نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۴۷۶-۴۶۳

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 463-476

پاسخ هضمی گوسفند مهربان به شکل فیزیکی دانه جو و استفاده از مونسین در جیره

شهرام نجفی[۱]- محمد مهدی طباطبایی[۲]- خلیل زابلی[۳]*- علی اصغر ساکی[٤]- احمد احمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۲۲

چکیده

این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر مونسین و شکل فیزیکی دانه جو (پرک کردن) بر قابلیت هضم اجزای جیره و متابولیسم پروتئین در گوسفند مهربان انجام شد. بدین منظور از تعداد ۲۴ رأس گوسفند نر مهربان با میانگین وزن ۶/۱۵ ± ۵۲/۹۸ کیلوگرم به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره‌های حاوی ۱) دانه جو کامل، ۲) دانه جو کامل به‌همراه مونسین، ۳) دانه جو پرک شده و ۴) دانه جو پرک شده به‌همراه مونسین بودند. مقدار مونسین در تیمارهای مربوطه ۳۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم خوراک مصرفی بود. آزمایش تعیین قابلیت هضم به‌صورت جمع‌آوری مستقیم مدفوع (روش درون‌تنی) انجام شد. خون‌گیری در روز آخر آزمایش (در ساعات ۱ و ۵ بعد از خوراک‌دهی صبح) و جمع‌آوری ادرار در طول کل دوره آزمایش انجام گرفت. نتایج نشان داد اثر اصلی شکل فیزیکی دانه جو (پرک کردن) باعث کاهش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی شد. اما مصرف مونسین و اثر متقابل بین مونسین و شکل فیزیکی دانه اثری بر آنها نداشت. قابلیت هضم سایر مواد مغذی جیره تحت تأثیر شکل فیزیکی دانه جو و مصرف مونسین قرار نگرفتند. ابقاء نیتروژن، نیتروژن میکروبی سنتز شده و آلانتوئین دفعی تحت تأثیر شکل فیزیکی دانه جو قرار نگرفت. اما مصرف مونسین سبب افزایش ابقاء نیتروژن و کاهش آلانتوئین دفعی شد. غلظت گلوکز و اوره پلاسما نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. به‌طور کلی، شکل فیزیکی دانه جو سبب افزایش قابلیت هضم و بهبود متابولیسم نیتروژن نشد. اما مصرف مونسین ابقاء نیتروژن در گوسفندان را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: ابقاء نیتروژن، پرک کردن، دانه جو، قابلیت هضم و مونسین

مقدمه

افزودنی‌ها ترکیبات فاقد انرژی و مواد مغذی هستند که به‌منظور اهداف خاصی به جیره غذایی حیوانات اهلی اضافه می‌گردند. یکی از این ترکیبات، یونوفرها می‌باشند. یونوفرها به‌منظور افزایش عملکرد دام، کاهش ابتلا به بیماری‌ها و بهبود کیفیت تولیدات دامی استفاده می‌شود (۳۴). اینها، مولکول‌هایی با ساختار شیمیایی متفاوت و ساز و کار مشترکی هستند که از طریق به دام انداختن یک کاتیون یک یا دو ظرفیتی مانند سدیم، پتاسیم، کلسیم و هیدروژن، در تبادلات غشاء سلولی اختلال ایجاد می‌کنند (۲۰). مونسین به‌عنوان یکی از معروف‌ترین و فراوان‌ترین یونوفرها در تغذیه دام می‌باشد. این ماده با نام تجاری رومنزین[۵]، به‌طور گسترده‌ای در صنعت دامپروری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصرف این ماده اولین بار در سال ۱۹۷۵ در گاوهای پرواری و در سال ۱۹۷۸ در گاوهای شیری توسط موسسه FDA[۶] مجاز شمرده شد (۲۰). مونسین (رومنزین) باعث سهولت ورود یون سدیم به درون باکتری شده و زمانی که غلظت درونی سدیم تحت تأثیر مونسین افزایش پیدا کند، فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم افزایش یافته و موجب کاهش ذخیره ATP در درون باکتری می‌شود. همچنین مونسین با تغییر غلظت یون هیدروژن در درون سلول باکتری، پلاریزاسیون غشاء باکتری را مختل نموده و از ورود متابولیت‌هایی مانند گلوکز به درون باکتری جلوگیری کرده و در نهایت سبب مرگ باکتری می‌شود. لازم به ذکر است که باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی، حساسیت بیشتری به مونسین و سایر یونوفرها دارند (۲۰). یکی از مهم‌ترین اهداف استفاده از این ماده، تغییر الگوی تخمیر شکمبه است (۲۰). اغلب تحقیقات انجام شده، افزایش تولید اسید پروپیونیک و ثابت ماندن مقدار کل اسیدهای چرب فرار شکمبه را با مصرف مونسین گزارش کرده‌اند

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۴- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: khzaboli@gmail.com
DOI: 10.22067/ijasr.v10i4.66146

5- Rumensin
6- U. S. Food and Drug Administration

(۱۳، ۲۰ و ۳۹). همچنین، مونسین با کنترل فعالیت باکتری‌های تجزیه‌کننده پروتئین در شکمبه، باعث کاهش دآمیناسیون اسیدهای آمینه و کاهش تولید آمونیاک در شکمبه می‌شود و در نتیجه از طریق کاهش تجزیه شکمبه‌ای پروتئین و اسیدهای آمینه موجود در جیره و انتقال آن به روده کوچک از اتلاف پروتئین در شکمبه جلوگیری می‌کند (۱۱). نتیجه این تغییر در الگوی تخمیر شکمبه، افزایش بازده خوراک و ابقاء انرژی و پروتئین و در نهایت بهبود عملکرد دام است (۲۰).

یکی دیگر از روش‌های تغییر الگوی تخمیر شکمبه در ارتباط با تخمیر نشاسته، فرآوری دانه غلات می‌باشد که امروزه به صورت‌های مختلفی مانند فرآوری به‌روش گرم، خشک، مرطوب و سرد به‌کار گرفته می‌شود. یکی از این روش‌ها، پرک کردن دانه غلات است. پرک کردن دانه، شامل تغییر شکل فیزیکی و یا اندازه دانه از طریق عبور دادن آن از بین دو غلطک دوار است (۴). استفاده از دانه غلات در تغذیه دام از اهمیت خاصی برخوردار است. این دسته از مواد خوراکی به‌دلیل دارا بودن نشاسته، در تأمین انرژی مورد نیاز دام مورد توجه می‌باشد. گزارش شده است که تخمیر نشاسته در شکمبه در مقایسه با هضم آن در روده، از نظر بازده تولید انرژی کمتر است (۲۸). اما افزایش هضم نشاسته در شکمبه، سبب افزایش انرژی قابل دسترس برای رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌گردد (۹). لذا عواملی که مرتبط با تخمیر شکمبه‌ای نشاسته می‌باشند، بایست به‌گونه‌ای به‌کار گرفته شوند که از یک سو فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه دچار اختلال نگردد و از سوی دیگر، بالاترین بازده انرژی‌زایی حاصل گردد.

دانه جو یکی از مهم‌ترین دانه غلات در تغذیه نشخوارکنندگان است. پرک کردن دانه جو از طریق کاهش اندازه و افزایش سطح تماس ذرات نشاسته موجود در دانه، سبب افزایش تخمیر نشاسته توسط میکروب‌های شکمبه می‌گردد. از طرف دیگر، با افزایش تخمیر نشاسته، انتظار می‌رود که جمعیت گروهی از باکتری‌های شکمبه افزایش یابد و از آنجایی‌که مونسین به عنوان یک مکمل، با مهار برخی از این باکتری‌ها، می‌تواند روند تخمیر شکمبه را تغییر دهد، لذا در این تحقیق سعی شد تا اثر همزمان پرک کردن دانه جو و مصرف مونسین بر قابلیت هضم، سنتز پروتئین میکروبی و متابولیسم نیتروژن در گوسفند نر مهربان مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

۱- حیوانات، مواد خوراکی و تیمارهای آزمایشی: در این تحقیق از تعداد ۲۴ رأس گوسفند نر مهربان با میانگین وزن ۶/۱۵ ± ۵۲/۹۸ کیلوگرم به مدت ۲۱ روز استفاده شد. ابتدا حیوانات به منظور سازگاری به محیط جدید و شرایط آزمایش به داخل یک سالن سر پوشیده مجهز به قفس‌های انفرادی منتقل و به مدت ۷ روز در آنجا نگهداری شدند. در طول این مدت، عملیات بهداشتی و خوراندن قرص ضد انگل بر روی آنها انجام گرفت. پس از آن دام‌ها به‌طور تصادفی به چهار گروه آزمایشی تقسیم شد و به‌منظور تعیین قابلیت هضم به‌روش درون‌تنی به‌مدت ۱۴ روز در داخل قفس‌های متابولیکی (۷ روز به‌منظور عادت‌دهی به جیره آزمایشی و ۷ روز هم دوره نمونه‌برداری) نگهداری شد. در کل دوره آزمایش، حیوانات به آب آشامیدنی و سنگ نمک دسترسی آزاد داشتند. جیره‌های آزمایشی شامل ۴۰ درصد علوفه و ۶۰ درصد کنسانتره بود که در دو وعده صبح (ساعت ۸) و بعدازظهر (ساعت ۱۶) در اختیار دام‌ها قرار می‌گرفت (جدول ۱). مقدار مصرف خوراک روزانه در گوسفندان ۲ درصد وزن بدن آنها در نظر گرفته شد (۲۵). علوفه یونجه از رقم همدانی و دانه جو نیز از رقم والفجر بود. مونسین نیز از شرکت پارس خوراک (با غلظت ۱۰ درصد) تهیه گردید.

