نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۴۲، بهـــار ۱۴۰۳
ص‌ص: ۳~۱۸

اثر منبع نیتروژن غیر پروتئینی و سطح خوراکدهی بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری مواد مغذی، متابولیت‌های خونی و رفتارشناسی بره‌های پرواری

• **سمیرا وره‌زردی[۱]، ایوب عزیزی*[۲]، علی کیانی[۳]، امیر فدایی‌فر[۴]، افروز شریفی[۵]**

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۴- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۵- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت : اسفند ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۴۰۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۰۶۳۵۸۵۰۴

Email: azizi.ay@lu.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/ ASJ.2023.361811.2298

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر نوع منبع نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) و سطح خوراکدهی بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری مواد مغذی، متابولیت‌های خونی و رفتارشناسی بره‌های پرواری بود. از ۲۸ رأس برۀ نر پرواری نژاد لری-بختیاری با دامنۀ سنی ٤ تا ٥ ماهه و میانگین وزن زنده ۳٦/۱±۳ کیلوگرم به مدت ٦۰ روز در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار آزمایشی و ۷ تکرار استفاده شد. جیره‌های آزمایشی حاوی اوره یا بیورت (اوره حرارت داده شده) بودند که هرکدام به صورت جیرۀ کامل مخلوط روزانه به میزان دو یا سه بار در اختیار بره‌ها قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر متقابل بین منبع NPN و سطح خوراکدهی در هیچکدام از صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد (P>۰/۰۵). بره‌های مصرف کننده بیورت در مقایسه با اوره میانگین افزایش وزن روزانه بیشتر و ضریب تبدیل خوراک مطلوب‌تری داشتند (P<۰/۰۵). جیرۀ مکمل شده با بیورت سبب افزایش گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شد (P<۰/۰۵)، اما گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شویندۀ خنثی (NDF) و غلظت گلوکز خون تحت تأثیر نوع NPN یا سطح خوراکدهی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). غلظت اوره، نیتروژن اوره‌ای خون (BUN) و پروتئین کل در زمان ناشتا و ٦ ساعت پس از خوراکدهی وعدۀ صبح در بره‌های مصرف کننده اوره بیشتر از بیورت بود (P<۰/۰۵). صفات رفتارشناسی شامل خوردن، جویدن، خوردن به ماده خشک مصرفی و خوردن به NDF مصرفی با افزایش سطح خوراکدهی از ۲ به ۳ بار در روز به طور معنی‌داری افزایش یافت، هرچند تحت تأثیر نوع NPN قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). به طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از بیورت همراه با افزایش سطح خوراکدهی سه بار در روز سبب بهبود عملکرد رشد و متابولیسم نیتروژن در بره‌های پرواری می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اوره، بره‌پرواری، بیورت، سطح خوراکدهی، عملکرد..

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 142 pp: 3-18

Effect of non-protein nitrogen source and feeding amount on growth performance, nutrient digestibility, blood metabolites and behavior of fattening lambs

By: Varezardi[1], S., Azizi[1*], A., Kiani[1], A., Fadayifar[1], A., Sharifi[2], A.
1- Animal Science Group, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
2- Animal Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran
[*] Corresponding author: Email: azizi.ay@lu.ac.ir.

Received: March 2023 **Accepted: May 2023**

The aim of this study was to investigate the effect of non-protein nitrogen source (NPN) and feeding amount on growth performance, nutrients digestibility, blood metabolites and behavior of fattening lambs. Twenty eight Lori-Bakhtiari male lambs with an age range of four to five months and an average live weight of 36±1.3 kg were used for 60 days in a 2×2 factorial experiment as balanced randomized design with four experimental treatments and seven replicates. The experimental rations contained urea or biuret (heated urea) each fed to the lambs two or three times daily as a total mixed ration. Results showed that the interaction between NPN source and feeding amount was not significant for any of the traits studied (P<0.05). Compared to urea, the lambs consuming biuret had higher average daily gain and better feed conversion ratio (P<0.05). The diet supplemented with biuret increased digestibility of acid detergent fiber (P<0.05), whlie dry matter (DM), organic matter, crude protein, and neutral detergent fiber (NDF) and blood glucose concentration were not influenced by NPN type or feeding amount (P>0.05). The concentration of urea, blood urea nitrogen (BUN) and total protein during fasting and 6 hours after morning feeding were higher in lambs fed biuret than those fed urea (P<0.05). Behavioral traits including eating, chewing, eating to DM intake and eating to NDF intake increased significantly with increasing feeding amount from two to three times a day (P<0.05), although they were not affected by the type of NPN (P>0.05). In general, it can be concluded that using biuret along with an increase in feeding level to three times a day improves growth performance and nitrogen metabolism in fattening lambs.

Key words: Urea, Fattening lamb, Biuret, Feeding amount, Performance.

