریان روده‌ای شد اگرچه قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و کربوهیدرات‌های غیرالیافی را تحت تأثیر قرار نداد (۳۸). وارگا (۴۳) گزارش کرد که منابع فیبر غیر علوفه‌ای مانند پوسته بادام می‌تواند بر قابلیت هضم فیبر جیره تأثیر بگذارد. آسیاب کردن پوسته بادام اثری بر میزان مصرف و خوش‌خوراکی نداشته، اما قابلیت هضم ماده آلی و الیاف خام را کاهش می‌دهد (۳). علاوه بر تأثیر جیره غذایی بر میزان جمعیت میکروبی شکمبه، محتوی داخلی شکمبه نیز قابلیت دسترسی برخی مواد مغذی از جمله نیتروژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴۷).

نتایج مربوط به ابقاء و تعادل نیتروژن در (جدول ۵) نشان داده شده است. مطابق این جدول هیچ کدام از پارامترهای مربوط به ابقاء و تعادل نیتروژن تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت و تفاوت آماری بین تیمارها مشاهده نشد (p >۰/۰۵). با استفاده از میزان نیتروژن دفع شده از ادرار، می‌توان میزان مصرف نیتروژن توسط دام را تعیین کرد (۲۲). ترکیبات نیتروژن آهسته رهش می‌توانند باعث کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه شوند، که در بسیاری از گزارش‌هایی که از انواع ترکیبات آهسته رهش استفاده‌شده بود مشاهده شد (۳۸،۴۶). مصرف ترکیبات آهسته رهش نظیر اوره ترکیب شده با کلرید کلسیم (۲۲) یا اوره ترکیب شده با آلدئید (۳۳) بدلیل مزه تلخی که دارند می‌تواند ماده خشک مصرفی وخوش‌خوراکی جیره را تحت تأثیر قرار دهد. میزان استفاده از مکمل اوره آهسته‌رهش به نوع محصول (اوره آهسته‌رهش)، نوع جیره و مرحله تولید بستگی دارد (۲۲). میزان پروتئین پوسته بادام برای تأمین نیازهای پروتئینی در گوسفندهای پرواری ناکافی است (۱۳). همچنین جیره‌های غذایی که دارای پروتئین پایینی هستند باعث کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها در شکمبه و محدودیت هضم فیبر می‌شود (۲۸). استفاده از پوسته بادام به همراه یک منبع نیتروژن ارزان قیمت مانند اوره توصیه شده است (۴۹). خصوصیات فیزیکی پوسته بادام درختی مشخص شده است که دانسیته توده‌ای و ظرفیت نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی از جمله قابلیت انحلال و دانسیته توده‌ای پوسته بادام در (جدول۶) نشان داده شده است.

جدول ۵- اثر جیره‌های آزمایشی بر ابقا و تعادل نیتروژن

Table 5. The effect of experimental diets on nitrogen retention and balance

پارامترها	تیمارها				SEM	p-value			
	۱	۲	۳	۴		مدل	L	Q	P
نیتروژن مصرف شده	۲۴/۳۶	۲۴/۳۶	۲۴/۳۶	۲۴/۳۶	–	–	–	–	–
نیتروژن دفع شده از ادرار	۱۰/۴۵	۹/۳۰	۹/۰۸	۹/۱۹	۰/۷۵	۰/۷۳۹	۰/۸۲۳	۰/۸۰۷	۰/۵۲۰
نیتروژن دفع شده از مدفوع	۶/۱۰	۶/۰۳	۶/۹۴	۵/۹۰	۰/۱۲	۰/۳۰۲	۰/۷۲۹	۰/۲۲۴	۰/۳۴۲
مجوع نیتروژن دفع شده از ادرار و مدفوع	۱۶/۵۴	۱۵/۳۲	۱۶/۰۲	۱۵/۰۹	۰/۶۴	۰/۶۸۴	۰/۸۴۱	۰/۹۱۶	۰/۳۹۱
مجوع نیتروژن ابقا شده	۷/۸۲	۹/۰۳	۸/۳۴	۹/۲۷	۰/۶۴	۰/۶۸۴	۰/۸۴۱	۰/۹۱۶	۰/۳۹۱
بازدهی ابقا نیتروژن	۳۲/۰۸	۳۷/۰۹	۳۴/۲۲	۳۸/۰۷	۲/۶۲	۰/۶۸۴	۰/۸۴۱	۰/۹۱۶	۰/۳۹۱