۲- روش نمونه‌گیری: در طول دوره اصلی آزمایش (دوره جمع‌آوری از مدفوع)، مقدار خوراک مصرفی، باقیمانده خوراک، مدفوع تولید شده و ادرار دفع شده در هر دام به‌طور روزانه ثبت و از آنها نمونه‌برداری شد. نحوه جمع‌آوری ادرار به این صورت بود که ابتدا کل ادرار دفعی (در طول ۲۴ ساعت) در هر دام (با استفاده از قیف‌های مخصوص جمع‌آوری ادرار) در ظروف ۵ لیتری به‌طور جداگانه جمع‌آوری شد. برای حفظ ترکیبات نیتروژنه و جلوگیری از فعالیت میکروبی، به ظروف جمع‌آوری ادرار به‌طور روزانه اسید سولفوریک ۵۰ درصد اضافه گردید تا pH آن به کمتر از ۳ کاهش یابد. پس از ثبت حجم ادرار دفعی روزانه، مقدار ۲ درصد آن به‌عنوان نمونه برداشت و به‌آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های ادرار مربوط به هر دام در روزهای مختلف بر روی هم ریخته شد و برای آزمایشات بعدی در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (۱۸). در روز آخر آزمایش در ساعات ۱ و ۵ بعد از خوراک‌دهی صبحگاهی، از همه گوسفندان از طریق ورید وداج خون‌گیری شد. به منظور جداسازی پلاسما، نمونه‌های خون در آزمایشگاه سانتریفوژ شده (۳۰۰۰ rpm، به مدت ۲۰ دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) و پلاسمای به‌دست آمده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

جدول ۱ – مواد خوراکی استفاده شده در تیمارهای آزمایشی (بر حسب درصد)

Table 1- Feed ingredients used in experimental treatment (based on percentage)

تیمارهای آزمایشی Treatments	ساقه یونجه Alfalfa stem	دانه جو کامل Whole barley grain	دانه جو پرک شده Cracked barley grain	کنجاله سویا Soybean meal	مونسین[1] Monensin	مکمل* Permix
تیمار ۱ Treatment 1	40	52.45	-	5.37	-	2.18
تیمار ۲ Treatment 2	40	52.45	-	5.37	0.03	2.15
تیمار ۳ Treatment 3	40	-	52.45	5.37	-	2.18
تیمار ۴ Treatment 4	40	-	52.45	5.37	0.03	2.15

* ترکیب مکمل در هر کیلوگرم : ویتامین آ ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین د ۳۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین ای ۱۰۰ واحد بین‌المللی، کلسیم ۱۹۰۰۰۰، فسفر ۹۰۰۰۰، سدیم ۵۰۰۰۰، مس ۳۰۰، آهن ۳۰۰۰، منگنز ۲۰۰۰، ید ۱۰۰، کبالت ۱۰۰، سلنیوم ۱، منیزیم ۱۹۰۰۰ و روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم بود.

[1] مونسین دارای غلظت ۱۰ درصد (۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود.

*: Premix composition per kg: vitamin A, 500,000 IU; vitamin D, 300,000 IU; vitamin E, 100 IU; Ca, 190,000; P, 90,000; Na, 50,000; Cu, 300; Fe, 3000; Mn, 2000; I, 100; Co, 100; Se, 1; Mg and Zn 3000 mg/kg.

[1] The monensin concentration was 10% (100000mg/kg).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی مواد خوراکی و جیره آزمایشی استفاده شده در آزمایش (بر حسب ماده خشک)

Table 2- Chemical composition of the feedstuffs and experimental diet used in experiment (based on DM)

	ماده خشک Dry matter	ماده آلی Organic matter	پروتئین خام Crude protein	فیبر خام Crude fiber	چربی خام Ether extract	عصاره عاری از نیتروژن Nitrogen free extract
ساقه یونجه Alfalfa stem	95.80	94.25	9.22	43.28	1.42	40.33
کنجاله سویا Soybean meal	92.00	94.10	37.09	6.84	7.01	49.10
دانه جو (معمولی یا پرک شده) Barley grain (Whole or cracked)	92.00	97.45	11.12	6.41	1.61	78.31
جیره آزمایشی* Experimental diet	93.77	93.16	12.14	20.96	1.48	60.70

*مقدار انرژی قابل متابولیسم جیره آزمایشی معادل ۲/۵۳ (مگاکالری بر کیلوگرم ماده خشک) بود که بر اساس NRC (۱۹۸۵) برآورد شد.

* Metabolisable energy of experimental diet was 2.53 (Mcal/kg DM) that estimated by NRC (1985).

۳- روش آنالیز نمونه‌ها: درصد ماده خشک و ترکیب شیمیایی (خاکستر خام، پروتئین خام، الیاف خام و چربی خام) نمونه‌های خوراک و مدفوع و مقدار نیتروژن موجود در ادرار از روش AOAC (۳) تعیین شد و مقدار نیتروژن ابقاء شده (درصد) نیز از رابطه زیر محاسبه گردید:

۱۰۰ × (نیتروژن خورده شده بر حسب گرم)/ [(نیتروژن ادرار بر حسب گرم)+(نیتروژن مدفوع بر حسب گرم)] = درصد نیتروژن ابقاء شده

میزان پروتئین میکروبی سنتز شده از طریق اندازه‌گیری مقدار آلانتوئین موجود در ادرار با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل Varian Cary 100 conc، استرالیا) در طول موج ۵۲۲ نانومتر تعیین شد. برای این منظور، ابتدا آلانتوئین تحت شرایط قلیایی ضعیف در دمای بالا هیدرولیز شده و به اسید آلانتوئیک تبدیل می‌شود. سپس اسید آلانتوئیک در محلول اسیدی ضعیف به اوره و اسید گلی اگزلیک تبدیل می‌شود. اسید گلی اگزلیک با هیدرو کلراید فنیل‌هیدرازین واکنش داده و به فنیل‌هیدرازون تبدیل می‌شود. سپس با اضافه کردن اسید کلریدریک غلیظ و پتاسیم فری‌سیانید، جذب نوری نمونه‌ها خوانده می‌شود (۳۰). اندازه‌گیری فراسنجه‌های پلاسما (شامل گلوکز و اوره) با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی دستی (شرکت پارس آزمون، ایران) و مطابق دستورالعمل شرکت سازنده انجام شد.

٤- تجزیه آماری داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از آزمایش، با استفاده از نرم‌افزار SAS (۳۲) و به‌صورت آزمایش

فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مدل آماری استفاده شده به‌صورت $y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$ بود که در آن، y_{ijk} مقدار هر مشاهده، μ میانگین صفت اندازه‌گیری شده، A_i اثر فاکتور مونانسین، B_j اثر فاکتور شکل فیزیکی دانه جو، AB_{ij} برهم‌کنش بین فاکتور مونانسین و شکل فیزیکی دانه جو و e_{ijk} اثر خطای آزمایشی بود. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن در سطح خطای ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی جیره در جدول ۳ ارایه شده است. تغییر شکل فیزیکی دانه جو باعث کاهش معنی‌دار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی شد ($P<۰/۰۵$). اما قابلیت هضم سایر اجزای جیره تحت تأثیر تغییر شکل فیزیکی دانه جو قرار نگرفت. همچنین، اضافه کردن مونانسین به جیره و ترکیب تیمارها نیز اثری بر قابلیت هضم ماده خشک و سایر مواد مغذی جیره نداشت.