مقدمه

پروتئین یکی از اجزای اصلی خوراک دام است. با توجه به نقش اساسی پروتئین و قیمت به نسبت بالای آن در جیرهٔ نشخوارکنندگان، تولیدکنندگان گوشت و شیر به دنبال یک منبع جایگزین پروتئین هستند تا با حفظ سلامت دام، بهبود کیفیت خوراک و تولیدات دامی، قیمت تمام شده جیره را نیز کاهش دهند. با افزایش قیمت منابع پروتئینی از جمله کنجالهٔ سویا، هزینهٔ تولید نیز افزایش می‌یابد (Calupa، ۲۰۰۷). کنجالهٔ سویا به عنوان یک منبع متداول پروتئین گیاهی در تغذیهٔ دام استفاده می‌شود که با افزایش قیمت آن، قیمت تمام شدهٔ جیره و هزینهٔ تولید افزایش می‌یابد. بنابراین، استفاده از منابع نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) مانند اوره یا فرآورده‌های آن به عنوان یک منبع جایگزین ارزان قیمت در جیره‌های نشخوارکنندگان می‌تواند مد نظر قرار گیرد (موسوی، ۱۳۹۸). ایران رتبه اول تولید اوره در دنیا را داراست و لذا استفاده از از پتانسیل‌های اوره و یا ترکیبات آهسته‌رهش حاصله از آن به عنوان یک افزودنی خوراکی در تغذیه دام، جای کار بسیاری دارد. فناوری تولید اورهٔ آهسته‌رهش موجب آزادسازی کنترل شده نیتروژن در شکمبه می‌شود و اطمینان می‌دهد که باکتری‌های شکمبه به صورت مداوم و تدریجی به منبع نیتروژنه دسترسی خواهند داشت (زحمتکش و همکاران، ۱۳۹۶؛ Jinjia و همکاران، ۲۰۲۲). در سال‌های گذشته منابع مختلفی از اورهٔ

آهسته‌رهش تولید شده و در تغذیهٔ دام مورد استفاده قرار گرفته است. بیورت (اوره حرارت دیده) یکی از این ترکیبات آهسته‌رهش اوره بوده و هزینهٔ تولید آن نسبت به سایر منابع اورهٔ آهسته‌رهش کمتر است. بیورت کمتر محلول در آب است و در مقایسه با اوره با سرعت بسیار کمتری در شکمبه تبدیل به آمونیاک می‌شود. آن همچنین نسبتاً غیر سمی بوده و مانند اوره تأثیر منفی بر خوشخوراکی جیره ندارد. بیورت را می‌توان به میزان بیشتری در مقایسه با اوره در جیرهٔ نشخوارکنندگان تغذیه نمود (Currier و همکاران، ۲۰۰۴). بیورت بسیار بی خطر است و به میزان ۲۰ برابر بیشتر از دوز سمی اوره می‌توان آن را در تغذیه دام‌های گوشتی به کار برد (Currier و همکاران، ۲۰۰۴). بیورت معمولاً حاوی ۲۵۳ درصد پروتئین خام (محتوای نیتروژن ۳۸/۵ درصد) بوده که مقداری از اوره کمتر است (Currier و همکاران، ۲۰۰۴). الگوی آزادسازی آمونیاک بیورت نزدیک به الگوی پروتئین‌های گیاهی است (Currier و همکاران، ۲۰۰۴). در کل استفاده از اورهٔ آهسته رهش در جیرهٔ نشخوارکنندگان به نوع جیرهٔ غذایی (یعنی جیرهٔ مبتنی بر علوفه یا کنسانتره) و نوع منبع کربوهیدراته آن بستگی دارد (Cherdthong و Wanapat همکاران، ۲۰۱۰). Saro و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر گنجاندن دو سطح مختلف اورهٔ آهسته رهش را به جای کنجالهٔ سویا در جیره-های با درصد پروتئین بالا (۱۵۶ و ۱۶۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک) در جیرهٔ برهٔ پرواری مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که جایگزینی نسبی کنجاله سویا با اوره تأثیری بر سرعت رشد بره‌ها نداشت، هرچند کاربرد اورهٔ آهسته‌رهش هزینه‌های تغذیه را کاهش داده و هیچگونه عوارض جانبی روی خوراک، تخمیر شکمبه و کیفیت لاشه نداشت.

افزایش دفعات خوراکدهی روزانه یکی از روش‌های مدیریتی می باشد که ممکن است سبب بهبود عملکرد تولیدی دام از جمله تولید شیر و رشد، همچنین کمیت و کیفیت لاشه شود. افزایش دفعات خوراکدهی ممکن است موجب بهبود بازده بیوانرژتیک بدن، ابقاء نیتروژن و کاهش ذخیرهٔ چربی بدن و چربی لاشه شود (Sutton و همکاران، ۱۹۸۵؛ Shabi و همکاران، ۱۹۹۹). در بیشتر عملیات خوراکدهی در مزرعه، معمولاً نشخوارکنندگان یک یا عمدتاً دو بار در روز تغذیه می‌شوند. اعتقاد بر این است که افزایش دفعات خوراکدهی روزانه باعث تازه نگه داشتن غذا، کاهش میزان پسمانده خوراک، کاهش ناراحتی‌های گوارشی و بهبود عملکرد دام می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که افزایش دفعات خوراکدهی اشتهای بره‌ها را تقویت کرده و سبب بهبود عملکرد رشد و وزن لاشهٔ آن‌ها شده است (Mohammed و همکاران، ۲۰۱۸). تغذیه نشخوارکنندگان در فواصل زمانی بیشتری در روز ممکن است به خاطر همزمانی منطقی‌تر بین آزادسازی مداوم انرژی و نیتروژن، شرایط ثابتی را برای هضم و متابولیسم خوراک در شکمبه ایجاد نموده و در نتیجه، سبب افزایش راندمان سنتز پروتئین میکروبی شود. این در حالی است که گزارش شده است که افزایش دفعات خوراکدهی ممکن است باعث افزایش میزان جویدن و در نتیجه فرار بخش هضم نشدهٔ بیشتری خوراک از شکمبه به رودهٔ باریک شود (Mohammed و همکاران، ۲۰۱۸). مطالعات بسیاری در زمینهٔ استفاده از انواع منبع NPN یا مقایسه سطوح مختلف آن‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان صورت گرفته است (Gustavo، ۲۰۱۵ ؛ Ntiranyibagira و همکاران، ۲۰۱۵؛ Wang و همکاران، ۲۰۱۴ ؛ Rozanski و همکاران، ۲۰۱۷؛ Olafadehan و همکاران، ۲۰۱۴؛ Xu و همکاران، ۲۰۱۹)، در حالی که در ارتباط با استفاده از بیورت و سطوح مختلف خوراکدهی مطالعات کمی صورت گرفته است. بنابراین، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثر نوع منبع NPN (اوره یا بیورت) و سطح خوراکدهی (۲ یا ۳ بار در روز) بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی و رفتارشناسی تغذیه‌ای بره‌های پرواری بود.

