



دانشگاه گیلان

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد هشتم، شماره اول، ۱۳۹۹

<http://ejrr.gau.ac.ir>

۱۰۹-۱۲۴

## تأثیر نسبت متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به قابل تجزیه شکمبه‌ای در گوسفندان تغذیه شده با سطح بالای کاه گندم بر تخمیر شکمبه‌ای، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، متابولیت‌های خونی، و تولید پرتئین میکروبی

علی ولی‌زاده<sup>۱</sup>، مهدی کاظمی بن‌چناری<sup>۲</sup>، مهدی خدایی مطلق<sup>۲</sup>، محمدحسین مرادی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد، <sup>۲</sup>دانشیار و <sup>۳</sup>استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اراک،

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۸

### چکیده

**سابقه و هدف:** کاه گندم علیرغم ارزش غذایی پایین اما به دلیل دسترسی بالا و همچنین قیمت کمتر از منابع علوفه‌ای دیگر مصرف زیادی در پروار بندی بره دارد. روش‌های متفاوتی نظیر فرآوری شیمیایی کاه گندم صورت گرفته است که می‌تواند برای دامدار و دام همراه با عوارض باشد. از طرف دیگر یکی از روش‌های بهبود قابلیت هضم علوفه‌های کم کیفیت و افزایش عملکرد دام‌ها، توازن مناسب منابع نیتروژنی موجود در جیره است. به گونه‌ای که افزایش سطح پروتئین عبوری در جیره نشخوارکنندگان سبب بهبود کارایی مورد استفاده قرار گرفتن منابع علوفه‌ای کم کیفیت شده است. بنابراین در مطالعه حاضر تأثیر سه سطح متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در جیره‌های حاوی سطح بالایی از کاه گندم (۴۰۰ گرم در کیلوگرم) بر روی فراسنجه‌های تخمیر، قابلیت هضم مواد غذایی، متابولیت‌های خونی و مشتقات پورینی ادرار مورد بررسی قرار گرفته است.

**مواد و روش‌ها:** تعداد سه راس بره نژاد فراهانی با فیستولای دائم شکمبه‌ای در قالب سه تیمار و طرح مربع لاتین ۳ در ۳ و با دوره‌های ۲۱ روزه (۱۴ روز برای سازش‌پذیری به جیره‌ها و ۷ روز برای نمونه‌گیری) تحت آزمایش قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل سه تیمار بود که شامل؛ (۱) نسبت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه با نسبت (۳۰:۷۰) معادل نسبت کم، (۲) نسبت (۳۵:۶۵) معادل نسبت متوسط، و (۳) نسبت (۴۰:۶۰) برابر نسبت بالا بود. با جایگزینی کنجاله سویای فرآوری شده به جای کنجاله سویای معمولی نسبت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در جیره‌های آزمایشی متوازن شد. جیره پایه در آزمایش حاضر حاوی ۴۰۰ گرم در هر کیلوگرم کاه گندم بود. در آزمایش حاضر الگوی تخمیر شکمبه‌ای، قابلیت هضم مواد مغذی، سنتز پروتئین میکروبی از طریق مشتقات پورینی ادرار، متابولیت‌های خونی و فعالیت آنزیم‌های کبدی مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** مقدار خوراک مصرفی در بین سه تیمار تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0/05$ ). تفاوت غلظت کل اسیدهای چرب فرار تولید شده در مایع شکمبه در بین تیمارها معنی‌دار نبود، اما سطح استات تولید شده و همچنین سطح اسیدهای چرب فرار شاخه دار نیز در تیمار با نسبت پایین افزایش داشت ( $P = 0/01$ ). سطح نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه نیز در بالاترین سطح برای تیمار با نسبت پایین قرار داشت. فراسنجه‌های مربوط به قابلیت هضم بجز دیواره سلولی تفاوتی در بین تیمارها نداشتند و تیمار با

\*نویسنده مسئول: [m-kazemibonchenari@araku.ac.ir](mailto:m-kazemibonchenari@araku.ac.ir)

نسبت پایین پروتئین غیر قابل تجزیه دارای بیشترین قابلیت هضم دیواره سلولی بود ( $P = 0/04$ ). در بین متابولیت‌های خونی، تیمار با نسبت بالای پروتئین غیر قابل تجزیه سبب کاهش نیتروژن اوره‌ای خون گردید ( $P = 0/04$ ) ولی فراسنجه دیگری تحت تاثیر قرار نگرفت. غلظت آنزیم‌های کبدی نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. سطح آلانتوئین دفع شده از طریق ادرار ( $P = 0/03$ ) و به دنبال آن مجموع آلانتوئین و اسید اوریک دفعی در تیمار با نسبت بالای پروتئین غیر قابل تجزیه افزایش یافت ( $P = 0/04$ ) و از طرف دیگر دفع اوره ادراری در این تیمار کاهش نشان داد ( $P = 0/05$ ) که نشان دهنده بازدهی بالاتر نیتروژن مصرفی در این تیمار بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج آزمایش حاضر نشان داد که سطح پایین پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (۷۰:۳۰) سبب بهبود قابلیت هضم فیبر شد از طرفی سبب کاهش سنتز پروتئین میکروبی و افزایش دفع اوره از طریق ادرار شد و این فراسنجه‌ها در سطح بالاتر یعنی سطح ۶۰:۴۰ بهبود نشان دادند. لذا سطح بالاتر پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (۶۰:۴۰) در جیره‌هایی که سطح بالایی از کاه گندم به عنوان علوفه کم کیفیت دارد قابل توصیه می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** پروتئین قابل تجزیه، پروتئین غیر قابل تجزیه، علوفه کم کیفیت، گوسفند

## مقدمه

کاه گندم به عنوان خوراکی با سطح دیواره سلولی بالا بوده اما به دلیل قیمت پایین تر نسبت به برخی منابع علوفه‌ای دیگر و همچنین دسترسی بیشتر برای دامداران در پروار بندی بره نقش بسزایی دارد. ممکن است شیوه‌های متفاوت فرآوری همانند فرآوری‌های شیمیایی برای بهبود کیفیت کاه گندم مورد استفاده قرار گرفته باشد که البته برای دام مصرف کننده و یا حتی نیروی کارگری که با این مواد شیمیایی در تماس است ممکن است مخاطره انگیز باشد (۲ و ۱۶). روش دیگر برای افزایش قابلیت هضم محصولات خشبی، افزایش نیتروژن قابل دسترس برای میکروب‌های<sup>۱</sup> تجزیه کننده الیاف می‌باشد (۲۹). به طور کلی میکروبهای شکمبه نشخوارکنندگان سه منبع نیتروژن را استفاده می‌کنند که شامل نیتروژن آمونیاکی، نیتروژن اسید آمینه‌ای و نیتروژن پپتیدی می‌باشند (۲۶). هر کدام از این منابع نیتروژنی در غلظت بهینه خود می‌توانند سبب بهبود هضم الیاف شده و در نهایت بر عملکرد نشخوارکنندگان تاثیر داشته باشند. استفاده از