مشابه نتایج ما، زین و برکویس (۴۱) بیان کردند که تغییر شکل فیزیکی دانه جو (دانه جو غلطک خورده خشک) در مقایسه با دانه معمولی، سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی جیره شد. اما بر خلاف نتایج ما، در آزمایشی که توسط افشار و همکاران (۱) انجام گرفت، پرک کردن دانه جو در مقایسه با دانه جو فرآوری نشده اثری بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در گوسفند نداشت. آنها درصد قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی را در جیره حاوی دانه جو معمولی به‌ترتیب ۶۸/۴۵ و ۷۰/۴۱ درصد و در جیره دارای دانه جو پرک شده به‌ترتیب ۶۷/۶۲ و ۷۰/۰۷ درصد گزارش کردند. ماتراس و همکاران (۱۹) گزارش کردند که تغییر شکل فیزیکی دانه سورگوم (غلطک خورده خشک) در بره‌های در حال رشد اثری بر قابلیت هضم ماده خشک جیره نداشت. اختلاف نتایج ما با نتایج سایر محققین می‌تواند به‌دلیل تفاوت در ترکیب شیمیایی جیره، نسبت علوفه به کنسانتره در جیره و نوع دام و شرایط فیزیولوژیک آن باشد (۱). اثر اصلی فرآیند کردن مکانیکی سرد دانه غلات (مانند پرک کردن)، تغییر محل هضم نشاسته از روده به شکمبه است. به عبارت دیگر، فرآوری فیزیکی دانه غلات سبب افزایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای آنها می‌شود و میزان نشاسته تخمیر پذیر در شکمبه افزایش می‌یابد. در واقع این عمل از طریق کاهش اندازه ذرات و افزایش سطح تماس ذرات دانه جو سبب بهبود بازده استفاده از نشاسته توسط میکروب‌های شکمبه می‌شود (۳۸). با افزایش هضم نشاسته در شکمبه، مقدار نشاسته وارد شده به روده کاهش می‌یابد. این تغییر در میزان نشاسته ورودی به روده، به عنوان یک مزیت تلقی می گردد. زیرا با کاهش حجم نشاسته وارد شده به روده، هضم آن در روده افزایش می‌یابد و از مقدار نشاسته فرار کرده از روده کاسته می‌شود (۳۶). برآیند این عوامل سبب افزایش هضم نشاسته در کل دستگاه گوارش می‌شود که عامل اصلی آن، افزایش هضم نشاسته در شکمبه است. این بهبود هضم، وابسته به نوع دام، نوع دانه غله و روش فرآیند کردن دانه نیز می‌باشد. اما شواهد نشان می‌دهد که گوسفند با جویدن کامل دانه جو، استفاده موثرتری از آن در مقایسه با گاو می‌کند. بر این اساس، فرآیند کردن دانه غلات ممکن است تأثیر اندکی بر هضم نشاسته در گوسفند داشته باشد و حتی در برخی شرایط باعث کاهش قابلیت هضم نیز شود (۳۶).

در رابطه با اثر مصرف مونانسین بر قابلیت هضم جیره گزارشات مختلفی ارایه شده است. مشابه نتایج ما، خالصی زاده و همکاران (۱۴) گزارش کردند که اضافه کردن مونانسین به جیره گوسفندان بلوچی اثری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و دیواره سلولی نداشت. نتایج مشابهی نیز توسط سیلوا و همکاران (۳۴) در گوسفند و مارتینو و همکاران (۱۸) در گاوهای شیری گزارش شد. اما بر خلاف نتایج ما، زین و برکویس (۴۱) گزارش کردند که مصرف مونانسین باعث کاهش قابلیت هضم ماده آلی جیره در گوساله‌های پرواری شد.

در تحقیق حاضر، با توجه به درصد بالای دانه جو در جیره‌های آزمایشی، انتظار می‌رود باکتری‌های آمیلولایتیک (تجزیه‌کننده نشاسته) به‌عنوان جمعیت غالب میکروبی شکمبه باشند. این‌ها جزو گروه باکتری‌های گرم مثبت بوده و مصرف مونانسین سبب مهار اینها می‌شود. لذا با کاهش فعالیت این باکتری‌ها، ممکن است هضم مواد مغذی جیره کاهش یابد (۱۷). از طرف دیگر، با کاهش فعالیت این باکتری‌ها که مهم‌ترین باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک در شکمبه می‌باشند، تولید اسید لاکتیک در شکمبه کاهش یافته و از افت pH شکمبه جلوگیری می‌شود و از این طریق شرایط برای فعالیت باکتری‌های سلولولیتیک مساعد شده و متعاقب آن هضم فیبر بهبود می‌یابد (۱۴). اما از طرف دیگر، برخی از باکتری‌های تجزیه‌کننده سلولز مانند رومینو کوکوس‌ها ممکن است تحت تأثیر مونانسین مهار شوند و لذا هضم فیبر در موقع مصرف مونانسین کاهش پیدا کند (۲۴). که در نهایت، برآیند عوامل فوق تعیین‌کننده مقدار هضم ماده خشک، ماده آلی و فیبر جیره در شکمبه خواهد بود.

نتایج مربوط به متابولیسم نیتروژن در گوسفندان مورد آزمایش در جدول ۴ ارایه شده است. اثر تغییر شکل فیزیکی دانه جو، مصرف مونانسین و ترکیب تیمارهای آزمایشی بر مقدار نیتروژن خورده شده، درصد نیتروژن موجود در مدفوع و ادرار معنی‌دار نبود. اما درصد نیتروژن ابقاء شده در بدن، تحت تأثیر مصرف مونانسین قرار گرفت ($P<۰/۰۵$). برای بررسی متابولیسم نیتروژن در بدن بایست مقدار پارامترهای فوق اندازه‌گیری شود (۱۵). مقدار نیتروژن خورده شده

بستگی به مقدار ماده خشک مصرفی و درصد پروتئین خام جیره دارد (۱۵). با توجه به اینکه درصد پروتئین خام در تیمارهای آزمایشی در یک اندازه بودند و مقدار ماده خشک مصرفی هم بر اساس وزن دام‌ها تنظیم شده بود و در یک محدوده بودند (۲ درصد وزن بدن)، لذا مقدار نیتروژن خورده شده در همه تیمارها یکسان بود و تفاوتی بین آنها وجود نداشت (جدول ۱).

جدول ۳ – قابلیت هضم مواد مغذی در گوسفندان تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی (درصد)

Table 3- Digestibility of nutrients in the sheep fed with experimental treatments (%)

		ماده خشک DM	ماده آلی OM	پروتئین خام CP	فیبر خام CF	چربی خام EE	ان اف ای NFE
اثر شکل فیزیکی Physical form	دانه جو معمولی Whole barley	73.82 [a] ± 2.30	74.94 [a] ± 2.41	65.08 ± 5.60	30.42 ± 2.50	30.42 ± 6.50	82.54 ± 2.00
	دانه جو پرک شده Cracked barley	71.58 [b] ± 2.34	72.84 [b] ± 2.31	64.42 ± 5.89	29.02 ± 2.11	29.02 ± 5.10	80.90 ± 2.91
	SEM *	0.799	0.743	1.826	1.974	1.896	0.848
اثر مونسین Monensin	بدون مونسین Without Monensin	72.72 ± 2.00	73.99 ± 2.10	64.08 ± 3.90	28.80 ± 5.10	53.88 ± 3.5	81.98 ± 2.40
	با مونسین With Monensin	72.68 ± 3.10	73.82 ± 3.00	65.44 ± 7.10	30.64 ± 6.50	53.94 ± 8.8	81.53 ± 2.80
	SEM	0.799	0.743	1.826	1.974	1.896	0.848
اثر تیمارها[1] Treatments	تیمار ۱ Treatment 1	73.42 ± 1.30	74.55 ± 1.61	64.76 ± 4.57	29.18 ± 6.03	56.38±11.47	82.17 ± 2.39
	تیمار ۲ Treatment 2	74.21 ± 3.10	75.33 ± 3.07	65.41 ± 6.78	31.66 ± 7.29	55.75±19.25	82.90 ± 1.61
	تیمار ۳ Treatment 3	72.02 ± 2.40	73.42 ± 2.50	63.41 ± 3.40	28.42 ± 4.59	51.38±15.76	81.79 ± 2.63
	تیمار ۴ Treatment 4	71.14 ± 2.20	72.31 ± 2.19	65.46 ± 7.91	29.63 ± 5.99	52.12±19.64	80.17 ± 3.16
	SEM	1.123	1.050	2.582	2.792	2.681	1.201
P-value	شکل فیزیکی Physical form (P)	0.0202	0.0225	0.5634	0.8108	0.81	0.2131
	مونسین Monensin (M)	0.6401	0.5121	0.2830	0.3982	0.8920	0.4474
	تیمارها Treatments	0.0909	0.0611	0.3205	0.4388	0.5601	0.4150
	شکل فیزیکی× مونسین P × M	0.1818	0.3468	0.2639	0.4817	0.2815	0.3483

[1] تیمارهای آزمایشی به‌ترتیب:۱) دانه جو معمولی بدون مونسین، ۲) دانه جو معمولی با مونسین، ۳) دانه جو پرک شده بدون مونسین ۴) دانه جو پرک شده با مونسین

حروف غیر مشابه در هر ستون و هر بخش نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد می‌باشد.