مواد و روش‌ها

حیوانات، جیره‌های آزمایشی و مدیریت پرورش

این پژوهش در ایستگاه دامپروری گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد. از ۲۸ رأس برهٔ نر پرواری نژاد لری-بختیاری با دامنهٔ سنی ۴ تا ۵ ماهه و میانگین وزن زندهٔ

۳±۳۶/۱ کیلوگرم به مدت ۶۰ روز استفاده شد. برای این منظور از یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی (۴ تیمار آزمایشی و ۷ تکرار در هر تیمار) استفاده شد. جیره‌های آزمایشی حاوی اوره یا بیورت بودند که هرکدام به صورت جیرهٔ کامل مخلوط (TMR) روزانه به میزان دو یا سه بار در اختیار بره‌ها قرار می‌گرفت. قبل از شروع دوره اصلی آزمایش، دو هفته به عنوان دوره عادت‌پذیری دام‌ها به باکس‌های انفرادی و جیره‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. در زمان عادت‌پذیری بره‌ها علیه بیماری آنتروتوکسیمی واکسینه شده و میزان ۲۰ میلی‌لیتر شربت ضد انگل کلوزانتل ۵ درصد به ازای هر ۱۰ کیلوگرم وزن بدن و شربت ضد انگل نیکلوزومايد (۱۰ میلی‌لیتر به ازای هر بره) به بره‌ها خورانده شد. جیره‌های آزمایشی به صورت کامل مخلوط در اختیار بره‌ها قرار گرفت. فرایند تولید بیورت از اوره به این صورت است که در دمای بالاتر از نقطه ذوب اوره، یک مولکول اوره به مقدار هم مولی آمونیاک و اسید سیانیک تجزیه می‌شود. اسید سیانیک که از تجزیه اوره تولید می‌شود، سپس با اورهٔ دیگر واکنش داده و بیورت تشکیل می‌دهد.

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی حاوی منابع مختلف نیتروژن غیر پروتئینی (برحسب درصد ماده خشک جیره)

اقلام خوراکی	جیره‌های آزمایشی	
	اوره	بیورت
یونجهٔ خشک	۲۵/۰	۲۵/۰
کاه گندم	۵/۰	۵/۰
جو آسیا شده	۳۰/۰	۳۰/۰
ذرت آسیا شده	۲۲/۵	۲۲/۳۵
کنجاله سویا	۶/۰	۶/۰
سبوس گندم	۷/۰	۷/۰
پیش مخلوط[1]	۳/۵۰	۳/۵۰
اوره	۱/۰	–
بیورت	–	۱/۱۵
ترکیب شیمیایی		
مادهٔ خشک	۹۱/۰	۹۱/۰
مادهٔ آلی	۹۲/۰۵	۹۲/۰۵
پروتئین خام	۱۶/۰	۱۶/۰
الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی	۲۹/۹۶	۲۹/۹۴
چربی خام	۲/۶۸	۲/۶۷
کلسیم	۰/۸۶	۰/۸۶
فسفر	۰/۳۷	۰/۳۷
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)	۲/۶۲	۲/۶۲

[1] هر کیلوگرم پیش مخلوط حاوی: ۲۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۲۵۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰ میلی‌گرم روی، ۳۷۵ میلی‌گرم مس، ۲۵ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۴۰۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم، ۲۵۰۰ میلی‌گرم فسفر، ۲۰ میلی‌گرم کبالت، ۲۵ میلی‌گرم ید، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم سدیم به صورت نمک، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم سدیم به صورت بیکربنات سدیم و ۱۰۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان می‌باشد.

به طور کلی، دو مولکول اوره به یک مولکول بیورت و یک مولکول آمونیاک تبدیل می‌شود. در این مطالعه فرآیند تولید بیورت از اوره در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳ ساعت و بدون استفاده از کاتالیزور انجام شد (Ryul Park و همکاران، ۲۰۰۹). جیره‌های آزمایشی که بر اساس جداول احتیاجات غذایی نشخوارکنندگان کوچک (NRC، ۲۰۰۷) تنظیم شده بودند، شامل ۱) جیرهٔ حاوی اوره با تغذیه دو بار در روز، ۲) جیرهٔ حاوی اوره با تغذیه سه بار در روز، ۳) جیرهٔ حاوی بیورت با تغذیه دو بار در روز و ۴) جیرهٔ حاوی بیورت با تغذیه سه بار در روز. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارایه شده است. دام‌های مورد آزمایش که در باکس‌های انفرادی قرار داشتند، روزانه به میزانی تغذیه شدند که ۵ درصد پسمانده در ته آخور باقی بماند. هر روز صبح قبل از خوراکدهی وعدهٔ صبح، پسمانده خوراک هر بره از آخور جمع‌آوری شده و سپس خوراک تازه در آخور قرار می‌گرفت. خوراک مصرفی و پسمانده‌های خوراک هر بره در کل دورهٔ آزمایش ثبت شد. در تیمارهای با دو سطح خوراکدهی، خوراک روزانه در ساعات ۰۸:۰۰ و ۱۶:۰۰ در اختیار دام‌ها قرار گرفت و در تیمارهای با سه وعده خورکدهی، جیره‌های آزمایشی در سه زمان ۰۸:۰۰، ۱۵:۰۰ و ۲۰:۰۰ در آخور قرار داده شد. هر ۲۰ روز یک بار قبل از خوراکدهی وعدهٔ صبح و پس از ۱۶ ساعت گرسنگی، دام‌ها توزین شده، و پارامترهای مربوط به عملکرد محاسبه شد. بر اساس تفریق میزان پسمانده روزانهٔ هر دام از کل مادهٔ خشک مصرفی، میزان مصرف مادهٔ خشک هر بره تعیین شد. هم‌چنین، بر اساس درصد مواد مغذی موجود در هر جیره غذایی، میزان مصرف مواد مغذی محاسبه شد. در کل دوره پروار و نیز دوره‌های زمانی هر ۲۰ روز یک بار، میزان کل افزایش وزن هر بره با تفریق وزن نهایی از وزن اولیه به‌دست آمد. میزان افزایش وزن روزانهٔ هر بره نیز از تقسیم کل افزایش وزن به تعداد روز پرورش (۶۰ روز) تعیین شد. ضریب تبدیل غذایی (FCR) از تقسیم کل ماده خشک مصرفی هر بره (بر اساس کیلوگرم) به کل افزایش وزن (بر حسب کیلوگرم) طی دوره پروار و دوره‌های زمانی مختلف به دست آمد.