SEM= میانگین اشتباه استاندارد، L: اثرات خطی، Q: اثر درجه دوم P: اثر درجه سوم، abc: حروف نامشابه در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد، تیمار یک: جیره حاوی ۱/۵ درصد اوره، تیمار دو: جیره حاوی اوره و نیتروزا به ترتیب ۱ و ۰/۵۶ درصد، تیمار۳: جیره حاوی اوره و نیتروزا به ترتیب ۰/۵ و ۱/۱۲ درصد، تیمار۴: جیره حاوی ۱/۶۸ درصد نیتروزا.

جدول ۶- ویژگی‌های فیزیکی (قابلیت انحلال و دانسیته توده‌ای) پوسته بادام و علوفه خشک یونجه

Table 6. Physical properties (solubility and bulk density) of almond shell and dried alfalfa

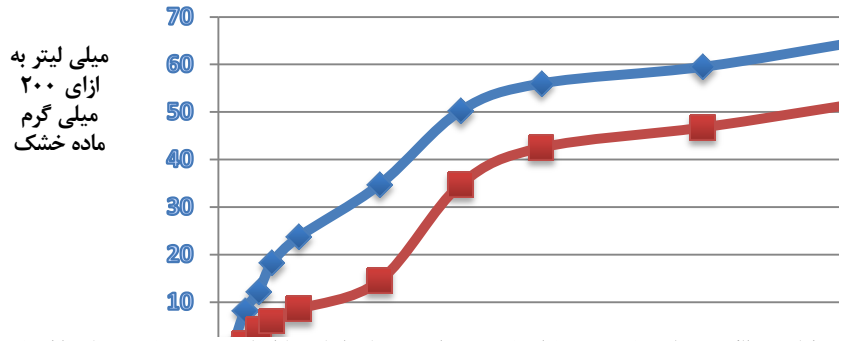
قابلیت انحلال (درصد)	پوسته بادام	علوفه خشک یونجه
ماده خشک	۴۸/۳۰ ± ۰/۹۳	۳۷/۵۳±۰/۹۸
ماده آلی	۴۶/۳۱ ± ۱/۱۸	۳۲/۲۴±۱/۲۲
خاکستر	۷۷/۸۱ ± ۲/۶۹	۷۵/۸۸±۰/۳۰
دانسیته توده‌ای (گرم در میلی‌لیتر)		
BD_{50} [۱]	۰/۵۱۳±۰/۰۲۳	۰/۳۶۱±۰/۰۳۹
$BD_{50,100}$ [۲]	۰/۵۷۲±۰/۰۲۷	۰/۳۷۷±۰/۰۱۰
BD_{100} [۳]	۰/۵۶۶±۰/۰۱۳	۰/۳۶۹±۰/۰۰۲

۱- پر کردن استوانه مدرج تا حجم ۵۰ میلی‌لیتر در یک مرحله؛ ۲- پر کردن استوانه مدرج تا حجم ۵۰ میلی‌لیتر و در ادامه تا حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر؛ ۳- پر کردن استوانه مدرج تا حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر در یک مرحله.

نگهداری آب با خطر ناهنجاری‌های هضمی و قابلیت انحلال با قابلیت دسترسی مواد مغذی ارتباط دارند (۱۹). دانسیته توده‌ای در ماده خشک مصرفی، نرخ عبور و میانگین زمان ماندگاری در شکمبه موثر است. قابلیت هضم ماده خشک واریته‌های مختلف پوسته بادام تقریباً یکسان و به‌طور متوسط ۶۱ درصد بود اما تفاوت چشمگیری در میزان قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده اسیدی واریته‌های مختلف وجود داشت که این میزان دامنه‌ای از ۴/۸ تا ۲۳/۳ درصد متغیر بود (۲). بررسی نتایج نشان می‌دهد که پوسته‌های بادامی که دارای الیاف نامحلول در شوینده خنثی بالا هستند دانسیته توده‌ای پایینی دارند که این نتایج با یافته‌های سایر محققین در مورد یگر خوراک‌ها مطابقت دارد (۱۹). طبق تحقیقات انجام گرفته خوراک‌های با الیاف نامحلول در شوینده خنثی دانسیته توده‌ای پایینی داشته و احتمالا تأثیر بیشتری در پر کردن شکمبه نسبت به خوراک‌های با دانسیته توده‌ای بالا دارند (۱۹).