1- Treatments included: 1) Whole barley grain without Monensin, 2) Whole barley grain with Monensin, 3) Cracked barley grain without Monensin and 4) Cracked barley grain with Monensin.

* SEM: Standard error of mean.

Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

مشابه نتایج ما، کیران و موتس‌وانگو (۱۶) اثر تغییر شکل فیزیکی دانه جو (پرک کردن و پلت کردن) را در بره‌های نر سافولک بررسی کردند و مشاهده نمودند که در موقع مصرف دانه جو پرک شده، درصد نیتروژن مدفوع، ادرار و ابقاء شده به‌ترتیب ۲۳/۲۳، ۵۸/۹۹ و ۱۷/۷۷ درصد و در موقع مصرف دانه جو پلت شده این مقادیر به‌ترتیب ۲۳/۸۸، ۵۶/۰۳ و ۲۰/۰۹ درصد شد و تغییر شکل فیزیکی دانه جو اثری بر پارامترهای فوق نداشت. ماتراس و همکاران (۱۹) نیز گزارش کردند که تغییر شکل فیزیکی دانه غلات (غلطک خورده خشک) در

بره‌های در حال رشد، اثری بر ابقاء نیتروژن نداشت.

در رابطه با اثر مونسین بر متابولیسم نیتروژن نیز مشابه نتایج ما، اووامر و همکاران (۲۷) گزارش کردند علی‌رغم اینکه مصرف ۳۳ میلی‌گرم مونسین به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره در بره‌های نر نائمی، اثری بر مقدار نیتروژن خورده شده نداشت، اما مقدار نیتروژن ابقاء شده در بدن افزایش معنی‌داری نشان داد. بر خلاف نتایج فوق، مارتینو و همکاران (۱۸) مقدار ۲۴ میلی‌گرم مونسین به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره در گاوهای شیری به‌کار بردند و مشاهده نمودند مقدار نیتروژن خورده شده، نیتروژن مدفوع، نیتروژن ادرار و نیتروژن ابقاء شده تحت تأثیر مصرف مونسین قرار نگرفتند. نتایج مشابهی نیز توسط فویک‌لانگ و همکاران (۱۰) در گاوهای نر شیری و مونرات و همکاران (۳۲) در گاوهای نر پرواری به‌دست آمد. اولین بار اثر یونوفرها بر متابولیسم نیتروژن در سال ۱۹۷۰ مشخص شد و تحقیقات نشان داد که با مصرف مونسین، میزان تجزیه پروتئین در شکمبه، تجمع آمونیاک و سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه کاهش می‌یابد (۲۹). در همین راستا، زین و همکاران (۴۲) گزارش کردند که مصرف ۳۱ میلی‌گرم مونسین به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره در گاوهای پرواری، سرعت عبور نیتروژن میکروبی از شکمبه به روده را ۱۴/۵ درصد کاهش و هضم شکمبه‌ای نیتروژن خوراک را نیز ۱۰/۴ درصد کاهش داد.

در بیشتر مطالعات انجام شده نیز نیتروژن ابقاء شده با مصرف یونوفرها افزایش یافته است (۲۰). زیرا مونسین با کنترل باکتری‌های پروتئولیتیک در شکمبه، باعث کاهش دآمیناسیون اسیدهای آمینه و کاهش غلظت آمونیاک در شکمبه شده و در نتیجه، از اتلاف پروتئین در شکمبه جلوگیری می‌کند. همچنین، مونسین باعث کاهش رشد باکتری‌های شکمبه و کاهش سنتز پروتئین میکروبی می‌شود. تحت این شرایط نرخ پروتئین عبوری با منشاء خوراک از شکمبه به روده افزایش می‌یابد. نسبت بالاتر نیتروژن با منشاء خوراکی به نیتروژن میکروبی که به روده کوچک وارد شده است، باعث بهبود قابلیت هضم نیتروژن و افزایش ابقاء نیتروژن در بدن می‌شود. زیرا قابلیت هضم نیتروژن خوراکی در مقایسه با نیتروژن میکروبی بالاتر است و نیز به دلیل عدم وجود اسید نوکلئک در پروتئین با منشاء خوراکی، ارزش غذایی آن هم بالاتر از نیتروژن میکروبی است (۲۰). در همین رابطه، گزارش شده است که منشاء نیتروژن موجود در مدفوع شامل نیتروژن خوراکی، نیتروژن میکروبی شکمبه (یا روده بزرگ) و نیتروژن درون‌زاد است. مقدار نیتروژن میکروبی و درون‌زاد در مدفوع (نیتروژن متابولیکی) بسیار قابل توجه است. اما مقدار نیتروژن با منشاء خوراکی در آن خیلی کم است. زیرا قابلیت هضم واقعی پروتئین خوراک در روده بین ۹۰–۸۵ درصد برآورد می‌گردد (۲۱).

نتایج مربوط به مقدار آلانتوئین دفع شده، نیتروژن میکروبی سنتز شده و نیتروژن اوره‌ای دفعی ادرار در جدول ۵ ارایه شده است. تغییر شکل فیزیکی دانه جو اثری بر میزان آلانتوئین دفعی، نیتروژن میکروبی سنتز شده و نیتروژن اوره‌ای ادرار نداشت. اما مصرف مونسین باعث کاهش معنی‌دار آلانتوئین دفعی شد (P<۰/۰۵). در رابطه با اثر ترکیب تیمارها، اثر همزمان تغییر شکل فیزیکی دانه جو همراه با مصرف مونسین، هیچکدام از پارامترهای فوق را تحت تأثیر قرار ندادند.

استفاده از مشتقات پورینی ادرار (آلانتوئین، اسید اوریک، گزانتین و هیپوگزانتین)، اولین بار توسط ریس و همکاران (۳۱) به‌عنوان شاخص تولید پروتئین میکروبی پیشنهاد شد. خوراک نشخوارکنندگان حاوی مشتقات پورینی اندکی است که اکثر آنها نیز به‌طور گسترده در شکمبه تجزیه می‌شوند. لذا اسیدهای نوکلئیک موجود در مواد هضم شده روده، ضرورتاً منشاء میکروبی دارند که در شکمبه سنتز شده‌اند. این اسیدهای نوکلئیک از دیواره روده جذب شده و در بدن به مشتقات پورینی تجزیه می‌شوند و از طریق ادرار دفع می‌گردند. لذا دفع مشتقات پورینی در ادرار ارتباط مستقیم با پورین میکروبی جذب شده و به عبارت ساده تر پروتئین میکروبی سنتز شده در شکمبه دارد (۴۰). در نشخوارکنندگان آلانتوئین مهم‌ترین محصول کاتابولیسم پورین‌ها بوده و به‌عنوان اصلی‌ترین ترکیب پورینی ادرار محسوب می‌شود. در این رابطه، چن و گومس (۸) گزارش کردند که در ادرار گوسفند در حالت طبیعی، مقدار آلانتوئین ۸۰–۶۰ درصد، اسید اوریک ۳۰–۱۰ درصد و گزانتین و هیپوگزانتین نیز ۱۰–۵ درصد می‌باشد. گزارش شده است که افزودنی‌ها، ترکیب جیره، شرایط فیزیولوژیکی دام، تفاوت فلور میکروبی شکمبه و انرژی مصرفی دام بر مقدار مشتقات پورینی دفع شده از طریق ادرار اثرگذار است. احتمالاً این اثرگذاری از طریق تغییر فعالیت میکروب‌های شکمبه و یا تغییر جریان عبور میکروب‌ها از شکمبه به روده می‌باشد (یو و همکاران، ۲۰۰۲).