منابعی که سطح نیتروژن قابل دسترس میکروب‌ها را افزایش داده‌اند سبب بهبود قابلیت استفاده از منابع علوفه کم کیفیت گردیده‌اند (۱۲، ۱۳). از طرف دیگر فرایند بازچرخ اوره<sup>۲</sup> به درون دستگاه گوارش نشخوارکنندگان بررسی متابولیسم نیتروژن را پیچیده تر می‌نماید. زمانی که آمونیاک به داخل جریان خون وارد می‌شود، از طریق جریان خون به کبد رفته و در آن جا تبدیل به اوره می‌گردد. بسته به کیفیت جیره، بخشی از این اوره تولید شده می‌تواند به داخل دستگاه گوارش باز گردد (۱۹). در هر حال به نظر می‌رسد نیتروژن قابل دسترس در شکمبه که برای میکروب‌های شکمبه قابلیت استفاده دارد غالباً از بخش پروتئین قابل تجزیه خوراک به دست می‌آید و بر همین اساس است که افزایش سطح پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در نشخوارکنندگانی که با سطح بالای فیبر تغذیه شده اند تاثیر مثبت داشته است (۱۰). با این وجود تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از پروتئین غیر قابل تجزیه که شکمبه را نیز ترک می‌کند در نشخوارکنندگان در تأمین بخشی از نیتروژن قابل

1. Ruminally available nitrogen: RAN

2. Urea recycling into gastrointestinal

استفاده شده در تغذیه گوسفند در ایران، سطح بهینه پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه گوسفندانی که سطح بالایی از کاه گندم به عنوان خوراک با کیفیت پایین مصرف کرده است نیاز به پژوهش بیشتری دارد. مطالعه حاضر به منظور بررسی تاثیر نسبت‌های متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه<sup>۱</sup> در گوسفندان تغذیه شده با سطح بالای کاه گندم بر فراسنجه‌های شکمبه ای، قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و دفع مشتقات پورینی از طریق ادرار به منظور ارزیابی سنتز پروتئین میکروبی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقاتی گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اراک انجام گرفته است. به منظور بررسی و مقایسه تاثیر نسبت‌های متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه سه تیمار به صورت های زیر در نظر گرفت شد. (۱) نسبت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه با نسبت (۳۰:۷۰) معادل نسبت کم، (۲) نسبت (۳۵:۶۵) معادل نسبت متوسط، و (۳) نسبت (۴۰:۶۰) برابر نسبت بالا بود. منبع پروتئین اصلی مصرف شده در جیره کنجاله سویا بود که به عنوان منبع پروتئینی قابل تجزیه در تیمار اول استفاده شد. برای تغییر نسبت پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه در تیمارهای دوم و سوم سطوح مختلفی از کنجاله سویای فرآوری شده به جای کنجاله سویا جایگزین گردید (جدول ۱). منبع پروتئین عبوری ذکر شده از همان منبع پروتئینی کنجاله سویا تهیه گردیده بود تا توازن اسیدهای آمینه

دسترس در شکمبه می‌تواند نقش داشته باشد. مکانیزم افزایش نیتروژن قابل دسترس در شکمبه توسط بخش پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه جیره غالباً توسط سیستم بازچرخ اوره‌ای بیان شده است (۴ و ۵). در حقیقت استفاده از منبع پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه سبب افزایش نیتروژن ورودی به شکمبه از طریق بازچرخ اوره گردیده و این نیتروژن که به صورت پروتئین محلول می‌باشد در دسترس میکروب‌های شکمبه‌ای حیوان قرار خواهد گرفت و سبب افزایش سنتز پروتئین میکروبی قرار می‌گیرد (۲۴). البته مشخص شده است که اگر جیره نشخوارکنندگان سطح پایین تری از پروتئین داشته باشد بازچرخ اوره به درون دستگاه گوارش در زمان افزایش سطح پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه افزایش خواهد یافت؛ به گونه‌ای که مشخص شده است تلیسه‌هایی که سطح فیبر بالا دریافت کرده‌اند به افزایش سطح پروتئین عبوری نسبت به دام‌هایی که سطح فیبر کمتر دریافت کرده بودند پاسخ مثبت‌تری نشان داده‌اند (۲۰). همچنین در پژوهشی ویکرشام و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از تزریق بعد شکمبه ای کازئینات سدیم نشان دادند که قابلیت استفاده از منبع علوفه با کیفیت کم بهبود یافته است که این مطلب را مرتبط با بازچرخ بهتر نیتروژن دانسته‌اند (۳۷). در پژوهش باتیستا و همکاران (۲۰۱۳) استفاده از جیره‌هایی که دارای علوفه با کیفیت پایین در گوساله‌های پروراری نشان داد که استفاده از منبع پروتئین عبوری در زمانی که سطح پروتئین قابل تجزیه کافی بوده است سبب افزایش نیتروژن ورودی به شکمبه گوساله‌ها از طریق بازچرخ اوره‌ای گردیده و این منبع پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه توانسته است حتی سنتز پروتئین میکروبی را نیز به صورت مثبت تحت تأثیر قرار دهد (۵). بر طبق مطالب ذکر شده باید خاطر نشان کرد که با توجه به سطح بالای کاه گندم

1. Rumen undegradable: rumen degradable protein (RUP: RDP)

دو ترکیب با هم تفاوتی نداشته و در نتایج تاثیر نداشته باشند. کنجاله سویای فرآوری شده با نام تجاری پروفیدام (حاوی پروتئین عبوری با میزان ۷۰ درصد) و از شرکت یسنامهر تهیه گردید.

جدول ۱- جیره‌های آزمایشی و ترکیبات شیمیایی جیره‌ها (واحدها بر اساس گرم در کیلوگرم است؛ واحدهای دیگر بیان شده است)

**Table 1- Ingredients and chemical composition of the experimental diets (% of dry matter; otherwise stated)**

تیمارها <sup>۱</sup> (Treatments)			
سطح کم (۳۰:۷۰)	سطح متوسط (۳۵:۶۵)	سطح بالا (۴۰:۶۰)	اقلام خوراکی (Feed ingredients)
RUP: RDP (LR)	RUP: RDP (MR)	RUP: RDP (HR)	
400	400	400	کاه گندم، خرد شده (Wheat straw; chopped)
340	340	340	جو بلغور شده (Ground barley)
90	90	90	سیوس گندم (Wheat bran)
0	75	150	کنجاله سویا (Soybean meal)
150	75	0	کنجاله سویای فرآوری شده (Processed soybean meal)
10	10	10	مکمل معدنی-ویتامینی <sup>۲</sup> (Min-Vit Supplement)
5	5	5	کربنات کلسیم (Calcium carbonate)
5	5	5	نمک (NaCl)
			ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی؛ (Chemical composition)
2.61	2.62	2.63	انرژی قابل متابولیسم، مگا کالری در کیلوگرم؛ (Metabolizable energy)
138.8	139.2	139.8	پروتئین خام؛ (Crude protein)
83.2	90.4	97.8	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه؛ (Rumen degradable protein)
55.5	48.7	41.9	پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه؛ (Rumen undegradable protein)
40:60	35:65	30:70	نسبت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه؛ (RUP: RDP ratio)
429	432	432	الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ (Neutral detergent fiber)
28	28	28	عصاره اتری؛ (Ether extract)
6	6	6	کلسیم؛ (Calcium)
4	4	4	فسفر؛ (Phosphorous)

<sup>۱</sup> تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) نسبت پایین پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۰:۷۰، (۲) نسبت متوسط پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۵:۶۵، (۳) نسبت بالای پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۴۰:۶۰.