فراسنجه‌های تولید گاز پوسته بادام درختی

الگوی تولید گاز (شکل ۱) و فراسنجه‌های تولید گاز و تغذیه‌ای پوسته بادام با و بدون افزودن پلی اتیلن گلیکول در جدول (۷) نشان داده شده است.



شکل ۱- الگوی تولید گاز پوسته بادام با و بدون افزودن پلی اتیلن گلیکول در زمان‌های مختلف انکوباسیون

Figure 1. Almond shell gas production pattern with and without the addition of polyethylene glycol at different incubation times

جدول ۷- فراسنجه‌های تولید گاز و تغذیه‌ای پوسته بادام با و بدون افزودن پلی اتیلن گلیکول
Table 7. Gas production and nutritional parameters of almond shell with and without polyethylene glycol

اقلام	پوسته بادام بدون افزودن پلی اتیلن گلیکول	پوسته بادام با افزودن پلی اتیلن گلیکول
پتانسیل تخمیر A (میلی‌لیتر گاز به ازای هر گرم ماده خشک)	۳۳۴/۳±۲۰/۶	۲۶۵/۱±۲۸/۷
نرخ تولید گاز c (واحد در ساعت)	۰/۰۳۶±۰/۰۰۹	۰/۰۶۷±۰/۰۲۱
فاز تأخیر Lag (ساعت)	۰/۱۲±۰/۰۱	۲/۱۶±۱/۰۵
تولید گاز ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)	۳۴/۷۵±۲/۲	۱۴/۵±۱/۵
انرژی متابولیسمی (مگاژول به ازای هر کیلوگرم ماده خشک)	۷/۰۷±۰/۰۵	۳/۰۱±۰/۰۴
ماده آلی قابل‌هضم (درصد)	۵۱/۸۶±۳/۳	۲۲/۰۵±۱/۸
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر(میلی‌مول به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)	۰/۷۷±۰/۰۴	۰/۳۳±۰/۰۲

منحنی تولید گاز شامل سه بخش است؛ بخش اول مرحله بطئی خیس خوردن و چسبیدن میکروب‌ها، بخش دوم مرحله نمایی که بیانگر هضم آنزیمی است و بخش سوم که مرحله کاهش تولید گاز است که همزمان با کاهش سوبسترا صورت می‌گیرد در این پژوهش نیز منحنی تولید گاز از الگوی فوق‌الذکر پیروی می‌کند.

پوسته بادام درختی از ترکیبات فنلی و تانن کمتری برخوردار بوده بنابراین، افزودن پلی اتیلن گلیکول با سه برابر وزنی به نمونه اثر منفی بر فعالیت میکروبی گذاشته و حجم گاز کاهش یافته است. منک و استینگاس (۲۹)، گزارش نمودند که وقتی که از روش تولید گاز برای تعیین خصوصیات هضمی مواد خوراکی استفاده می‌شود فرض بر این است که گاز تولیدی تحت‌تأثیر هیچ عامل دیگری جز ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی خوراک قرار نمی‌گیرد اما تغییر در فعالیت میکروبی مایع شکمبه ممکن است روی نرخ تخمیر و استوکیومتری تخمیر اثر بگذارد. به‌طور کلی عواملی مانند منشأ میکروبی مایع شکمبه، گونه دامی که مایع شکمبه از آن جمع‌آوری می‌گردد، زمان جمع‌آوری مایع شکمبه، جیره غذایی دام دهنده مایع شکمبه و حتی مدت نگهداری و نوع مواد نگهدارنده مایع شکمبه می‌توانند روی ماهیت مایع شکمبه و فعالیت میکروبی آن تأثیر بگذارد.