تعیین گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره‌ها

در روز ۵۰ آزمایش از روش تعیین غلظت مارکر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA) برای تعیین گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی در جیره‌های آزمایشی استفاده شد (Van Keulen و Young، ۱۹۷۷). برای این کار، هر روز صبح و قبل از خوراک‌دهی به مدت یک هفته از همه دام‌ها نمونه‌های مدفوع تازه (حدود ۵۰ گرم) جمع‌آوری شده و به‌همراه نمونه جیره بلافاصله به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد. پس از پایان نمونه‌گیری، نمونه‌های مدفوع هر بره پس از یخ‌گشایی با هم کاملاً مخلوط شده و از یک نمونه نهایی استفاده شد. برای تعیین محتوای مادهٔ خشک، ۱۰ گرم نمونهٔ خوراک و ۵ گرم نمونهٔ مدفوع به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی-گراد خشک شده و پس از تعیین وزن خشک، آسیا شد. نمونه‌های آسیا شده به مدت ۵ ساعت در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی-گراد برای تعیین خاکستر خام سوزانده شدند. پس از افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به هر نمونه، سپس به‌مدت ۵ دقیقه جوشانده شده و توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ (بدون خاکستر) صاف شدند. جهت زدودن اسید، نمونه‌ها با ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر جوشیده با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد شستشو داده شد. نمونه باقیمانده و کاغذ صافی به مدت ۳ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره قرار داده شد و میزان خاکستر نامحلول در اسید تعیین گردید. سپس گوارش‌پذیری ظاهری هر ماده مغذی بر اساس غلظت مارکر و ماده مغذی مربوطه در خوراک و مدفوع محاسبه شد (Van Keulen و Young، ۱۹۷۷).

خونگیری و ارزیابی فراسنجه‌های خونی

نمونه‌گیری از خون جهت تعیین فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، پروتئین کل، اوره و نیتروژن اوره‌ای خون (BUN) در روز ۴۹ آزمایش و در ۳ زمان ناشتا (قبل از تغذیه صبح)، ۳ و ۶ ساعت پس از خوراکدهی وعدهٔ صبح انجام شد. نمونه‌های خون در لوله‌های هپارینه ریخته شده و تا رسیدن به آزمایشگاه در یخ نگهداری شد.

نمونه‌ها به منظور جداسازی پلاسما در آزمایشگاه به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۵۰۰۰ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. پلاسمای جدا شده تا آنالیز فراسنجه‌های لازم در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شد. تعیین فراسنجه‌های خونی بر اساس دستورالعمل کیت‌های شیمیایی شرکت پارس آزمون انجام شد.

رفتارشناسی تغذیه‌ای بره‌ها

به منظور اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های رفتاری شامل رفتار مصرف خوراک، رفتار نشخوار کردن و جویدن، در روز ۵۸ دوره آزمایش، هر ۵ دقیقه یک بار و به مدت ۲۴ ساعت کامل با تحت نظر قرار دادن دام‌های آزمایشی (از طریق مشاهده چشمی) تعیین گردید (Kononoff و همکاران، ۲۰۰۲). با تعیین مدت زمان لازم برای رفتار خوردن، جویدن و نشخوار کردن و نیز اطلاع از مادهٔ خشک و الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (NDF) مصرفی روزانه، سایر صفات رفتاری محاسبه شد (جدول ۵).

تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

میزان مادهٔ خشک نمونه‌های جیره، پس‌مانده و مدفوع در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد (AOAC،۱۹۹۰). میزان خاکستر خام در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد تعیین شده و میزان مادهٔ آلی از اختلاف بین وزن ماده خشک نمونه اولیه با وزن خاکستر محاسبه شد (AOAC،۱۹۹۰). میزان پروتئین خام نمونه‌ها با تعیین میزان نیتروژن آن‌ها توسط دستگاه کلدال صورت گرفت (AOAC،۱۹۹۰). میزان NDF و الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی (ADF) نمونه‌های خوراک و مدفوع و پسماند خوراک به ترتیب بر اساس روش‌های (AOAC،۱۹۹۰) و ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) محاسبه شد.