<sup>۲</sup> مکمل ویتامینی معدنی شامل ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D، ۱۱۰ گرم کلسیم، ۴۵ گرم فسفر، ۲۰ گرم منیزیم، ۱۵ گرم سدیم، ۱۰۰۰ میلی گرم آهن، ۲۰۰۰ میلی گرم روی، ۵۰۰ میلی گرم مس، ۷۵۰ میلی گرم منگنز، ۲۰ میلی گرم ید، ۱۰ میلی گرم سلنیوم و ۸ میلی گرم کبالت.

<sup>۱</sup> Experimental treatments were; (1) low ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (LR; 30:70), (2) medium ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (MR; 35:65), (3) high ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (HR; 40:60).

<sup>۲</sup> Contained per kilogram of supplement: 500,000 IU vitamin A, 150,000 IU vitamin E, 2,000 IU vitamin D, 110 g Ca., 45 g P, 20 g Mg, 15 g Na, 1000 mg Fe, 2000 mg Zn, 500 mg Cu, 750 mg Mn, 20 mg I, 10 mg Se and 8 mg Co.

ارسکوف صورت گرفت (۲۸). سپس بر اساس داده‌های به دست آمده و معادلات انجمن تحقیقات کشاورزی و خوراک انگلستان سطح پروتئین عبوری در نرخ عبور ۰/۰۸ از شکمبه محاسبه گردید (۱).

محاسبه سطح عبوری پروتئین مربوط به محصول مورد نظر با استفاده از گوسفندان فیستولا شده با استفاده از روند تجزیه پذیری پروتئین با استفاده از شیوه کیسه‌گذاری و بر اساس معادلات مک دونالد و

نمونه‌گیری (روز ۱۵ هر دوره)، اندازه‌گیری فراسنجه‌های شکمبه‌ای شامل غلظت اسیدهای چرب فرار، pH مایع شکمبه و غلظت نیتروژن آمونیاکی نمونه مایع شکمبه ارزیابی گردید. به این منظور نمونه مایع شکمبه از طریق فیستولای شکمبه‌ای و در زمان های صفر (پیش از مصرف خوراک) و ۴ ساعت پس از مصرف خوراک جمع آوری شد. ابتدا نمونه‌ها با پارچه صافی دولایه صاف شد و سپس pH نمونه‌ها با pH متر سیار (مدل HI ۸۳۱۴ ساخت ایتالیا) اندازه‌گیری شد. سپس اسید سولفوریک ۵۰ درصد با نسبت ۱ به ۵ (اسید به نمونه) به نمونه‌ها افزوده شده و تا زمان آنالیز در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. بعد از یخ‌گشایی نمونه‌ها، اسیدهای چرب فرار در آزمایشگاه با روش گازکروماتوگرافی<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد (۸). غلظت نیتروژن آمونیاکی نمونه‌های مایع شکمبه نیز بر اساس روش فنیل هیپوکلریت که توسط برودریک و کانگ (۱۹۸۰) شرح داده شده است اندازه‌گیری گردید (۶).

در روز دوم نمونه‌گیری هر دوره آزمایشی نمونه پلاسمای خون تهیه گردید. ساعت چهار پس از مصرف خوراک، نمونه خون از سیاهرگ و داج در لوله های تحت خلا حاوی هپارین به دست آمد. پلاسمای نمونه‌های خون اخذ شده از دام‌ها توسط دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ و به مدت ۲۰ دقیقه جدا شده و به نمونه های کوچکتر تقسیم شده و در فریزر تا زمان تجزیه نگهداری شد. پس از یخ‌گشایی نمونه های پلاسمای، غلظت‌های گلوکز، غلظت نیتروژن اوره‌ای، پروتئین کل، آلبومین، کلسترول، و همچنین آنزیم‌های کبدی (آسپارات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز) توسط کیت‌های آزمایشگاهی پارس آزمون تعیین گردید.

جیره پایه در هر سه تیمار حاوی ۴۰۰ گرم در هر کیلوگرم کاه گندم به عنوان علوفه با کیفیت پایین بود. در آزمایش حاضر از سه راس گوسفند نر نژاد فراهانی فیستولادار شکمبه‌ای و با میانگین وزن ۴۵ کیلوگرم استفاده شد. آزمایش در قالب طرح مربع لاتین ۳ در ۳ اجرا شد و شامل ۳ دوره آزمایشی بود که در هر دوره ۱۴ روز ابتدایی دوره سازگاری به شرایط آزمایشی و ۷ روز بعدی به نمونه‌گیری اختصاص یافت. هر یک از تیمارهای آزمایشی به صورت تصادفی به هر یک از دام‌ها اختصاص داده شد. جیره‌ها به صورت کاملاً مخلوط تهیه شده و ۲ بار در روز در ساعات ۸ صبح و ۱۶ عصر در اختیار حیوان قرار داده شد که به صورت آزاد تغذیه گردند. میانگین دمای محیط آزمایش در طول آزمایش ۲۳ درجه سانتیگراد بود. همچنین آب به صورت آزادانه در اختیار آن‌ها قرار داده شد. فرمولاسیون جیره‌های آزمایشی بر اساس احتیاجات مواد مغذی توصیه شده توسط انجمن تحقیقات ملی (۲۰۰۷) صورت گرفت (۲۶). خوراک مصرفی گوسفندان فیستولایی در سه دوره آزمایشی ثبت گردید و پس از آن‌ها یک ساعت قبل از ریختن خوراک روز بعدی اندازه‌گیری می‌شد. جهت تعیین ماده خشک نمونه‌های آزمایشی، نمونه‌های خوراک در هر دوره یک بار گرفته شد، و در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و با استفاده از توری ۱ میلی متری آسیاب شدند. بر اساس ماده خشک تعیین شده، ماده خشک مصرفی دام‌ها در طول اجرای آزمایش به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. همچنین محتوی پروتئین موجود در نمونه‌های خوراک از طریق انجمن رسمی شیمی‌دانان کشاورزی (۲) و دیواره سلولی (۳۴) نیز اندازه‌گیری شد.

ترتیب نمونه‌گیری مربوط به صفات متفاوت در هر دوره نمونه‌گیری مشابه بود. در روز اول

1. Model CP-9002; Chrom-pack, Delft, The Netherlands

پروتئین میکروبی بر اساس معادله زیر تخمین زده شد؛ (۸)؛ 
$$X \left( \frac{\text{mmol}}{\text{d}} \right) \times 70$$
 که در این معادله X برابر پورین‌های میکروبی جذب شده می‌باشد که بر اساس میلی‌مول در روز است. برای محاسبه میزان پورین‌های جذب شده بایستی در ابتدا میزان پورین‌های با منشا درونی (اندوژنوس) بر اساس ۰/۳۸ میزان وزن متابولیکی بدن محاسبه شده و در نهایت با کسر از کل مشتقات پورینی سنتز شده (آلانتوئین + اسید اوریک) میزان پورین‌های جذب شده به دست می‌آید و در معادله جایگذاری می‌گردد. ثابت ۷۰ نیز مربوط به سطح نیتروژن پورین‌ها می‌باشد که بر اساس میلی-گرم نیتروژن در میلی‌مول است، ۰/۱۳۴ نیز نسبت نیتروژن پورینی به کل نیتروژن میکروبی می‌باشد که برابر ۱۰۰:۱۳/۴ بوده است، و ۰/۸۳ نیز میانگین قابلیت هضم پورین‌های میکروبی می‌باشد که بر اساس چن و گومز (۱۹۹۲) در نظر گرفته شده است (۹).