فراسنجه‌های تولید گاز خوراک‌های مختلف نشان‌دهنده تفاوت در ترکیبات شیمیایی مثل‌کربوهیدرات‌های قابل تخمیر، پروتئین خام، دیواره سلولی و غیره می‌باشد به هر حال نرخ گاز تولیدی نسبت به مواد آلی تخمیر شده با طول زمان تخمیر متفاوت است. در زمان‌های طولانی‌تر انکوباسیون ماده آلی کمتری برای تولید حجم مساوی گاز نسبت به زمان‌های کوتاه‌تر انکوباسیون لازم است. اگر چه تولید گاز یک محصول‌غذایی بی‌فایده است اما پایه‌های مفیدی که از آن انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر ممکن است پیش‌بینی شوند را فراهم می‌کند. با توجه به کاربرد روش تولید گاز در ارائه اطلاعات اضافی از فراسنجه‌های تغذیه‌ای مثل انرژی قابل متابولیسم، انرژی شیردهی، قابلیت هضم ماده آلی و پروتئین میکروبی می‌توان از این روش در برآورد میزان تخمیر و مهار شدگی تخمیر و انتقال آن به بخش‌های پایین‌تر دستگاه گوارش و تخمین ارزش غذایی خوراک‌ها برای تنظیم جیره غذایی نشخوارکنندگان استفاده کرد (۲۹). علاوه بر اثر منفی گاز متان که در کاهش راندمان انرژی مصرفی دام‌ها دارد این گاز ۱۰ برابر دی اکسید کربن در بروز پدیده گازهای گلخانه‌ای نقش دارد و پیش‌بینی می‌شود که این گاز مسبب ۱۵-۱۷ درصد از پدیده گرم شدن زمین باشد. در حال حاضر وجود متان در شکمبه در گرم شدن کره زمین شناخته شده می‌باشد و تلاش برای دستکاری تخمیر میکروبی شکمبه به سمت کاهش تولید متان از طریق استفاده از مواد افزودنی خوراک، یک اولویت اصلی محسوب می‌شود (۳۴) مهار فعالیت متانوژن‌ها همواره به‌عنوان یکی از راهکارهای بهبود انرژی قابل متابولیسم مطرح بوده است. مقدار گاز تولید شده می‌تواند بیانگر گوارش شاید وجودپذیری مواد خوراکی مورد استفاده نیز باشد (۲۹). تانن‌ها در حجم کل گاز تولیدی مؤثر بوده است. گزارش شده است که تانن‌های قابل هیدرولیز در مقادیر زیاد برای نشخوارکنندگان و جمعیت میکروبی شکمبه سمی است. اثر محدود کننده تانن‌های متراکم در کاربرد مواد مغذی و کاهش در فعالیت‌های آنزیمی نیز گزارش شده است (۲۵).

نتیجه‌گیری کلی

منابع نیتروژن غیر پروتئینی از جمله نیتروزا و اوره می‌توانند کمبود پروتئین خام جیره‌های حاوی پوسته بادام را تأمین کنند. با افزایش یافتن نسبت نیتروزا (منبع نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش) در جیره، تولید نیتروژن میکروبی و سنتز پروتئین میکروبی افزایش می‌یابد هر چند به نظر می‌رسد که بهترین نتیجه در استفاده از دوسوم نیتروزا و یک‌سوم اوره از کل سهم پروتئین خام مورد نیاز به‌عنوان مکمل نیتروژنی باشد. استفاده از نیتروزا به‌عنوان یک منبع نیتروژن غیر پروتئینی آهسته رهش به‌جای اوره گرانوله‌ای که با سرعت بالایی در شکمبه تجزیه می‌شود. هرچند نتوانست تعادل نیتروژن را در گوسفندان تحت آزمایش بهبود بخشد اما سبب افزایش قابلیت هضم الیاف شد.