مشابه نتایج ما، کیران و موتس‌وانگو (۱۶) گزارش کردند که تغییر شکل فیزیکی دانه غلات در گوسفندان نر سافولک، هیچکدام از مقادیر آلانتوئین و نیتروژن میکروبی سنتزشده را تحت تأثیر قرار نداد. انرژی فاکتور محدودکننده برای تولید پروتئین میکروبی در شکمبه است و فرآوری دانه غلات از طریق افزایش انرژی قابل دسترس برای رشد میکروب‌های شکمبه، سبب افزایش تولید پروتئین میکروبی می‌شود (۹). افزایش هضم شکمبه‌ای نشاسته در اثر تغییر شکل فیزیکی آن، سبب بهبود مصرف نیتروژن در شکمبه و متعاقب آن کاهش دفع نیتروژن به‌صورت اوره در ادرار نیز می‌شود (۳۸). در این رابطه، داویس و همکاران (۹) گزارش کردند که افزایش تخمیر کربوهیدرات‌ها در شکمبه باعث افزایش بازچرخش اوره از خون به شکمبه شده و در نتیجه تولید پروتئین میکروبی افزایش می‌یابد. البته در آزمایش ما، علت اصلی اثر نگذاشتن فرآوری دانه جو بر فراسنجه‌های متابولیسم پروتئین می‌تواند به نوع غله (دانه جو) استفاده شده نیز مربوط باشد.

جدول ٤ – متابولیسم نیتروژن در گوسفندان تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی

Table 4- Nitrogen metabolism in the sheep fed with experimental treatments

		نیتروژن خورده شده (گرم در روز) Nitrogen intake (g/d)	نیتروژن (گرم در روز) Nitrogen (g/day)		
			در مدفوع In feces	در ادرار In urine	ابقاء شده Retention
اثر شکل فیزیکی Physical form	دانه جو معمولی Whole barley	15.09 ± 1.98	5.27 ± 0.39	6.14 ± 0.43	3.68 ± 0.37
	دانه جو پرک شده Cracked barley	14.35 ± 1.47	5.10 ± 0.28	5.92 ± 0.29	3.33 ± 0.36
	SEM *	0.520	0.182	0.283	0.396
اثر مونسین Monensin	بدون مونسین Without Monensin	14.81 ± 2.04	5.32 ± 0.58	6.35 ± 0.41	3.15^{b} ± 0.51
	با مونسین With Monensin	14.63 ± 1.34	5.05 ± 0.44	5.72 ± 0.60	3.86^{a} ± 0.65
	SEM	0.520	0.182	0.283	0.396
اثر تیمارها[1] Treatments	تیمار ۱ Treatment 1	14.95 ± 2.16	5.27 ± 0.57	6.33 ± 0.77	3.35 ± 0.90
	تیمار ۲ Treatment 2	14.62 ± 1.79	5.06 ± 0.78	5.71 ± 0.90	3.86 ± 0.71
	تیمار ۳ Treatment 3	14.37 ± 1.73	5.26 ± 0.49	6.23 ± 0.55	2.89 ± 0.88
	تیمار ۴ Treatment 4	14.74 ± 1.22	5.09 ± 0.81	5.77 ± 0.89	3.88 ± 1.02
	SEM	0.736	0.258	0.369	0.281
P-value	شکل فیزیکی Physical form (P)	0.2922	0.5636	0.3902	0.3859
	مونسین Monensin (M)	0.9700	0.2825	0.1301	0.0201
	تیمارها Treatments	0.4111	0.3230	0.6101	0.4170
	شکل فیزیکی× مونسین P × M	0.3152	0.2608	0.2759	0.5833

[1] تیمارهای آزمایشی به‌ترتیب:۱) دانه جو معمولی بدون مونسین، ۲) دانه جو معمولی با مونسین، ۳) دانه جو پرک شده بدون مونسین ۴) دانه جو پرک شده با مونسین

حروف غیر مشابه در هر ستون و هر بخش نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد می‌باشد.

1- Treatments included: 1) Whole barley grain without Monensin, 2) Whole barley grain with Monensin, 3) Cracked barley grain without Monensin and 4) Cracked barley grain with Monensin.

* SEM: Standard error of mean. Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

اثر مونسین بر آلانتوئین دفعی با نتایج پوس و همکاران (۲۹) همخوانی دارد. ایشان اثر منفی مونسین در تولید پروتئین میکروبی و در نتیجه کاهش آلانتوئین دفعی را گزارش کردند. آلن و هاریسون (۲) نیز گزارش کردند که مصرف مونسین در گوسفند سبب کاهش آلانتوئین دفعی به میزان ۱۴ درصد در مقایسه با گروه شاهد شد. مک‌گافی و همکاران (۲۰) نیز بیان نمودند که رشد میکروبی (سنتز پروتئین میکروبی) با مصرف مونسین کاهش می‌یابد. همچنین، تاماچارون و همکاران (۳۵) گزارش کردند که مصرف مونسین (۳۲۰

میلی‌گرم در روز) در گاوهای شیری هلشتاین باعث کاهش معنی‌دار آلانتوئین در ادرار شد. ایشان کاهش آلانتوئین دفعی در ادرار را نشان‌دهنده کاهش فعالیت میکروبی شکمبه بیان کردند. همچنین، مشابه نتایج ما، یانگ و همکاران (۳۹) گزارش کردند که مصرف ۳۳۰ میلی‌گرم مونسین در روز در جیره گاوهای شیری اثر معنی‌داری بر نیتروژن میکروبی سنتز شده و بازده سنتز نیتروژن میکروبی نداشت. مونرات و همکاران (۲۳) نیز مقدار ۲۵ میلی‌گرم مونسین به ازای هر کیلوگرم از ماده خشک جیره در گوساله‌های نر پرواری به‌کار بردند و مشاهده نمودند که نیتروژن میکروبی سنتز شده و بازده سنتز نیتروژن میکروبی تغییر معنی‌داری نشان نداد.

اما برخلاف نتایج ما، فویک‌لانگ و همکاران (۱۰) گزارش کردند که مصرف ۳۳ میلی‌گرم مونسین به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره گاوهای نر، اثری بر آلانتوئین دفعی، نیتروژن میکروبی سنتز شده و بازده سنتز نیتروژن میکروبی نداشت. همچنین، تحقیقات تیوند و جونی (۳۷) نشان داد که مصرف لازالوسید در جیره گوسفندان، سنتز پروتئین میکروبی را به طور معنی‌داری کاهش داد. آنها گزارش کردند که اضافه کردن مقدار صفر، ۲۱ و ۴۳ میلی‌گرم لازالوسید به ازای هر کیلوگرم از ماده خشک جیره گوسفندان سبب شد که نیتروژن میکروبی سنتز شده به‌ترتیب ۱۴/۲، ۱۲/۳ و ۱۱/۲ گرم در روز باشد.

در رابطه با اثر همزمان تغییر شکل فیزیکی دانه غلات و مصرف مونسین بر نیتروژن اوره‌ای ادرار، بیان شده است که مصرف مونسین باعث کاهش تولید آمونیاک در شکمبه شده و به تبع آن، جذب آمونیاک به خون کاهش یافته و مقدار اوره ادرار کاهش نشان می‌دهد. همچنین، تغییر شکل فیزیکی دانه غلات، سبب بهبود استفاده از نشاسته در شکمبه شده و راندمان استفاده از نیتروژن در شکمبه از این طریق افزایش یافته و در نهایت دفع نیتروژن اوره ای ادرار کاهش می‌یابد (۶). بیان شده است که تفاوت در بازده سنتز پروتئین میکروبی می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی از قبیل نوع جیره، محیط شکمبه، نسبت علوفه به کنسانتره، منبع نیتروژن و کربوهیدرات، سرعت رقت شکمبه و تعداد دفعات خوراک‌دهی باشد که اثرات خیلی از عوامل فوق هنوز اثبات نشده است (۴۰).

نتایج مربوط به غلظت گلوکز و اوره پلاسما در ساعات صفر و ۵ بعد از خوراک‌دهی صبح در جدول ۶ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می گردد، اثر تغییر شکل فیزیکی دانه جو، مصرف مونسین و ترکیب تیمارهای آزمایشی بر غلظت گلوکز و اوره خون معنی‌دار نبود. اندازه‌گیری نیتروژن اوره‌ای و گلوکز خون به‌ترتیب به‌عنوان شاخصی از وضعیت پروتئین و انرژی در بدن حیوانات محسوب می‌شود (۱۵ و ۲۲). مقادیر مشاهده شده در رابطه با مقدار گلوکز و اوره پلاسما در تحقیق حاضر، با مقادیر گزارش شده برای گوسفند (گلوکز، ۶۵-۳۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و اوره، ۲۰/۰- ۸/۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) توسط بلاد و استادرت (۷) همخوانی دارد.