داده‌ها در در قالب مربع لاتین ۳ در ۳ متعادل مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مدل آماری این طرح به صورت زیر است:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + C_j + P_k + R_l + e_{ijklm}$$
 که در آن  $Y_{ijklm}$  مقدار هر مشاهده،  $\mu$  میانگین کل،  $T_i$  اثر تیمار (سطح متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه)،  $C_j$  اثر حیوان،  $P_k$  اثر دوره و  $e_{ijklm}$  اثر خطای آزمایشی بود. در مورد داده‌هایی که تکرار در واحد زمان داشتند اثر زمان نمونه‌گیری نیز در نظر گرفته شد ( $R_l$ ). در نهایت پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و با رویه GLM انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. سطح احتمال  $P \leq 0.05$  و  $0.05 < P \leq 0.1$  به ترتیب مبین اختلاف آماری معنی‌دار و متمایل به معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

به منظور بررسی قابلیت هضم مواد مغذی در طول ۳ روز آخر هر دوره نمونه‌گیری در زمان‌های ۶ ساعت پس از مصرف خوراک صبح و ۲ ساعت مانده به مصرف خوراک صبح روز بعدی نمونه‌های مدفوع از گوسفندان فیستولایی گرفته شد. سپس نمونه‌های به دست آمده به مدت ۷۲ ساعت در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و آسیاب شده و در نهایت برای تجزیه‌های مربوط به پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و عصاره اتری در دمای اتاق نگهداری شد و به منظور اندازه‌گیری قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از خاکستر نامحلول در اسید بر اساس روش ون کولن و یانگ (۱۹۷۷) مورد استفاده قرار گرفت (۳۱).

نمونه‌گیری از ادرار دفعی در روز سوم نمونه‌گیری هر دوره آزمایشی توسط یک بشر و به صورت نمونه-گیری نقطه‌ای<sup>۱</sup> صورت گرفت. نمونه‌های ادرار از دام‌ها در زمانی که به خودی خود ادرار می‌کردند گرفته شد و ۱۰ سی‌سی نمونه ادرار به نسبت ۱ به ۵ با اسید سولفوریک ۵۰ درصد آمیخته شد و برای اندازه‌گیری کراتینین، آلانتوئین، اسید اوریک و نیتروژن اوره‌ای منجمد گردید. کراتینین، اسید اوریک و اوره ادرار با کمک کیت‌های آزمایشی و در آزمایشگاه رازی اراک به دست آمد. آلانتوئین نیز به روش کالری‌متری و به شیوه چن و گومز در سال (۱۹۹۲) اندازه‌گیری گردید (۹). بعد از مشخص شدن میزان کراتینین ادرار نمونه‌ها، کراتینین ثابت نیز برای محاسبه حجم ادرار تولیدی برابر ۹/۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن که پیش‌تر نیز برای اندازه‌گیری در گوسفند مورد استفاده قرار گرفته است (۱۱) در این پژوهش نیز استفاده شد. با مشخص شدن حجم ادرار تولیدی و غلظت آلانتوئین و اسید اوریک موجود در نمونه‌های ادرار، مجموع مشتقات پورینی و به دنبال آن سنتز

## 1. Spot sampling

## نتایج و بحث

مصرف خوراک گوسفندان که به صورت آزاد نیز تغذیه شده بودند در بین تیمارها تفاوتی نشان نداد (به ترتیب برای تیمارهای نسبت پایین، نسبت متوسط و نسبت بالا برابر ۱/۴۶، ۱/۳۸، ۱/۴۲ کیلوگرم در روز بود) ( $P > 0/05$ ). با توجه به اینکه جیره حاضر ایزوانرژتیک و ایزونیتروژنوس بوده است؛ سطح مصرف خوراک در گوسفندان تغییر معنی داری نداشته است. در حقیقت در پژوهش حاضر تنها سطوح پروتئین غیر قابل تجزیه به قابل تجزیه در شکمبه تغییر نموده است و به نظر می‌رسد این عامل تأثیری بر مصرف جیره‌های آزمایشی نداشته است.

پژوهش حاضر نشان داد که سطح pH در بین تیمارهای آزمایشی تغییری نشان نداد ( $P > 0/05$ ). به نظر می‌رسد به دلیل نسبت برابر کنسانتره به علوفه در جیره حاضر و همچنین سطح برابر فیبر و نشاسته عدم تفاوت معنی دار برای این فراسنجه نیز منطقی به نظر می‌رسد. مجموع اسیدهای چرب فرار تولید شده در شکمبه دام‌های آزمایشی که جیره‌های متفاوت را مصرف کرده بودند تفاوتی نشان نداد (۷). همچنین علیرغم اینکه سطح پروپیونات و سطح بوتیرات تولید شده در شکمبه دام‌های آزمایشی در بین تیمارها تفاوت نداشت اما سطح استات تولید شده در شکمبه گوسفندانی که کنجاله سویا را به عنوان منبع پروتئینی مصرف کرده بودند (تیمار با نسبت پایین) بالاترین حد بود ( $P = 0/05$ ) (جدول ۲). در هر حال نتایج آزمایش حاضر نشان داده است که تغذیه کنجاله سویا سطح بالاتر اسیداستیک را به همراه داشته است. از طرفی همانطور که در قابلیت هضم مواد مغذی مشخص شده است (جدول ۳)؛ بیشترین قابلیت هضم

فیبر مربوط به تیمار با نسبت پایین بوده است که از این رو سطح تولید استات که محصول مهم تجزیه فیبر است نیز افزایش یافته است (۳۷).

همچنین مجموع اسیدهای چرب فرار شاخه دار در تیمار مصرف کننده کنجاله سویای معمولی (تیمار با نسبت پایین) نیز افزایش پیدا کرده بود ( $P = 0/04$ ). با توجه به اینکه منبع اصلی اسیدهای چرب شاخه‌دار اسیدهای آمینه و پپتیدها می‌باشند (۳۸) ممکن است بتوان بیان کرد که سطح پروتئین حقیقی تامین شده کنجاله سویا نسبت به کنجاله سویای فرآوری شده در شکمبه بیشتر بوده است. پیش‌تر نیز مشخص شده است که کنجاله سویا به عنوان منبع پروتئین حقیقی غنی از پپتید می‌باشد (۳۳) که می‌تواند پیش‌ساز اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار در مایع شکمبه گردد.

داده‌های مربوط به قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۳ ارائه شده است. هیچ کدام از قابلیت هضم مواد مغذی بجز قابلیت هضم دیواره سلولی تغییری در بین تیمارها نداشت. قابلیت هضم دیواره سلولی در تیماری که نسبت پایین را مصرف کرده بودند افزایش داشت ( $P = 0/04$ ) (جدول ۳).

با توجه به اینکه سطح فیبر مصرفی و همچنین سطح پروتئین مصرفی در جیره‌های آزمایشی برابر بوده است به نظر می‌رسد بهبود قابلیت هضم فیبر در تیمار تغذیه شده با سطح پایین‌تر پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه می‌تواند به ماهیت پروتئین مصرفی در جیره مرتبط باشد. بایستی اشاره کرد که منابع نیتروژنی متفاوتی از جمله نیتروژن آمونیاکی، نیتروژن اسید آمینه‌ای و نیتروژن پپتیدی بر قابلیت هضم مواد مغذی و به ویژه فیبر از طریق تأثیر بر فعالیت باکتری‌های سلولولایتیک تأثیر می‌گذراند.