تجزیه آماری

در مطالعه حاضر از آزمایش فاکتوریل ۲×۲ و بر پایه طرح کاملاً تصادفی جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌های مصرف خوراک، گوارش‌پذیری مواد مغذی، متابولیت‌های خونی و رفتار مصرف خوراک با استفاده از رویه GLM و توسط نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۵) بر اساس مدل آماری زیر انجام شد:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

که در آن Y_{ijk} صفت مورد نظر، μ میانگین کل، A_i اثر ثابت iامین منبع NPN، B_j اثر ثابت jامین سطح خوراکدهی، AB_{ij} اثر متقابل بین منبع NPN و سطح خوراکدهی و e_{ijk} اثر خطای آزمایشی بود. برای تجزیه واریانس پارامترهای عملکرد رشد دام، وزن اولیه دام‌ها طبق مدل زیر به عنوان کوواریت در نظر گرفته شد:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + \beta(X_{ijk} - \bar{X}) + AB_{ij} + e_{ijk}$$

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خون توسط آزمون تکرار شده در زمان انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد رشد و مصرف خوراک

نتایج مربوط به عملکرد رشد و مصرف خوراک بره‌های پرواری در کل دورهٔ آزمایش (۶۰ روز) یا دوره‌های زمانی ۲۰ روزه در جدول ۲ ارایه شده است. بره‌های تغذیه شده با بیورت در کل دورهٔ آزمایش میانگین افزایش وزن روزانه بیشتر و ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به گروه تغذیه شده با اوره داشتند (P<۰/۰۵)، هرچند صفات مذکور تحت تأثیر سطح خوراکدهی و اثر متقابل بین سطح خوراکدهی و منبع NPN قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). در کل دوره، میانگین وزن نهایی، کل افزایش وزن و مصرف مادهٔ خشک تحت تأثیر منبع NPN، سطح خوراکدهی یا اثرات متقابل بین آنها قرار نگرفت (P>۰/۰۵). در دوره ۲۰ روزهٔ اول، با افزایش سطح خوراکدهی از ۲ به ۳ بار در روز میانگین کل افزایش وزن و افزایش وزن روزانه افزایش و ضریب تبدیل خوراک کاهش یافت (P<۰/۰۵)، هرچند صفات مذکور تحت تأثیر نوع NPN یا اثر متقابل بین منبع NPN و سطح خوراکدهی

قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). در دوره زمانی ۲۰ روزه دوم، ضریب تبدیل غذایی در جیرهٔ مکمل شده با بیورت نسبت به اوره کاهش یافت (P<۰/۰۵)، اما سایر صفات عملکردی تحت تأثیر منبع NPN، سطح خوراکدهی یا اثر متقابل بین آنها قرار نگرفت (P>۰/۰۵). در دوره زمانی ۲۰ روزهٔ سوم آزمایش، هیچ کدام از صفات عملکردی مورد بررسی تحت تأثیر منبع NPN، سطح خوراکدهی یا اثر متقابل بین آنها قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). بهبود میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی در جیرهٔ حاوی بیورت نسبت به اوره احتمالاً به دلیل همزمانی بهتر بین آزاد سازی آمونیاک و انرژی برای باکتری‌های شکمبه بوده که سبب بهبود شرایط تخمیر و تولید توده میکروبی بیشتری شده است. از مزایای استفاده از منابع NPN آهسته رهش در جیره می‌توان مواردی مانند افزایش زمان حضور نیتروژن در شکمبه برای افزایش بهره-وری میکروبی، افزایش راندمان و ساخت پروتئین میکروبی، کاهش قیمت جیره، افزایش هضم الیاف، افزایش جذب نیتروژن در شکمبه، کاهش انتشار نیتروژن آمونیاکی، کاهش خطر ابتلا به مسمومیت و بهبود خوشخوراکی جیره را نام برد (Kertz، ۲۰۱۰). در ارتباط با اثر استفاده از بیورت در نشخوارکنندگان مطالعات محدودی انجام شده است. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، در پژوهشی روی گوساله‌های گوشتی مشخص شد که جیرهٔ مکمل شده با بیورت سبب بهبود هضم و تخمیر و افزایش تولید پروتئین میکروبی در مقایسه با تیمار شاهد یا تیمار مکمل شده با اوره شد (Currier و همکاران، ۲۰۰۴). تحقیقات دیگری نیز نشان داده‌اند که استفاده از اورهٔ آهسته رهش در جیرهٔ نشخوارکنندگان بدون تأثیر بر مصرف خوراک سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک می-شود (Golombeski و همکاران، ۲۰۰۶؛ Khan و همکاران، ۲۰۱۵). نکته جالب درباره استفاده از منابع اورهٔ آهسته رهش این است که ممکن است بدون افزایش مصرف خوراک، بازدهی تولید نشخوارکنندگان را از طریق بهبود متابولیسم نیتروژن در شکمبه افزایش دهند. مطابق با این، در مطالعه‌ای مشخص شد که با مکمل کردن جیرهٔ گاوهای شیری با اوره آهسته رهش با اینکه مصرف مادهٔ خشک کاهش یافت، اما تولید شیر و بازدهی تولید آنها بهبود یافت (Neal و همکاران، ۲۰۱۴). برخلاف نتایج تحقیق حاضر، مشایخی و همکاران (۱۳۹۷) اثر استفاده از اورهٔ آهسته رهش را با اوره معمولی در جیرهٔ غذایی بره‌های پرواری مقایسه کردند و یافته‌های آنها نشان داد که مادهٔ خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و وزن نهایی پروار و خصوصیات کمی و کیفی لاشه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت.