منابع

1. Afshar, S., M. Kazemi-Bonchenari and H.R. Ferdowsi. 2015. Effect of feeding whole or cracked barley grain accompanied by soybean meal or urea on nutrients digestibility and parameters of rumen in Mehraban sheep. Research on Animal Production, 6: 102-107 (In Persian).
2. Aguilar, A.A., N.E. Smith and R.L. Baldwin. 1984. Nutritional value of almond hulls for dairy cows. Journal of Dairy Science, 67: 97-103.
3. Alibes, X., M.R. Maestre, F. Munoz, J. Combellas and J. Rodriguez. 1983. Nutritive value of almond hulls for sheep. Animal Feed Science and Technology, 8: 63-67.
4. AOAC, 2000. Official methods of analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Shemists. Washington, DC.
5. AOAC, 2002. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
6. Arosemena, A., E.J. Depeters and J.G. Fadel. 1995. Extent of variability in nutrient composition within selected by-product feedstuffs. Animal Feed Science and Technology, 54: 103-120.
7. Bagheripour, E., Y. Rouzbehan and D. Alipour. 2008. Effects of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on in vitro gas production of pistachio by-products. Animal Feed Science and Technology, 146: 327-336.
8. Blümmel, M and E.R. Ørskov. 1993. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Animal Feed Science and Technology, 40: 109-119.
9. Chen, X.B. and J.M. Gomes. 1995. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details. International feed resources unit, Rowett Research Institute, Bucksburn Aberdeen AB2 9SB, UK.
10. Cherdthong, A. and M. Wanapat. 2010. Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: A review. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4: 2232-2241.
11. Chumpawadee, S., K. Sommart, T. Vongpralub and V. Pattarajinda. 2006. Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen and nutrient digestibility in beef cattle. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 19: 181-188.
12. Clutter, S.H. and A.V. Rodiek. 1992. Feeding value of diets containing almond hulls. In: Proceedings of the Equine Nutrition and Physiology Society, 12: 99-102.
13. Ensminger, M.E. 2002. Sheep and Goat Science. 6th edn. Interstate Publishers, Inc., USA, 342-358.
14. FAO. 2007. http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID= 567#ancor.
15. France, J., J. Dijkstra, M.S. Dhanoa, S. Lopez and A. Bannink. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profile observed in vitro: Derivation of models and other mathematical considerations. British Journal Nutrition, 83: 143-150.
16. Galo, E., S.M. Emanuele, C.J. Sniffen, J.H. White and J.R. Knapp. 2003. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. Journal Dairy Science, 86: 2154-2162.
17. Getachew, G., G.M. Grovetto, M. Fondevila, U. Krishnamoorthy, B. Singh, M. Spanghero, H. Steingass, P.H. Robinson and M.M. Kailas. 2002. Laboratory variation of 24 h in vitro gas production and estimated metabolizable energy values of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 102: 169-180.
18. Getachew, G., P.H. Robinson, E.J. DePeters and S.J. Taylor. 2004. Relationship between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology, 111: 57-71.
19. Giger-Reverdin, S. 2000. Characterisation of feedstufs for ruminants using some physical parameters. Animal Feed Science and Technology, 86: 53-69.
20. Golchin-Gelehdooni, S., A.Teimori-Yanesari and H. Taghavi kargan. 2013. The effects of alfalfa particle size and processed canola meal on physicochemical properties of ration in Zel sheep. Research on Animal Production, 4: 47-61 (In Persian).
21. Golombeski, G.L., K.F. Kalscheur, A.R. Hippen and D.J. Schingoethe. 2006. Slow-release urea and highly fermentable sugars in diets fed to lactating dairy cows. Journal Dairy science, 89: 4395-4403.
22. Imani Rad, M., Y. Rouzbehan and J. Rezaei. 2016. Effect of dietary replacement of alfalfa with urea-treated almond hulls on intake, growth, digestibility, microbial nitrogen, nitrogen retention, ruminal fermentation, and blood parameters in fattening lambs. Journal Animal Science, 94: 349-358.
23. Jahanban Sfahlan, A., A. Mahmoodzadeh, A. Hasanzadeh, R. Heidari and R. Jamei. 2009. Antioxidants and antiradicals in almond hull and shell (*Amygdalus communis* L.). Food Chemestry, 115: 529-533.
24. Kertz, A.F. 2010. Review: Urea Feeding to Dairy Cattle: A Historical Perspective and Review. The Professional Animal Scientist, 26: 257-272.
25. Makkar, H.P.S., M. Blümmel and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. British Journal Nutrition, 73: 897-913.
26. Makkar, H.P., N.K. Borrowy and K. Becker. 1992. Quantication of polyphenols in animal feedstuffs. Proceeding of the 15th International conference of group polyphenol, Lisboa, Prtugal (13-17th July).
27. Mazinani, M. 2015. Degradation kinetics of urea and other slow urea sources on nitrogen release in ruminants rumen, Third National Seminar on Livestock and Poultry Management.

28. McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh and C.A. Morgan. 2002. Animal Nutrition, sixth ed. Prentice Hall, Essex, UK.
29. Menke, K.H and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Annual Research Development, Separate print, 28: 7-55.
30. Menke, K., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz and W, Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production technique when they are incubated with rumen liquor in vitro. Journal Agricultural Science, 93: 217-222.
31. Min B.R., T.N. Barry, G.T. Attwood, W.C. McNabb. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. Animal feed science and technology, 106: 3-19.
32. Norollahi, H., A. Kamalzadeh and A. Karimi. 2005. Determination of chemical composition and digestibility of almond hull. Acta Horticulturae 726: 591-594.
33. Ørskov, E. 1999. Supplement strategies for ruminants and management of feeding to maximize utilization of roughages. Preventive Veterinary Medicine, 38: 179-185.
34. Patra, A.K. and J. Saxena. 2010. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in ruminants. Phytochemistry, 71: 1198-1222.
35. Puga, D.C., H.M. Galina, R.F. Peréz-Gil, G.L. Sangines, B.A. Aguilera, G.F.W. Haenlein, C.R. Barajas and H.J.G. Herrera. 2001. Effect of a controlled-release urea supplementation on feed intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal kinetics of sheep fed low quality tropical forage. Small Ruminant Research, 41: 9-18.
36. Reed, B.A. and D.L. Brown. 1988. Almond hulls in diets for lactating goats: Effects on yield and composition of milk, feed intake and digestibility. Journal Dairy Science, 71: 530-533.
37. SAS. 2004. SAS® 9.1 SQL Procedure User's Guide; Statistics. Statustical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.
38. Serrano, C. and A. Ferriani-Branco. 2013. Slow release urea in beef cattle diet: digestibility, microbial synthesis and rumen kinetic. Agrociencia, 47: 13-24.
39. Seyed Momen, S.M., A. Nikkhah and M. Zahedifar. 2003. Study of the effects of different levels of pistachio pods and tannin residues on body growth and production of Raini fluffy goat fluff, Master Thesis in Animal Science. Islamic Azad University of Karaj.
40. Talebian Masoudi, A.R., M.M. Moeini, M. Souri, H. Mansouri and M. Abdoli Senejani. 2016. The effect of non-protein nitrogen compounds of slow release of isobutyraldehyde monourea and optigen on ruminal parameters and nutrient digestibility in sheep. Journal of Ruminant Research, 4: 23-44.
41. Teymouri Chameh Bin, A., A. Teymouri Yansari, Y. Chashniidel and A. Jafari Sayadi. 2017. Investigation of chemical composition, qualitative characteristics and degradability parameters of rumen degradable orange silage with wheat straw and urea. Research on Animal Production, 8: 84-95.
42. Tikofsky, J. and G.A. Harrison. 2006. Optigen ll: Improving the efficiency of nitrogen utilization in the dairy cow. In: nutritional biotechnology in the feed and food industries: proccedings of Alltechs 22 and annual symposium, Lexington, released urea in diet high in soluble crude protein. Livestock Science, 129: 179-185.
43. Varga, G.A. 2006. In vivo digestibility of forages. Proc. Tri-State dairy nutrition conference. Fort Wayne, IN. The Ohio state university, Columbus. 95-106 pp.
44. Wanapat, M., S. Polyorach, K. Boonnop, C. Mapato and A. Cherdthong. 2009. Effects of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. Livestock Science, 125: 238-243.
45. Weiss, W.P., N.R. St-pierre and L.B. Willet. 2007. Factore affecting manur output on dairy farms. In: Tri-State Dairy Nutr. Conf., Ft. Wayne, IN, USA. 55-62 pp.
46. Xin, H.S., D.M. Schaefer, Q.P. Liu, D.E. Axe and Q.X. Meng. 2010. Effects of polyurethane coated urea supplement on in vitro ruminal fermentation, ammonia release dynamics and lactating performance of Holstein dairy cows fed a steam-flaked corn-based diet. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23: 491-500.
47. Yalchi, T and S. Kargar. 2010. Chemical composition and in situ ruminal degradability of dry matter and neutral detergent fiber from almond hulls. Journal Food Agriculture and Environment, 8: 781-784.
48. Yalchi, T. 2011. Determination of digestibility of almond hull in sheep. African Journal Biotechnology, 10: 3022-3026.
49. Yalchi, T., A. Teimouri Yansari, M. Rezaei and Y. Chashnidel. 2017. Determination of Solubility and Potential of Acid Production of some Feedstuffs and Investigation of their *In Vitro* Fermentation in Natural and Induced Acidosis Conditions. Research on Animal Production, 8(16): 111-120.
50. Zahmatkesh, D. and M. Jahani-Moghadam. 2017. Partial replacement of soybean meal with slow releasing non protein nitrogen source in dairy cows: performance and economic implications. Animal Sciences Journal, 117: 203-214.