جدول ۲- تاثیر نسبت‌های متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در گوسفندان تغذیه شده با سطح کاه گندم بالا بر فراسنجه های تخمیر

Table 2. Effects of different ratios of rumen undegradable- to rumen degradable protein (RUP: RDP) in sheep fed high wheat straw level on nutrients apparent digestibility

P-value	SEM	تیمارها <sup>۱</sup> Treatments			Item فراسنجه
		سطح کم (۳۰:۷۰) RUP: RDP (LR)	سطح متوسط (۳۵:۶۵) RUP: RDP (MR)	سطح بالا (۴۰:۶۰) RUP: RDP (HR)	
۰/۵۴	۰/۰۷	۶/۰۶	۶/۱۸	۶/۰۸	Ruminal fluid pH، pH مایع شکمبه
۰/۰۲	۰/۹۳	۱۰/۸۳ <sup>b</sup>	۱۳/۱۲ <sup>ab</sup>	۱۵/۱۶ <sup>a</sup>	Ruminal ammonia nitrogen (mg/dl) نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه
۰/۴۰	۵/۵۸	۷۲/۶۴	۷۵/۵۲	۸۷/۳۸	Short chain fatty acids (mmol) کل اسیدهای چرب فرار
۰/۰۵	۲/۱۸	۵۷/۲۵ <sup>b</sup>	۶۰/۷۴ <sup>ab</sup>	۶۴/۷۹ <sup>a</sup>	Acetate (mmol) استات
۰/۱۱	۱/۸۷	۳۲/۴۴	۳۰/۰۸	۲۶/۲۲	Propionate (mmol) پروپیونات
۰/۰۳	۰/۱۹	۱/۷۵ <sup>c</sup>	۲/۰۹ <sup>b</sup>	۲/۵۲ <sup>a</sup>	Acetate to Propionate ratio نسبت استات به پروپیونات
۰/۱۹	۰/۵۲	۶/۸۵	۶/۴۶	۵/۴۶	Butyrate (mmol) بوتیرات
۰/۰۵	۰/۳۰	۱/۴۷ <sup>b</sup>	۱/۵۹ <sup>ab</sup>	۲/۵۴ <sup>a</sup>	Valerate (mmol) والرات
۰/۷۳	۰/۱۴	۰/۹۷	۱/۱۱	۰/۹۶	Iso-valerate (mmol) ایزوالرات
۰/۰۱	۰/۲۵	۱/۷۴ <sup>b</sup>	۲/۰۷ <sup>ab</sup>	۲/۹۶ <sup>a</sup>	مجموع اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار Branched chain fatty acids (mmol)

<sup>۱</sup> تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) نسبت پایین پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۰:۷۰؛ (۲) نسبت متوسط پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۵:۶۵؛ (۳) نسبت بالای پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۴۰:۶۰. حروف معنی دار در هر سطر نشان دهنده تفاوت در سطح ۰/۰۵ می باشد.

<sup>۱</sup> Experimental treatments were; (1) low ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (LR; 30:70), (2) medium ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (MR; 35:65), (3) high ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (HR; 40:60).

<sup>a,b</sup> Least squares means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

در تیمار اول کنجاله سویا به عنوان تنها منبع پروتئینی مورد استفاده قرار گرفته بود. همانطور که اشاره گردید کنجاله سویا غنی از منابع پپتیدی می باشد (۳۳) و بر این اساس منابع پپتیدی در شکمبه می توانند تولید ایزو اسیدهای نماینده که قابلیت هضم فیبر را بهبود می دهند (۱۲ و ۱۳). با نگاهی به تولید اسیدهای چرب فرار نیز مشاهده می شود که سطح تولید ایزواسیدها (اسیدهای چرب شاخه دار) در تیماری که کنجاله سویا مصرف کرده اند افزایش داشته است (۳۳). این ایزواسیدها معمولاً مربوط به اسیدهای آمینه هستند که افزایش سطح پروتئین حقیقی خوراک ها سبب افزایش غلظت این ترکیبات شده که در نهایت

بر اساس گزارش های پیشین به نظر می رسد علیرغم اینکه غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه می تواند تا ۵۰ میلی گرم بر دسی لیتر در جیره های مختلف افزایش یابد اما سطح ۵ میلی گرم بر دسی لیتر آن برای فعالیت بهینه باکتری های هضم کننده فیبر کافی بوده است (۱۲ و ۱۳). آزمایش حاضر نشان داد که سطح حداقلی از نیتروژن آمونیاکی در جیره های آزمایشی تامین شده است. بنابراین به نظر می رسد تاثیر منابع پروتئینی که سبب تولید منابع پپتیدی در شکمبه می شوند در قابلیت هضم فیبر بیشتر نمایان باشد (۳۸).



گردیده است. از طرفی چون سطح عصاره اتری و پروتئین خام جیره‌ها نیز برابر بوده است میزان دسترسی دام‌ها به این مواد مغذی مشابه بوده است و در نهایت هضم برابری نیز داشته‌اند.

می‌توانند هضم فیبر را بهبود دهند (۱۲). در مطالعه حاضر قابلیت هضم مواد مغذی دیگر بجز فیبر تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته به نظر می‌رسد مصرف خوراک برابر در بین دام‌های دارای فیستولا سبب عدم تغییر قابلیت هضم مواد مغذی دیگر

جدول ۳- تاثیر نسبت‌های متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در گوسفندان تغذیه شده با سطح کاه گندم بالا بر قابلیت هضم مواد مغذی (گرم در کیلوگرم)

**Table 3. Effects of different ratios of rumen undegradable- to rumen degradable protein (RUP: RDP) in sheep fed high wheat straw level on ruminal fermentation pattern**

P-value	SEM	تیمارها <sup>۱</sup> Treatments			Item فراسنجه
		سطح کم (۳۰:۷۰) RUP: RDP (LR)	سطح متوسط (۳۵:۶۵) RUP: RDP (MR)	سطح بالا (۴۰:۶۰) RUP: RDP (HR)	
۰/۵۸	۱۴/۵۸	۷۰۹	۷۱۶	۷۳۱	Dry matter، ماده خشک
۰/۸۶	۲۰/۴۷	۷۴۵	۷۴۹	۷۶۰	Crude protein، پروتئین خام
۰/۹۱	۲۰/۶	۷۹۸	۷۸۶	۷۸۸	Ether extract، عصاره اتری
۰/۰۴	۲۸/۳۵	۵۹۱ <sup>b</sup>	۶۰۹ <sup>ab</sup>	۶۸۸ <sup>a</sup>	Neutral detergent fiber، دیواره سلولی

<sup>۱</sup> تیمارهای آزمایشی شامل؛ (۱) نسبت پایین پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۰:۷۰؛ (۲) نسبت متوسط پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۵:۶۵؛ (۳) نسبت بالای پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۴۰:۶۰.

<sup>a, b</sup> حروف معنی دار در هر سطر نشان دهنده تفاوت در سطح ۰/۰۵ می باشد

<sup>۱</sup> Experimental treatments were; (1) low ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (LR; 30:70), (2) medium ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (MR; 35:65), (3) high ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (HR; 40:60).