جدول ۲- اثر منبع نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) و سطح خوراک‌دهی بر عملکرد رشد و مصرف خوراک بره‌های پرواری

	منبع NPN			سطح خوراکدهی			احتمال معنی‌داری		
	اوره	بیورت	SEM[1]	۲ بار در روز	۳ بار در روز	SEM	منبع NPN	سطح خوراک‌دهی	اثر متقابل
عملکرد رشد در کل دوره									
وزن اولیه (کیلوگرم)	۳۶/۱	۳۶/۰	۱/۰۱	۳۶/۲	۳۵/۹	۱/۰۱	۰/۹۳	۰/۷۹	۰/۵۲
وزن نهایی (کیلوگرم)	۵۱/۴	۵۲/۵	۱/۴۷	۵۱/۵	۵۲/۵	۱/۴۸	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۸۲
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۱۵/۳	/۷	۱/۰۴	۱۵/۲	۱۶/۵	۱/۰۳	۰/۳۹	۰/۳۷	۰/۹۷
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۵۴[b]	۲۷۹[a]	۸/۲۱			۹/۴۴	۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۵۶
ضریب تبدیل خوراک	۷/۶۷[a]	۷/۰۱	۰/۲۱۵	۷/۶۶	۷/۲۷	۰/۲۲۴	۰/۰۴	۰/۲۳	۰/۷۶
مادهٔ خشک مصرفی (گرم)	۱۹۴۴	۱۹۶۳	۴۱/۵	۱۹۳۹	۱۹۷۰	۴۱/۲	۰/۵۹	۰/۶۸	۰/۷۳
روز ۱ تا ۲۰									
وزن نهایی (کیلوگرم)	۴۰/۱	۴۰/۷	۱/۱۲	۴۰/۲	۴۰/۹	۱/۱۱	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۴۲
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۴/۲۰	۴/۷۱	۰/۲۵۵	۴/۰۴	۴/۹۰[a]	۰/۲۵۱	۰/۳۰	۰/۰۳	۰/۲۵
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۱۰	۲۳۸	۱۱/۴	۲۰۵[b]	۲۴۸[a]	۱۱/۵	۰/۳۶	۰/۰۴	۰/۵۲
ضریب تبدیل خوراک	۷/۷۰	۶/۹۳	۰/۳۵۵	۷/۹۲	۶/۶۰	۰/۳۵۹	۰/۴۵	۰/۰۴	۰/۶۹
مادهٔ خشک مصرفی (گرم)	۱۶۲۱	۱۶۵۰	۵۰/۱	۱۶۳۳	۱۶۳۷	۵۰/۵	۰/۷۲	۰/۹۵	۰/۶۵
روز ۲۱ تا ۴۰									
وزن نهایی (کیلوگرم)	۴۶/۲	۴۷/۲	۱/۳۳	/۴	۴۷/۴	۱/۳۴	۰/۸۲	۰/۷۶	۰/۹۶
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۶/۱۷	۶/۴۸	۰/۴۸۳	۶/۲۱	۶/۴۴	۰/۴۸۱	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۹۲
افزایش وزن روزانه (گرم)	۳۰۸	۳۲۳	۱۱/۶			/۲	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۹۲
ضریب تبدیل خوراک	۶/۶۵[a]	۶/۱۰	۰/۱۷۱	۶/۳۸	۶/۲۴	۰/۱۷۵	۰/۰۳	۰/۵۴	۰/۳۴
مادهٔ خشک مصرفی (گرم)	۲۰۰۴	۱۹۹۰	۵۷/۷			/۴	۰/۹۰	۰/۶۴	۰/۵۲
روز ۴۱ تا ۶۰									
وزن نهایی (کیلوگرم)	۵۱/۴	۵۲/۵	۱/۴۷	۵۱/۵	۵۲/۲	۱/۴۸	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۸۲
کل افزایش وزن (کیلوگرم)	۵/۱۵	۵/۴۰	۰/۳۷۰	۵/۱۰	۴/۹۰	۰/۳۸۵	۰/۴۵	۰/۶۷	۰/۴۵
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۵۶	۲۷۰	۱۱/۳			/۳	۰/۵۵	۰/۸۲	۰/۷۵
ضریب تبدیل خوراک	۸/۱۰	۷/۸۰	۰/۲۱۱	۸/۳۵	۸/۳۰	۰/۲۲۳	۰/۵۵	۰/۸۴	۰/۲۲
مادهٔ خشک مصرفی (گرم)	۲۰۷۸	۲۱۲۱	۶۵/۵	۲۱۴۰	۲۰۵۹	۶۵/۳	۰/۶۴	۰/۳۸	۰/۳۳

[1] خطای استاندارد میانگین‌ها

همچنین، Taylor-Edwards و همکاران (a۲۰۰۹) گزارش دادند که استفاده از اوره در جیرهٔ گوساله پرواری منجر به بهبود عملکرد رشد آنها نسبت به اورهٔ آهسته رهش شد (Cherdthong و Wanapat همکاران، ۲۰۱۱).