مشابه نتایج ما، بابایی و همکاران (۵) از دو نوع دانه جو غلطک شده و آسیاب شده در جیره بره‌های پرواری زل استفاده نموده و گزارش کردند که غلظت گلوکز خون تحت تأثیر تغییر شکل فیزیکی دانه جو قرار نگرفت. کیران و موتس‌وانگو (۱۶) نیز اثر تغییر شکل فیزیکی دانه جو (پرک کردن و پلت کردن) را در بره‌های نر سافولک بررسی کردند و گزارش کردند که غلظت اوره پلاسما تحت تأثیر فرآیند کردن قرار نگرفت. اما بر خلاف نتایج ما، شیاسی و همکاران (۳۳) اثر شکل فیزیکی دانه ذرت (دانه کامل در مقابل دانه آسیاب شده) را بر عملکرد گوساله های از شیر گرفته شده بررسی کردند و گزارش نمودند که مقدار گلوکز خون تحت تأثیر تغییر شکل فیزیکی دانه قرار گرفت و مقدار آن از ۸۵/۴ در دانه کامل ذرت به ۸۳/۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در دانه آسیاب شده کاهش یافت. در رابطه با اثر مونسین بر غلظت گلوکز و اوره خون تحقیقات زیادی انجام شده است. مشابه نتایج ما، حجت‌پناه و همکاران (۱۲) گزارش کردند که مصرف مونسین در جیره بره‌های بلوچی اثری بر غلظت گلوکز و اوره خون نداشت. آنها مقدار صفر، و ۲۰۰ میلی‌گرم در روز مونسین را در گوسفند نر بلوچی به‌کار برد و گزارش کردند که غلظت گلوکز خون در تیمارهای فوق به ترتیب ۷۰/۸۷ و ۷۰/۶۲ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و اوره خون نیز ۱۵/۵۷ و ۱۷/۳۱ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر شد و تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبود. نتایج مشابهی نیز توسط سیلوا و همکاران (۳۴) در گوسفندان پرواری به‌دست آمد. اما بر خلاف نتایج ما، کیوانلو شهرستانکی و همکاران (۱۳) مقادیر صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی گرم مونسین به ازای هر کیلوگرم ماده خشک در جیره بره‌های مغانی استفاده نموده و گزارش کردند که مصرف مونسین سبب افزایش معنی‌دار گلوکز خون شد. به طوری که این مؤلفان بیان کردند که مونسین با تغییر الگوی تخمیر شکمبه و افزایش نسبت مولار اسید پروپیونیک (تنها اسید چرب فرار گلوکزساز شکمبه) به کل اسیدهای چرب فرار، می‌تواند سبب افزایش گلوکز پلاسما شود. اما در آزمایش ما، چنین تغییری مشاهده نشد. همچنین، مونسین با تغییر فلور میکروبی شکمبه از طریق اثر بر میکروب‌های تجزیه‌کننده پروتئین سبب کاهش تولید آمونیاک در شکمبه شده و در نهایت سبب کاهش اوره خون می‌شود. این وضعیت می‌تواند سبب افزایش بازده استفاده از نیتروژن در دام نیز گردد.

جدول ۵ – مقدار آلانتوئین دفع شده، نیتروژن و پروتئین میکروبی سنتز شده، بازده سنتز نیتروژن میکروبی و نیتروژن اوره‌ای ادرار در تیمارهای آزمایشی

Table 5- Allantoin excretion, microbial nitrogen and protein synthesis, efficiency of microbial nitrogen and urinary urea nitrogen in the experimental treatments

		آلانتوئین دفع شده Allantoin excretion (g/dL)	نیتروژن میکروبی سنتز شده Microbial nitrogen synthesis (g/day)	پروتئین میکروبی سنتز شده Microbial protein synthesis (g/day)	بازده سنتز نیتروژن میکروبی* Efficiency of microbial nitrogen (g/kg DOMI)	نیتروژن اوره‌ای ادرار Urinary urea N(g/day)
اثر شکل فیزیکی Physical form	دانه جو معمولی Whole barley	0.27 ± 0.03	5.28 ± 0.09	33.00 ± 0.56	9.50 ± 0.93	3.20 ± 0.25
	دانه جو پرک شده Cracked barley	0.29 ± 0.02	5.69 ± 0.13	35.56 ± 0.81	10.90 ± 0.91	2.63 ± 0.11
	SEM *	0.022	0.346	2.163	0.839	0.328
اثر مونسین Monensin	بدون مونسین Without Monensin	0.32^{a} ±0.07	5.74 ± 1.18	35.88 ± 3.38	10.66 ± 2.23	2.60 ± 1.21
	با مونسین With Monensin	0.23^{b} ±0.08	5.23 ± 1.10	32.69 ± 3.88	9.74 ± 2.80	3.03 ± 1.36
	SEM	0.022	0.346	2.163	0.839	0.328
اثر تیمارها[1] Treatments	تیمار ۱ Treatment 1	0.32 ± 0.03	5.48 ± 1.00	34.25 ± 4.25	10.14 ± 2.20	2.69 ± 1.20
	تیمار ۲ Treatment 2	0.22 ± 0.08	5.07 ± 0.80	31.69 ± 4.00	8.86 ± 1.40	3.71 ± 1.50
	تیمار ۳ Treatment 3	0.33 ± 0.10	5.99 ± 1.20	37.44 ± 3.75	11.19 ± 2.20	2.52 ± 1.20
	تیمار ۴ Treatment 4	0.24 ± 0.07	5.29 ± 1.30	33.06 ± 4.13	10.62 ± 3.60	2.75 ± 1.00
	SEM	0.031	0.490	3.215	1.186	0.443
P-value	شکل فیزیکی Physical form (P)	0.4418	0.1379	0.1251	0.2231	0.1051
	مونسین Monensin (M)	0.0010	0.1400	0.1515	0.2415	0.0571
	تیمارها Treatments	0.4420	0.8474	0.8009	0.9010	0.1609
	شکل فیزیکی× مونسین P × M	0.3303	0.4298	0.3942	0.2974	0.3388

* بازده سنتز نیتروژن میکروبی (گرم بر کیلوگرم ماده آلی قابل هضم خورده شده)

[1] تیمارهای آزمایشی به‌ترتیب: ۱) دانه جو معمولی بدون مونسین، ۲) دانه جو معمولی با مونسین، ۳) دانه جو پرک شده بدون مونسین ۴) دانه جو پرک شده با مونسین

حروف غیر مشابه در هر ستون و هر بخش نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد می‌باشد.

* Efficiency of microbial nitrogen (g/kg digestible organic matter intake)

1- Treatments included: 1) Whole barley grain without Monensin, 2) Whole barley grain with Monensin, 3) Cracked barley grain without Monensin and 4) Cracked barley grain with Monensin.

* SEM: Standard error of mean. Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

جدول ٦ – غلظت گلوکز و اوره پلاسما در ساعات مختلف پس از خوراک دهی صبح در گوسفندان تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی

Table 6- Glucose and urea concentration in plasma at various hours after the morning feeding in the sheep fed with experimental treatments

		گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Glucose (mg/dL)		اوره (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Urea (mg/dL)	
		ساعت صفر Hour 0	ساعت ۵ Hour 5	ساعت صفر Hour 0	ساعت ۵ Hour 5
اثر شکل فیزیکی Physical form	دانه جو معمولی Whole barley	65.70 ± 3.69	67.18 ± 3.89	16.37 ± 0.97	15.55 ± 0.96
	دانه جو پرک شده Cracked barley	64.87 ± 3.90	69.77 ± 4.02	15.24 ± 1.24	15.91 ± 1.36
	SEM *	1.581	1.718	1.067	1.037
اثر مونسین Monensin	بدون مونسین Without Monensin	63.89 ± 8.59	69.49 ± 6.32	16.39 ± 4.25	17.00 ± 4.17
	با مونسین With Monensin	66.68± 7.92	67.46 ± 7.42	15.23 ± 4.25	14.45 ± 3.33
	SEM	1.581	1.718	1.067	1.037
اثر تیمارها[1] Treatments	تیمار ۱ Treatment 1	63.52 ± 8.58	67.50 ± 4.00	17.05 ± 4.86	17.06 ± 4.86
	تیمار ۲ Treatment 2	67.88 ± 7.33	66.86 ± 4.05	15.70 ± 2.65	14.04 ± 2.65
	تیمار ۳ Treatment 3	64.26 ± 9.16	71.48 ± 7.71	15.74 ± 3.62	16.94 ± 3.62
	تیمار ۴ Treatment 4	65.48 ± 8.51	68.06 ± 10.07	14.75 ± 3.63	14.87 ± 3.63
	SEM	2.236	2.430	1.509	1.466
P-value	شکل فیزیکی Physical form (P)	0.8490	0.1892	0.8979	0.4966
	مونسین Monensin (M)	0.0705	0.2403	0.4440	0.0875
	تیمارها Treatments	0.7105	0.2725	0.5960	0.0910
	شکل فیزیکی× مونسین P × M	0.3119	0.2747	0.4215	0.2509

[1] تیمارهای آزمایشی به‌ترتیب ۱) دانه جو معمولی بدون مونسین، ۲) دانه جو معمولی با مونسین، ۳) دانه جو پرک شده بدون مونسین ۴) دانه جو پرک شده با مونسین

حروف غیر مشابه در هر ستون و هر بخش نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد می‌باشد.