<sup>a, b</sup> Least squares means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

تجزیه در شکمبه سبب افزایش سطح نیتروژن اوره‌ای خون نیز گردیده است. فراسنجه‌های نشان دهنده سطح انرژی مانند گلوکز در بین تیمارها تفاوتی نشان ندادند ( $P > 0/05$ ). با توجه به اینکه سطح مصرف خوراک از یک طرف و سطح انرژی جیره‌ها از طرف دیگر برابر بوده است و به همین دلیل سطح گلوکز خون دام‌ها تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته است. همچنین قابل ذکر است که سطح پروتئین و چربی در جیره‌ها نیز برابر بوده است که سبب برابر بودن شاخص‌های چربی و پروتئین در خون در بین تیمارهای آزمایشی گردیده است. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که غلظت آنزیم‌های کبدی نیز تحت

نتایج متابولیت‌های خونی مشاهده شده در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که بجز نیتروژن اوره‌ای خون که کاهش در تیمار مصرف کننده کنجاله سویای فرآوری شده داشته است ( $P = 0/04$ )، هیچ کدام از ترکیبات و متابولیت‌های دیگر تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (جدول ۴). بالاتر بودن سطح اوره خون در تیمار مصرف کننده سطح بالای کنجاله سویا نسبت به کنجاله سویای فرآوری شده نشان دهنده بازدهی کمتر نیتروژن در این جیره‌ها می‌باشد (۲۱). به نظر می‌رسد غلظت بالاتر نیتروژن آمونیاکی در مایع شکمبه گوسفندان تغذیه شده با سطح پایین تر پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه به پروتئین قابل

تفاوت معنی داری نداشته است ( $P > 0/05$ ). باید دقت داشت که مهمترین عامل موثر در تولید کراتینین در نشخوارکنندگان وزن بدن می باشد (۱۸ و ۳۲). وزن دامها در این آزمایش نزدیک به هم بوده و تاثیری بر تولید کراتینین نداشته است. از طرف دیگر آلانتوئین ادرار که تابع جیره مصرفی می باشد در آزمایش حاضر تحت تاثیر قرار گرفته است به نحوی که بالاترین آلانتوئین تولید شده که نشان دهنده و شاخص فعالیت میکروبی می باشد (۸) در تیماری که کنجاله سویای فرآوری شده به عنوان منبع پروتئین مصرف کرده است بالاترین مقدار بوده است ( $P=0/03$ ).

تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ( $P > 0/05$ ) (جدول ۴). آنزیمهای کبدی در شرایط خاصی همانند آبه های کبدی و یا تجمع بیش از حد چربی ممکن است تحت تاثیر قرار گیرد و نشان دهنده شرایط حاد ایمنی در کبد باشد (۷). در مطالعه حاضر عدم تغییر ترکیبات متابولیکی از طرف دیگر به نظر می رسد فعالیت کبد تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی و منابع پروتئینی مورد استفاده قرار نگرفت. نتایج مربوط به مشتقات پورینی، سنتز پروتئین میکروبی و سطح نیتروژن اوره ای دفعی از طریق ادرار در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطح کراتینین تولیدی در بین تیمارهای آزمایشی

جدول ۴- تاثیر نسبت های متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در گوسفندان تغذیه شده با سطح کاه گندم بالا بر متابولیت های خونی و آنزیم های کبدی

**Table 4. Effects of different ratios of rumen undegradable- to rumen degradable protein (RUP: RDP) in sheep fed high wheat straw level on blood metabolites and liver enzymes**

P-value	SEM	تیمارها <sup>۱</sup> Treatments			Item فراسنجه
		سطح کم (۳۰:۷۰) RUP: RDP (LR)	سطح متوسط (۳۵:۶۵) RUP: RDP (MR)	سطح بالا (۴۰:۶۰) RUP: RDP (HR)	
۰/۳۶	۳/۲۱	۶۱/۰	۶۲/۳	۶۷/۳	گلوکز خون (mg/dl) Glucose
۰/۱۹	۲/۳۰	۲۹/۸	۳۶/۰	۳۳/۵	کلسترول (mg/dl) Cholesterol
۰/۸۷	۳/۰۱	۲۳/۸	۲۴/۱	۲۶/۶	تری گلیسرید (mg/dl) Triglyceride
۰/۱۸	۰/۲۷	۴/۷۵	۴/۱۱	۴/۰۸	آلبومین (mg/dL) Albumin
۰/۳۵	۰/۶۳	۷/۳۶	۷/۳۳	۷/۱۶	پروتئین کل (mg/dL) Total protein
۰/۰۴	۰/۸۶	۱۱/۹ <sup>b</sup>	۱۴/۴ <sup>ab</sup>	۱۵/۳ <sup>a</sup>	نیتروژن اوره ای خون (mg/dl) Blood urea nitrogen
۰/۸۷	۳/۱۴	۵۳/۴	۵۶/۰	۵۶/۲	آسپاراتات آمینوترانسفراز (IU/l) Aspartate aminotransferase
۰/۲۱	۱/۲۱	۲۰/۸	۲۴/۱	۲۲/۳	آلانین آمینوترانسفراز (IU/l) Alanine aminotransferase
۰/۶۸	۰/۴۷	۷/۶۷	۶/۹۸	۷/۴۳	انسولین (μIU/l) Insulin

<sup>۱</sup> تیمارهای آزمایشی شامل؛ (۱) نسبت پایین پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۰:۷۰؛ (۲) نسبت متوسط پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۵:۶۵؛ (۳) نسبت بالای پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۴۰:۶۰.

<sup>a,b</sup> حروف معنی دار در هر سطر نشان دهنده تفاوت در سطح ۰/۰۵ می باشد

<sup>۱</sup> Experimental treatments were; (1) low ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (LR; 30:70), (2) medium ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (MR; 35:65), (3) high ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (HR; 40:60).

<sup>a,b</sup> Least squares means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

کنجاله سویا دریافت کرده بودند (تیمار با نسبت پایین) بالاترین حد بود ( $P = 0/05$ ) که نشان دهنده تاثیر بیشتر پروتئین قابل تجزیه در شکمبه به پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه بر دفع اوره از طریق ادرار گردیده است.

بر اساس تغییر ایجاد شده در آلانتوئین خروجی از ادرار مجموع مشتقات پورینی خارج شده از ادرار هم تحت تاثیر قرار گرفته‌اند و در تیمار با نسبت بالا بالاتر بوده است ( $P = 0/04$ ). از طرف دیگر سطح نیتروژن اوره‌ای دفعی از طریق ادرار در گوسفندانی که

جدول ۵- تاثیر نسبت‌های متفاوت پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه در گوسفندان تغذیه شده با سطح کاه گندم بالا بر مشتقات پورینی و سنتز پروتئین میکروبی

Table 6. Effects of different ratios of rumen undegradable- to rumen degradable protein (RUP: RDP) in sheep fed high wheat straw level on purine derivatives and microbial protein synthesis

P-value	SEM	Treatments <sup>1</sup> تیمارها			Item فراسنجه
		سطح کم (۳۰:۷۰) RUP: RDP (LR)	سطح متوسط (۳۵:۶۵) RUP: RDP (MR)	سطح بالا (۴۰:۶۰) RUP: RDP (HR)	
0/56	0/06	1/06	1/15	1/17	حجم ادرار تخمین زده شده (l/d) Estimated urine volume
0/68	8/06	123/8	113/9	118/8	کراتینین (mg/dl) Creatinine
0/03	0/75	10/79 <sup>a</sup>	9/10 <sup>ab</sup>	8/08 <sup>b</sup>	آلانتوئین (mmol/d) Allantoin
0/91	0/07	0/97	0/99	1/02	اسید اوریک (mmol/d) Uric acid
0/04	0/79	11/81 <sup>a</sup>	10/09 <sup>ab</sup>	9/05 <sup>b</sup>	مجموع آلانتوئین و اسید اوریک (mmol/d) Allntoin + uric acid
0/04	4/27	63/15 <sup>a</sup>	53/97 <sup>ab</sup>	48/42 <sup>b</sup>	پروتئین میکروبی سنتز شده (g/d) Microbial protein yield
0/05	0/54	5/03 <sup>b</sup>	5/66 <sup>ab</sup>	6/57 <sup>a</sup>	نیتروژن اوره‌ای دفع شده از طریق ادرار (g/d) Urinary urea excretion

<sup>1</sup> تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) نسبت پایین پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۰:۷۰؛ (۲) نسبت متوسط پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۳۵:۶۵؛ (۳) نسبت بالای پروتئین غیر قابل تجزیه به پروتئین قابل تجزیه در شکمبه برابر نسبت ۴۰:۶۰. <sup>a,b</sup> حروف معنی دار در هر سطر نشان دهنده تفاوت در سطح ۰/۰۵ می باشد.