بهبود میانگین کل افزایش وزن، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک با افزایش سطح خوراکدهی روزانه از ۲ به ۳ بار در دوره ۲۰ روزه اول آزمایش حاضر احتمالاً به دلیل همزمانی بهتر بین آزاد سازی انرژی و پروتئین در شکمبه اتفاق افتاده است. مطابق با این نتایج، Keskin و همکاران (۲۰۰۴) دریافتند که افزایش سطح خوراکدهی در برههای آواسی سبب بهبود عملکرد، وزن نهایی و وزن لاشه آنها شد. در مطالعه دیگری نیز مشخص شد که افزایش دفعات خوراک دادن باعث تحریک مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه بدون تأثیر بر خصوصیات لاشه شد (Keskin و همکاران، ۲۰۰۷). در پژوهشی توسط Saldanha و همکاران (۲۰۲۱) اثر سطوح مختلف خوراکدهی ۱، ۲، ۳ و ۴ بار در روز بر عملکرد رشد و مصرف خوراک برههای پرواری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنها نشان داد که عملکرد رشد و مصرف مواد مغذی توسط دامها تحت تأثیر سطح خوراکدهی قرار نگرفت که نتایج عملکرد رشد آنها مخالف و نتایج مصرف خوراک موافق با نتایج تحقیق حاضر است. برخلاف نتایج تحقیق حاضر، در آزمایشی با افزایش تعداد دفعات خوراکدهی اثر قابل توجهی روی وزن بدن گوسالههای پرواری مشاهده نشده است (توحیدی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعات قبلی که اثر سطوح مختلف خوراکدهی روی عملکرد رشد نشخوارکنندگان صورت گرفته، بهبود در عملکرد رشد با افزایش سطح خوراکدهی روزانه عمدتاً با افزایش مصرف مادهٔ خشک توسط دامها توجیه شده است. نکته قابل توجه در تحقیق حاضر این است که اثرات مثبت سطح خوراکدهی (سطح ۳ بار در روز) یا منبع NPN (تغذیه با بیورت) روی صفات عملکردی برهها بدون اینکه مصرف خوراک افزایش پیدا کرده باشد، اتفاق افتاده است که دلیل این امر را می‌توان از طریق بهبود متابولیسم و نیز همکنش‌افزایی مطلوب بین مواد مغذی حین تغذیه با بیورت و نیز با سطح خوراکدهی ۳ بار در روز توجیه کرد.

گوارش‌پذیری مواد مغذی

همانطوری که در جدول ۳ نشان داده شده است، با تغذیه جیرهٔ حاوی بیورت در مقایسه با جیرهٔ حاوی اوره گوارش‌پذیری ADF افزایش یافت ($P<0/05$)، اما سطح خوراکدهی یا اثر متقابل بین منبع NPN و سطح خوراکدهی تأثیری بر گوارش‌پذیری ADF نداشت ($P>0/05$). گوارش‌پذیری سایر مواد مغذی شامل مادهٔ خشک، مادهٔ آلی، پروتئین خام و NDF تحت تأثیر منبع NPN، سطح خوراکدهی یا اثر متقابل بین منبع NPN و سطح خوراکدهی قرار نگرفت ($P>0/05$). دلیل افزایش گوارش‌پذیری ADF با تغذیه جیرهٔ حاوی بیورت احتمالاً این بوده است که بیورت به دلیل کند تجزیه بودن و تولید یکنواخت آمونیاک در شکمبه سبب افزایش قابلیت دسترسی میکروبهای شکمبه به آمونیاک شده و این افزایش جمعیت میکروبی سبب تجزیه بیشتر بخش فیبر شده است. نتایج مطالعهٔ Currier و همکاران (۲۰۰۴) که با مکمل کردن جیرهٔ گوسالههای گوشتی با بیورت، تولید پروتئین باکتریایی و بازدهی تولید پروتئین باکتریایی در مقایسه با جیرهٔ حاوی اوره و جیرهٔ شاهد افزایش یافت، تأیید کننده نتایج مطالعهٔ حاضر است. همچنین، در پژوهشی مکمل کردن جیرهٔ گاومیش‌های شیری با اورهٔ پوشش‌دار شده با افزایش عملکرد شکمبه از طریق افزایش سنتز پروتئین میکروبی و افزایش تجزیه فیبر، تولید شیر و میزان چربی را بهبود داد (Aquino و همکاران، ۲۰۱۴؛ Nadeem و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۳- اثر منبع نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) و سطح خوراک‌دهی بر گوارش‌پذیری مواد مغذی بره‌های پرواری

	منبع NPN			سطح خوراک‌دهی			احتمال معنی‌داری		
	اوره	بیورت	SEM[1]	۲ بار در روز	۳ بار در روز	SEM	منبع NPN	سطح خوراک‌دهی	اثر متقابل
ماده خشک	۷۹۲	۸۰۵	۶/۶۳			۶/۶۳	۰/۱۸	۰/۳۹	۰/۹۷
ماده آلی	۷۹۸	۸۰۹	۶/۵۷			۶/۵۷	۰/۲۹	۰/۶۸	۰/۹۲
پروتئین خام	۸۰۶	۸۱۵	۵/۶۲	۸۰۷	۸۱۵	۵/۶۲	۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۷۸
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	۵۶۹	۵۷۲	۵/۹۲	۵۶۵	۵۷۷	۵/۹۳	۰/۵۰	۰/۲۲	۰/۱۵
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	۵۲۵[b]	۵۳۴[a]	۲/۷۹	۵۲۷	۵۳۲	۲/۷۹	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۹۴