1- Treatments included: 1) Whole barley grain without Monensin, 2) Whole barley grain with Monensin, 3) Cracked barley grain without Monensin and 4) Cracked barley grain with Monensin.

* SEM: Standard error of mean. Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

در رابطه با اثر تغییر شکل فیزیکی دانه غلات همراه با مصرف مونسین، نوسیو و همکاران (۲۶) مقادیر صفر و ۳۰ میلی‌گرم مونسین به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره را به همراه دو نوع دانه ذرت (فلیک شده در مقابل پرک شده) در گوساله‌های از شیر گرفته به‌کار بردند و بیان کردند که غلظت گلوکز خون تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

سوبسترای اصلی برای ساخت گلوکز در بدن شامل اسید پروپیونیک، اسکلت کربنی اسیدهای آمینه دآمینه شده در شکمبه و گلیسرول حاصل از شکستن تری‌گلیسریدها می‌باشد. همان‌طور که ذکر شد، مونسین سبب افزایش نسبت مولار اسید پروپیونیک در شکمبه می‌شود. افزایش تولید اسید پروپیونیک ممکن است در گلوکونئوزنز مورد استفاده قرار گیرد و در نتیجه در مصرف اسیدهای آمینه برای تولید گلوکز (دآمینه شدن آنها) صرفه‌جویی شود (۱۳). همچنین، مونسین با کاهش فعالیت باکتری‌های پروتئولیتیک سبب

کاهش تولید آمونیاک و کاهش دآمینه شدن اسیدهای آمینه خوراک در شکمبه شده و از این طریق می‌تواند سبب کاهش اوره خون شود (۱۱).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که تغییر شکل فیزیکی دانه جو (پرک کردن) سبب افزایش قابلیت هضم اجزای جیره، ابقاء نیتروژن در بدن و سنتز پروتئین میکروبی نشد. اما مصرف مونسین در جیره (علی‌رغم اینکه اثری بر قابلیت هضم نداشت) باعث کاهش آلانتوئین دفع شده گردید.

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(11):102-107.
2. Allen, J. D., and D. G. Harrison. 1979. The effect of dietary monensin upon digestion in the stomachs of sheep. Proceedings of the nutrition society, n.38, p.32A.
3. AOAC, 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Wilson Blvd, Arlington, VA 22201-3301 USA.
4. Armstrong, D. G. 1972. Development in cereal processing, ruminants. in: Cereal processing and digestion. Published by the U.S. Feed Grains Council, London; England, Pp: 9-37.
5. Babaei, M., Y. Chashnidel, and E. Dirandeh. 2016. Effect of cobalt and barley grain processing on performance, digestibility of nutrients and rumen and blood parameters in fattening lambs. Animal Production Research, 5(1):1-13.
6. Beckett, S., I. Lean, R. Dyson, W. Tranter, and L. Wade. 1998. Effects of monensin on the reproduction, health, and milk production of dairy cows. Journal of Dairy Science, 81:1563-1573.
7. Blood, D. C., and V. P. Studdert. 1999. Saunders comprehensive veterinary dictionary. Published by Saunders Ltd., Better World Books: West (Reno, NV, U.S.A.)
8. Chen, X. B., and M. J. Gomes. 1995. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of the technical details. Occasional Publication 1992. International Feed Resources Unit, Rowett Research Institute, Aberdeen, UK.
9. Davies, K. L., J. J. McKinnon, and T. Mutsvangwa. 2013. Effects of dietary ruminally degradable starch and ruminally degradable protein levels on urea recycling, microbial protein production, nitrogen balance, and duodenal nutrient flow in beef heifers fed low crude protein diets. Canadian Journal of Animal Science, 93:123-136.
10. Foiklang, S., M. Wanapat, and T. Norrapoke. 2016. Effect of grape pomace powder, mangosteen peel powder and monensin on nutrient digestibility, rumen fermentation, nitrogen balance and microbial protein synthesis in dairy steers. Asian Australas Journal of Animal Sciences, 29(10):1416-1423.
11. Gracla, C. C. G., M. G. D. Mendoza, M. S. Gonzalez, P. M. Cobos, C. M. E. Ortega, and L. R. Ramirez. 2000. Effect of yeast culture (Sachromyces cervisiae) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. Animal Feed Science and Technoligy, 83:165-170.
12. Hodjatpanah, A. A., M. Danesh-Mesgaran, and A. R. Vakili. 2010. Effects of diets containing monensin, garlic acid or turmeric powder on ruminal and blood metabolite responses of sheep. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(24):3104-3108.
13. Keyvanloo-Shahrestanaki, M., T. Ghoorchi, S. Hassani, and Y. Jafari-Ahangari. 2008. The effect of different levels of monensin on finishing performance and blood metabolites in Moghani lambs. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15(3):109-118.
14. Khalesizadeh, A., A. R. Vakili, M. Danesh Mesgaran, and R. Valizadeh. 2011. The effects of garlic oil (Allium sativa), turmeric powder (Curcuma iongalinn) and monensin on total apparent digestibility of nutrients in Baloochi lambs. International Journal of Biological, Bimolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, 5(11):791-793.
15. Khalid, M. F., M. Sarwar, A. U. Rehman, M. A. Shahzad, and N. Mukhtar. 2012. Effect of dietary protein sources on lamb's performance: A review. Iranian Journal of Applied Animal Science, 2(2):111-120.
16. Kiran, D., and T. Mutsvangwa. 2007. Effects of barley grain processing and dietary ruminally degradable protein on urea nitrogen recycling and nitrogen metabolism in growing lambs. Journal of Animal Science, 85:3391-3399.
17. Lean, I. J., L. Wade, and S. D. Bechet. 1997. Bovine somatotropin and monensin: Emerging technologies. Department of animal science, University of Sydney, Australia.
18. Martineau, R., C. Benchaar, H. V. Petit, H. Lapierre, D. R. Ouellet, D. Pellerin, and R. Berthiaume. 2007. Effects of lasalocid or monensin supplementation on digestion, ruminal fermentation, blood metabolites, and milk