<sup>1</sup> Experimental treatments were; (1) low ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (LR; 30:70), (2) medium ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (MR; 35:65), (3) high ratio of ruminal undegradable protein to ruminal degradable protein (HR; 40:60).

<sup>a,b</sup> Least squares means within same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

اوره ادرار را کاهش داده و بازدهی نیتروژن را بهبود داده است.

اوره ادرار به عنوان ترکیبی مد نظر می‌باشد که با افزایش آن بازدهی کمتر برای مصرف نیتروژن در نشخوارکنندگان در نظر گرفته می‌شود (۳۶، ۱۸). با توجه به نتایج به دست آمده از نقطه نظر بازدهی نیتروژن سطح کمتر پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه سبب کاهش سنتز پروتئین میکروبی و از طرفی کاهش بازدهی نیتروژن گردیده است اما سطح بالاتر پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه توانسته است سبب بهبود حضور منبع نیتروژن در مسیر سنتز میکروبی گردیده و در نهایت خروج نیتروژن از طریق

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطح پایین‌تر این نسبت می‌تواند سبب بهبود قابلیت هضم فیبر گردد که به نظر می‌رسد بر اساس نتایج به دست آمده از طریق افزایش سطح نیتروژن آمونیاکی تامین شده برای هضم فیبر می‌باشد. از طرف دیگر سطح بالاتر این نسبت می‌تواند سبب کاهش دفع نیتروژن اوره

شکمبه می‌تواند بهبود سنتز پروتئین میکروبی و بهبود بازدهی نیتروژن را به همراه داشته باشد.

### سپاسگزاری

پژوهش حاضر مستخرج از پژوهش انجام شده تحت نظر و امتیاز معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه اراک بوده است که به این ترتیب از حمایت‌های مالی انجام شده توسط این معاونت قدردانی می‌گردد.

### منابع

1. Agricultural and Food Research Council. 1992. Energy and Protein Requirements of Ruminants. Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International. Wallingford, U.K.
2. Antongiovanni, M., Acciaoli, A., Grifoni, F., Martini, A. and P. Ponzetta. 1991. Effects of wheat straw treated with ammonia from urea hydrolysis in lamb diets. Small Ruminant Research. 6: 39-47.
3. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
4. Bandyk, C.A., Cochran, R.C., Wickersham, T.A., Titgemeyer, E.C., Farmer, C.G. and Higgins, J.J. 2001. Effects of ruminal versus postruminal administration of degradable protein on utilization of low-quality forage by beef steers. Journal of Animal Science. 79: 225-231.
5. Batista, E.D., Titgemeyer, E.C., Valadares, Filho. S.C., Valadares, R.F.D., Prates, L.L., Rennó, L.N. and Paulino, M.F. 2016. Effects of varying ruminally undegradable protein supplementation on forage digestion, nitrogen metabolism, and urea kinetics in Nelore cattle fed low-quality tropical forage. Journal of Animal Science. 94: 201-216
6. Broderick, G.A. and Kang, J.H. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science. 63: 64-75.

اداراری و افزایش تولید آلتوتئین گردیده که در نهایت سبب بهبود تقسیم بندی نیتروژن به سمت تولید پروتئین میکروبی و افزایش بازدهی آن گردید. به طور خلاصه می‌توان بیان کرد در گوسفندانی که سطح بالایی از علوفه کم کیفیت مصرف کرده‌اند افزایش سطح پروتئین قابل تجزیه در شکمبه می‌تواند بهبود هضم فیبر شده و افزایش پروتئین غیر قابل تجزیه در

7. Cebra, C.K., Gerry, F.B., Getzy, D.M. and Fettman, M.J. 1997. Hepatic lipidosis in anorectic lactating Holstein cattle. a retrospective study of serum biochemical abnormalities. Journal of Veterinary Internal Medicine. 4: 231-237.
8. Chegini, R., Kazemi-Bonchenari, M., Khaltabadi-Farahani, A.H., Khodaei-Motlagh, M. and Salem, A.Z.M. 2019. Effects of liquid protein feed on growth performance and ruminal metabolism of growing lambs fed low-quality forage and compared to conventional protein sources. The Journal of Agricultural Science (Cambridge) 1-9. <https://doi.org/10.1017/S0021859619000595>.
9. Chen, X. B. and Gomes, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: An Overview of Technical Details. Occasional Publication. Aberdeen, UK: Rowett Research Institute.
10. Cochran, R.C., Köster, H.H., Olson, K.C., Heldt, J.S., Mathis, C.P. and Woods, B.C. 1997. Observations regarding the amount and source of degradable intake protein in supplements for beef cattle consuming low-quality forages. In: AFIA Liquid Feed Symposium Proceedings, St. Louis, MO. Pp: 17-30
11. David, D.B., Poli, C.H.E.C., Savian, J.V., Amaral, G.A., Azevedo, E.B. and Jochims, F. 2015. Urinary creatinine as a nutritional and urinary volume marker in sheep fed with tropical or temperate forages. Arquivo Brasileiro de Medicina