The Effect of Replacement of Slow Releasing Non-Protein Nitrogen Source by Urea in Diets Containing Almond Hulls on Microbial Protein Production and Nitrogen Balance in Sheep

Elnaz Ghanbari[1], Jamal Seifdavati[2], Taher Yalchi[3], Hossein AbdiBenemar[4] and Reza SeyedSharifi[4]

1- Graduated M.Sc. Student of Animal Nutrition, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili
2- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, (Corresponding author: jseifdavati@uma.ac.ir)
3- Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Moghan Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili
4- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili
Received: 26 Februrary, 2021 Accepted: 12 Jun, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Using horticultural and agricultural products such as almond hull is a useful way to compensate for feedstuff shortages and reduce environmental pollution. This study was conducted to investigate the effect of slow-release non-protein nitrogen replacement (Nitrosa) with urea in diets containing almond hulls on microbial protein production and nitrogen balance in sheep in order to provide an inexpensive non-forage fiber source with easily accessible nitrogen.

Materail and Methods: This study was performed using four adult sheep weighing 49.33 ± 4.59 which were kept in metabolic cages were assigned in a 4×4 Latin square design in four 19-days periods. Feed intake and daily excretion of feces and urine were measured. Four rations were tested with the same raw protein and energy content, which contained 36% of the total crude protein content of non-protein nitrogen supplements. Only urea was used in the first treatment. In the second treatment, 24% of the crude protein required by urea and 12% by Nitrosa were provided. In the third treatment of urea and Nitrosa, respectively, 12 and 24%, and in the fourth treatment, Nitrosa was used only to provide 36% of the total crude protein needed in four periods. Each period included 14 days of habit and 5 days of measurements.

Results: Allantoin showed a significant difference between treatments under the influence of experimental diets. So that treatment 3 had a significant difference with treatment 1 and 2, but did not differ with treatment 4. Also, treatment 2 had a significant difference with treatment 4 ($p<0.05$). Xanthine and hypoxanthine were not affected by diets ($p>0.05$). Uric acid, total purine derivatives excreted and all purine derivatives absorbed microbial nitrogen production, and microbial protein production under experimental diets showed a significant difference between treatments ($p<0.05$). The dry matter digestibility, crude protein, crude fat, and organic matter were not affected by the experimental syringes and there was no significant difference between the treatments ($p>0.05$). The digestibility of insoluble fiber in neutral detergent under the influence of experimental diets showed a significant difference between treatments ($p<0.05$). Treatment 4 had significant differences with treatment 1 and 3 and there was no difference between treatment 4 and 2.

Conclusion: Based on the results Using Nitrosa in diets containing almond hull as a low-cost non-forage fiber source also low-protein can be useful in improving the digestibility of fiber.

Keywords: Almond hull, Moghani sheep, Nitrosa, Urea