production of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 90:5714-5725.
19. Matras, J., S. J. Bartle, and R. L. Preston. 1991. Nitrogen utilization in growing lambs: effect of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. Journal of Animal Science, 69:339-347.
20. McGuffey, R. K., L. F. Richardson, and J. I. D. Wilkinson. 2001. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. Journal of Dairy Science, 84:194-203.
21. McDonald, P., A. R. Edwards, J. F. D. Greenhalp, and C. A. Morgan. 2002. Animal nutrition. (6th Ed), Prentice Hall, London.
22. Mohammadi, V., E. Anassori, and S. Jafari. 2016. Measure of energy related biochemical metabolites changes during peri-partum period in Makouei breed sheep. Veterinary Research Forum, 7(1): 35-39.
23. Monnerat, J. P. I. D. S., P. V. R. Paulino, E. Detmann, S. C. V. Filho, R. D. F. Valadares, and M. S. Duarte. 2013. Effects of Saccharomyces cerevisiae and monensin on digestion, ruminal parameters, and balance of nitrogenous compounds of beef cattle fed diets with different starch concentrations. Tropical Animal Health and Production, DOI 10.1007/s11250-013-0356-9.
24. Nagaraja, T. G., T. B. Avery, E. E. Bartley, S. J. Galitzer, and A. D. Dayton. 1981. Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensin. Journal of Animal Science, 53(1):206-216.
25. National Research Council. 1985. Nutrient requirements of sheep. 6th Revised Edition, National Academy Press, Washington, D.C, USA.
26. Nussio, C. M. B., F. A. P. Santos, M. Zopollatto, A. V. Pires, and J. B. Morais. 2003. Corn Processing (steam flaked vs. steam rolled) and monensin for pre and post early weaning dairy calves. Revista Brasileira de Zootecnia, 32(1):229-239.
27. Owaimer, A. N., M. S. Kraidees, M. Al-Saiady, S. Zahran, and M. A. Abouheif. 2003. Effects of feeding monensin in combination with zeranol implants on performance, carcass traits and nutrient digestibility of growing lambs. Asian Australasian Journal of Animal Science, 16(9):1274-1279.
28. Owens, F. N., R. A. Zinn, and Y. K. Kim. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. Journal of Animal Science, 63(5):1634-1648.
29. Poos, M. I., T. L. Hanson, and T. J. Klopfenstein. 1979. Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. Journal of Animal Science, 48:1516-1524.
30. Puchala, R., and G. W. Kulasek. 1992. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and urinary excretion of purine derivatives. Canadian Journal of Animal Science, 72: 821-830.
31. Rys, R., A. Antoniewicz, and J. Maciejewicz. 1975. Allantoin in urine as an index of microbial protein in the rumen. In tracer studies on non-protein-nitrogen for ruminunts (2), Pp: 95-98. Vienna: International Atomic Energy Authority.
32. SAS. 1999. The SAS System for Windows. Release 8.0.1. SAS Institute Inc, Cary, USA.
33. Shiasi, H., A. D. Foroozandeh, and P. Shakeri. 2015. Effects of different levels and physical form of corn and wheat grains in the starter diet on growth of dairy calves. Journal of Ruminant Research, 2(4):69-85.
34. Silva, F. G. B., S. M. Yamamoto, E. M. S. D. Silva, M. A. A. Queiroz, L. A. Gordiano, and M. A. Formiga. 2015. Propolis extract and sodium monensin on ruminal fermentation and hematological parameters in sheep. Actascientiarum. Animal Sciences, 37(3):273-280.
35. Thammacharoen, S., S. Chanpongsang, and N. Chaiyabutr. 2001. Effects of monensin administration on mammary function in late lactating crossbred Holstein cattle. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 14(12):1712-1718.
36. Theurer, C. B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. Journal of Animal Science, 63:1649-1662.
37. Thivend, P., and J. P. Jouany. 1983. Effect of lasalocid sodium on rumen fermentation and digestion in sheep. Reproduction Nutrition Development, 23(5):.817-828.
38. Tothi, R., P. Lund, M. R. Weisbjery, and T. Hvelplund. 2003. Effect of expander processing on fractional rate of maize and barley starch degradation in the rumen of dairy cows estimated using rumen evaluation and *in situ* techniques. Animal Feed Science and Technology, 104:71-94.
39. Yang, W. Z., C. Benchaar, B. N. Ametaj, A. V. Chaves, M. L. He, and T. A. McAllister. 2007. Effects of garlic and juniper berry essential oils on ruminal fermentation and on the site and extent of digestion in lLactating cows. Journal of Dairy Science, 90:5671–5681.
40. Yu, P., A. R. Egan, L. Boon-ek, and B. J. Leury. 2002. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. Animal Feed Science and Technology, 95:33-48.
41. Zinn, R. A., and J. L. Borques. 1993. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat supplemented, high energy growing finishing diet by feedlot steers. Journal of Animal Science, 71:18-25.
42. Zinn, R. A., A. Plascencia, and R. Barajas. 1994. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. Journal of Animal Science, 72:2209-2215.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 463-476

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۴۷۶-۴۶۳

Mehraban Sheep Response to Monensin Applied and Physical Form of Barley Grain- Emphasis on Protein Metabolism

Sh. Najafi[1]- M. M. Tabatabaei[2]- Kh. Zaboli[3*]- A. A. Saki[4]- A. Ahmadi[3]

Received: 15-07-2017
Accepted: 13-11-2017

Introduction In ruminants, dietary manipulation such as applying feed additive or increasing fermentable carbohydrate in diet, improve rumen fermentation and enhance animal performance. Monensin, as a feed additive, increases propionate production, decreases ammonia production and protein degradation in rumen, this lead to improving energy and protein utilization. In addition, grain processing effects on starch fermentation; this could be increasing availability of energy for ruminal microorganisms. One of these processing methods is cracking barley grain. Since, monensin may be influenced on this processing and starch fermentation pattern, therefore the aim of this study, was evaluated the effects of monensin applied in diet and grain processing (cracked barley grain) on nutrients digestibility and protein metabolism in Mehraban sheep.

Materials and Methods In this trial, 24 Mehraban male sheep with an average body weight of 52.98 ± 6.15 kg were used on 2 × 2 factorial experiment in a completely randomized design. Experimental factors were included the effects of monensin (diets containing monensin vs. without monensin) and physical form of barley grain (whole grain vs. cracked grain) as fallowing explanation. Sheep were kept in individual stalls for compatibility to the new environment and experimental conditions for 7 days. Then, were randomly divided into 4 groups (treatments) based on body weight and transferred to metabolic cages to determine the nutrients digestibility and nitrogen retention. The treatments were: Barley grain, Barley grain + monensin, cracked barley grain and cracked barley grains + monensin. Monensin was added to the related treatments in 30 mg per kg of feed intake. Determination of nutrients digestibility was conducted by directly collection of feces (in vivo method) for 14 days (the feces and urine samples were taken at the 7 final days). The experimental diets (40% forage and 60% concentrate) were offered twice in daily at morning (8:00 h) and evening (16:00 h). Urinary nitrogen, allantoin excretion, and chemical composition of feeds and feces (dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, crude fiber and nitrogen free extract) were determined. Microbial protein synthesis was estimated by measuring the urinary allantoin excretion. Blood samples were taken on the final day (at 0 and 5 hours after the morning feeding) for determination of plasma glucose and urea concentration.

Results and Discussion The results have shown that the physical form of barley grain significantly decreased dry matter and organic matter digestibility ($P<0.05$). Dry matter and organic matter digestibility in treatments with whole barley grain were 73.82 and 74.94 and in treatments with cracked barley grain were 71.58 and 72.84 percentage, respectively. Other nutrients digestibility (crude protein, ether extract, crude fiber and nitrogen free extract) were not affected by physical form of barley grain. Also, using of monensin and physical form of barley grain had no effect on dry matter and nutrients digestibility. Nitrogen metabolism parameters (nitrogen intake and % nitrogen in feces, urine and retention) were not affected by physical form of barley grain. Since, crude protein percentage in all treatments was equal, and dry matter intake was adjusted based on animal body weight and was in a similar range, therefore the nitrogen intake was similar in all treatments and there was no differences between them. But, % nitrogen retention significantly was increased by monensin using ($P<0.05$) and its amount were 21.23 and 26.33 (% of N intake) for treatments with and without monensin, respectively. Monensin prevents the ruminal proteolytic bacteria, and decreases ammonia production and deamination of amino acids in rumen. Thus, it prevents the loss of protein in the rumen, which result is increasing nitrogen retention. Allantoin excretion, microbial nitrogen synthesis, efficiency of microbial nitrogen and urinary urea were similar in the treatments with whole barley grains and cracked barley grains and there were no significant

1- M.Sc. graduated, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2- Associate Professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3- Assistant Professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4- Professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
(*- Corresponding author email: khzaboli@gmail.com)

differences between them. Using of monensin significantly decreased allantoin excretion ($P<0.05$) and its value were 0.32 and 0.23 g/dl in treatments with and without monensin, respectively. Plasma glucose and urea concentrations (at 0 and 5 hours after the morning feeding) were not affected by the physical form of barley grain, monensin and treatments response. Plasma glucose and urea concentrations were 63.52, 67.88, 64.26, 65.48 mg/dl and 17.05, 15.70, 15.74, 14.75 mg/dl for treatments 1, 2, 3 and 4 at 0 hour after morning feeding, respectively. These parameters were 67.50, 66.86, 71.48, 68.06 mg/dl and 17.06, 14.04, 16.94, 14.87 mg/dl at 5 hour after morning feeding, respectively.

Conclusion Generally, nutrients digestibility, nitrogen retention and microbial nitrogen synthesis were not increased by physical form of barley grain. But, increased nitrogen was found by monensin in the sheep.

Keywords: Barley grain, Cracked barley, Digestibility, Monensin, Nitrogen retention