- Veterinária e Zootecnia. 67: 1009-10015.
12. Gorosito, A.R., Russell, J.B. and Van Soest, P.J. 1985. Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on digestion of plant cell wall *in vitro*. Journal of Dairy Science. 68: 840–847.
  13. Griswold, K.E., Apgar, G.A., Bouton, J. and Firkins, J.L. 2003. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility, and fermentation in continuous culture. Journal of Animal Science 81: 329-336.
  14. Hill, T.M., Bateman, H., Aldrich, J.M. and Schlotterbeck, R.L. 2008. Effects of the amount of chopped hay or cottonseed hulls in a textured calf starter on young calf performance. Journal of Dairy Science. 91(7): 2684-2693.
  15. Hill, T.M., Bateman, H.G., Aldrich, J.M. and Schlotterbeck, R.L. 2010. Roughage amount, source, and processing for diets fed to weaned dairy calves. The Professional Animal Scientists 26(2): 181-187.
  16. Horton, G.M.J., Nicholson, H.H. and Christensen, D.A. 1982. Ammonia and sodium hydroxide treatment of wheat straw in diets for fattening steers. Journal of Animal Feed Science and Technology. 7: 1-10.
  17. Jiriaei, F., Kazemi-Bonchenari, M., Moradi, M.H., and Mirmohammadi, D. 2020. Synchronous feeding of liquid protein source with different grains on performance, digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites, and carcass characters in growing lambs. Tropical Animal Health and Production. 52: 829–837
  18. Kazemi-Bonchenari, M., Salem, A.Z.M. and Lopez, S. 2017. Influence of barley grain particle size and treatment with citric acid on digestibility, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in Holstein calves. Animal (Cambridge). 11: 1295-1302.
  19. Kennedy, P.M. and Milligan, L.P. 1978. Transfer of urea from the blood to the rumen of sheep. British Journal of Nutrition. 40: 149–154.
  20. Koch, L.E., Gomez, N.A., Bowyer, A. and Lascano, G.J. 2017. Precision feeding dairy heifers a high rumen-undegradable protein diet with different proportions of dietary fiber and forage-to-concentrate ratios. Journal of Animal Science. 95: 5617–5628.
  21. Kohn, R.A., Dinneen, M.M. and Russek-Cohen. E. 2005. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. Journal of Animal Science. 83: 79–889.
  22. Lascano, G.J., Koch, L.E. and Heinrichs, A.J. 2016. Precision feeding dairy heifers a high rumen-degradable protein diet with different proportions of dietary fiber and forage-to concentrate ratios. Journal of Dairy Science. 99: 7175–7190.
  23. Leibholz, J. 1975. Ground roughage in the diet of the early-weaned calf. Animal Production. 20(01): 93-100.
  24. Lobley, G.E., Bremner, D.M. and Zuur, G. 2000. Effects of diet quality on urea fates in sheep as assessed by refined, non-invasive [15N15N] urea kinetics. British Journal of Nutrition. 84: 459–468.
  25. National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
  26. National Research Council (NRC). 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. National Academy Press, Washington, DC.
  27. Norouzian, M.A., Valizadeh, R. and Vahmani, P. 2011. Rumen development and growth of Balouchi lambs offered alfalfa hay pre- and post-weaning. Tropical Animal Health and Production. 43(6): 1169-74.
  28. Ørskov, E.R. and McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. Journal of Agricultural Science (Camb.). 92: 499-503.
  29. Reynal, S.M and Broderick, G.A. 2005. Effect of dietary level of rumen

- degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 88:4045-4064.
30. Salisbury, M.W., Krehbiel C.R., Ross, T.T., Schultz, C.L. and Melton, L.L. 2004. Effects of supplemental protein type on intake, nitrogen balance, and site, and extent of digestion in whiteface wethers consuming low-quality grass hay. *Journal of Animal Science*. 82: 3567-3576.
31. Soltani, M., Kazemi-Bonchenari, M., Khaltabadi-Farahania, A.H. and Afsarian, O. 2017. Interaction of forage provision (alfalfa hay) and sodium butyrate supplementation on performance, structural growth, blood metabolites and rumen fermentation characteristics of lambs during pre-weaning period. *Journal of Animal Feed Science and Technology*. 230: 77-86.
32. Valadares, R.F.D., Broderick, G.A., Valadaresfilho, S.C. and Clayton, M.K. 1999. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science* 82: 2686-2696.
33. Van Keulen, J., and Young, B.A. 1977. Acid insoluble ash as a natural marker for digestibility studies. *Journal of Dairy Science*. 44: 282-287.
34. Van Soest, P.J, Roberts, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-trach polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
35. Wang, Z., Cui, Y., Liu, P., Zhao, Y., Wang, L., Liu, Y. and Xie, J. 2017. Small peptides isolated from enzymatic hydrolyzate of fermented soybean meal promote endothelium-independent vasorelaxation and ACE inhibition. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. 65: 10844-10850.
36. Wickersham, T.A., Cochran, R.C., Titgemeyer, E.C., Farmer, C.G., Kleveshal, E.A., Arroquy, Johnson, D.E. and Gnad, D.P. 2004. Effect of postruminal protein supply on the response to ruminal protein supplementation in beef steers fed a low-quality grass hay. *Journal of Animal Feed Science and Technology*. 115: 19-36
37. Wickersham, T.A., Titgemeyer, E.C., Cochran, R.C. and Wickersham, E.E. 2008. Effect of undegradable intake protein supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in steers consuming low-quality forage. *British Journal of Nutrition*. 101: 225-232.
38. Yang, C.M.J. 2002. Response of forage fiber degradation by ruminal microorganisms to branched-chain volatile fatty acids, amino acids, and dipeptides. *Journal of Dairy Science*. 85: 1183-1190.



## The effect of different RUP: RDP ratios in sheep fed high wheat straw diet on ruminal fermentation, nutrient digestibility, blood metabolites, and microbial protein yield

A.Valizadeh<sup>1</sup>, \*M. Kazemi-Bonchenari<sup>2</sup>, M. Khodaei-Motlagh<sup>2</sup> and M.H. Moradi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student, <sup>2</sup>Associate Prof., and <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran,

Received: 12/15/2019; Accepted: 03/18/2020

### Abstract

**Background and objectives:** Wheat straw (WS) has low nutritional value; however, because of simple availability as well as its low price rather than other forage sources have high consumption in lamb production. Different methods such as chemical processing for WS has been suggested that could be have some health concerns for both producer and animal. The other strategy is to improve fiber digestion of low quality forages with balanced nitrogen sources in diet. Greater rumen undegradable protein (RUP) level in diet of ruminants those fed low quality forages caused greater efficiency. Therefore, in the present study we evaluated the effects of different ratios of RUP: RDP in sheep fed with high level of WS (400 g/d) on fermentation parameters, nutrients digestibility, blood metabolites, and purine derivatives excreted through urine.

**Materials and methods:** The study was carried out on three ruminal fistulated sheep in 3 × 3 Latin square design with 21-d periods (the first 14-d for adaptation period and the last 7-d for sample collection). The treatments were; (1) LR; low RUP: RDP ratio (30:70); (2) MR; medium RUP: RDP ratio (35:65) (3) HR: high RUP: RDP ratio (40: 60). For RUP modification in diet and having different RUP: RDP ratios, processed soybean meal was replaced with soybean meal. The basal diet contained high amount of WS (400 g/kg, DM basis) as low quality forage. Ruminal fermentation pattern, microbial protein synthesis, nutrients digestibility, blood metabolites and urinary purine derivatives were evaluated in the current study.

**Results:** The results showed that the intake was not differed among treatments ( $P > 0.05$ ). The concentration of short chain fatty acids (SCFA) was constant among treatments; however, acetate concentration ( $P = 0.05$ ) as well as branched chain volatile fatty acid (BCVFA) concentrations ( $P = 0.04$ ) were greater in LR diet. The greatest ruminal ammonia nitrogen was obtained for LR diet as well. Neutral detergent fiber digestibility was the greatest value for LR diet among treatments ( $P = 0.04$ ). There was no significantly different for another nutrients digestibility. Considering blood metabolites, HR diet reduced blood urea nitrogen. But there was no other effect of treatments. The liver enzymes (AST and ALT) did not differed among treatments. The urinary excretion of allantoin ( $P = 0.03$ ) was increased in HR diet and subsequently purine derivatives excretion ( $P = 0.04$ ) was improved in this diet. Urinary urea nitrogen (UUN) ( $P = 0.05$ ) concentration was reduced in HR diet that was a greater nitrogen efficiency.

**Conclusion:** The results of present study showed that the high level of RUP: RDP (40:60) caused increased MPY and reduced UUN. In conclusion lower level of RUP: RDP improved

---

\*Corresponding author; m-kazemibonchenari@araku.ac.ir

digestibility, but from the nitrogen efficiency perspective, the greater RUP: RDP could be recommendable in diets high in wheat straw as low quality forage.

**Key words:** Degradable protein, Low quality forage, Sheep, Undegradable protein.