[1] خطای استاندارد میانگین‌ها

در آزمایش دیگری مکمل کردن جیرهٔ با اوره یا اورهٔ آهسته رهش (اوره–سولفات کلسیم و اوره–کلرید کلسیم) یا دیگر منابع اورهٔ آهسته رهش تأثیری بر مصرف ماده خشک نداشته است (Cherdthong و Wanapat همکاران، ۲۰۱۱؛ Pinos-Rodríguez و همکاران، ۲۰۱۰). مشایخی و همکاران (۱۳۹۷) نیز نشان دادند که استفاده از اورهٔ آهسته رهش نسبت به اورهٔ معمولی در جیرهٔ غذایی بره‌های پرواری گوارش‌پذیری ماده خشک، مادهٔ آلی، NDF، ADF و چربی خام را تحت تأثیر قرار نداد. در تحقیق دیگری مشخص شد که مصرف ترکیبات اورهٔ کند تجزیه تأثیری بر ابقای نیتروژن، گوارش‌پذیری NDF و ADF نداشت، اما باعث کاهش گوارش‌پذیری پروتئین خام، ماده خشک و ماده آلی گردید (جواندل و همکاران، ۱۳۹۲). در گزارشی دیگری نشان داده شده است که جایگزینی اورهٔ آهسته رهش به جای کنجاله سویا در جیرهٔ گاوهای گوشتی سبب کاهش مصرف مواد مغذی شده، اما عملکرد میکروبی شکمبه و گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره تحت تأثیر قرار نگرفت (Benedeti و همکاران، ۲۰۱۴). در مطالعه دیگری تغذیه اورهٔ پوشش‌دار شده با پلی اورتان نسبت به اورهٔ سبب افزایش مصرف خوراک و بهبود گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره شده است (Xin و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر منابع مختلف NPN تأثیری بر گوارش‌پذیری پروتئین خام جیره نداشتند که مطابق با نتایج کار Currier و همکاران (۲۰۰۴) است که با مکمل کردن جیرهٔ غذایی گوساله‌های پرواری با اوره یا بیورت تأثیری بر گوارش‌پذیری ظاهری نیتروژن جیره‌ای مشاهده نشد، هرچند در جیره‌های حاوی NPN گوارش‌پذیری نیتروزن در مقایسه با جیرهٔ شاهد افزایش نشان داد. در مطالعه حاضر صفات گوارش‌پذیری تحت تأثیر سطح خوراکدهی قرار نگرفتند که مطابق با نتایج تحقیق کریم زاده و همکاران (۱۳۹۱) است که دریافتند گوارش‌پذیری مادهٔ خشک و پروتئین خام جیره در گاوهای شیری هلشتاین تحت تأثیر دفعات خوراکدهی قرار نگرفت. همچنین، در پژوهش دیگری افزایش دفعات خوراکدهی تأثیری بر مادهٔ خشک مصرفی گاوهای شیری نداشته، اما گوارش‌پذیری NDF را با افزایش دفعات خوراکدهی از ۱ به ۴ بار حدود ۱۹ درصد بهبود داده است (Dhiman و همکاران، ۲۰۰۲). برخلاف نتایج تحقیق حاضر، در آزمایشی افزایش دفعات تغذیه ۳ و ۴ بار در روز منجر به افزایش گوارش‌پذیری NDF شد (Rodrigo و همکاران، ۲۰۲۱). اخیراً در مطالعه دیگری با افزایش دفعات خوراکدهی از ۱ به ۴ بار در روز، گوارش‌پذیری NDF، کل مواد مغذی قابل‌هضم و پروتئین خام در بره‌های پرواری افزایش یافته است (Saldanha و همکارن، ۲۰۲۱). این محققین دلیل این امر را به کاهش حجم

خوراک خورده شده در هر وعده نسبت دادند، چرا که در این شرایط، ممکن است نسبت تعداد میکروارگانیسم‌های شکمبه به میزان خوراک افزایش یافته، بنابراین ناحیه توزیع بزرگتری برای تجزیه خوراک در شکمبه وجود خواهد داشت. این نتایج برخلاف نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر است که دلیل آن مشخص نیست.

متابولیت‌های شیمیایی خون

غلظت متابولیت‌های شیمیایی خون در سه زمان صفر، ۳ و ۶ ساعت پس از خوراکدهی در جدول ۴ نشان داده شده است. میانگین غلظت گلوکز خون در زمان صفر، ۳ و ۶ ساعت پس از خوراکدهی تحت تأثیر، منبع NPN، سطح خوراکدهی و اثر متقابل بین منبع NPN و سطح خوراکدهی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). در زمان صفر و ۶ ساعت پس از خوراکدهی غلظت اوره و BUN تحت تأثیر منبع NPN قرار گرفته و در جیرهٔ حاوی بیورت به طور معنی‌داری در مقایسه با جیرهٔ حاوی اوره کاهش یافت (P<۰/۰۵). هرچند فاکتورهای مذکور تحت تأثیر سطح خوراکدهی یا اثر متقابل بین سطح خوراکدهی و منبع NPN قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). در زمان ۳ ساعت پس از خوراکدهی غلظت اوره و BUN تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). غلظت پروتئین کل پلاسما در زمان صفر و ۳ ساعت پس از خوراکدهی تحت تأثیر منبع NPN، سطح خوراکدهی یا اثر متقابل بین سطح خوراکدهی و منبع NPN قرار نگرفت (P>۰/۰۵)، هرچند در زمان ۶ ساعت پس از خوراکدهی غلظت آن در جیرهٔ مکمل شده با بیورت به طور معنی‌داری در مقایسه با جیرهٔ حاوی اوره افزایش یافت (P<۰/۰۵). میانگین غلظت متابولیت‌های خونی گزارش شده در مطالعه حاضر در دامنهٔ طبیعی گزارش شده برای گوسفند بود (Radostitis و همکاران، ۲۰۰۷). دامنه غلظت گلوکز، اوره و پروتئین کل در پلاسمای گوسفند به ترتیب ۵۰-۸۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، ۱۲۸-۵۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و ۶-۷/۹ گرم در دسی‌لیتر گزارش شده است (Kaneko و همکاران، ۲۰۰۸). دلیل کاهش غلظت اوره و BUN در بره‌های تغذیه شده با جیرهٔ حاوی بیورت در مقایسه با اوره ممکن است به دلیل غلظت کمتر آمونیاک در مایع شکمبه دام‌های مذکور بوده باشد، زیرا میزان تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای بیورت به مراتب از اوره کمتر بوده و میکروبهای شکمبه فرصت استفاده از آمونیاک آزاد شده از آن جهت تولید توده میکروبی را خواهند داشت (Currier و همکاران، ۲۰۰۴؛ Xin و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین، همبستگی مثبتی بین غلظت آمونیاک شکمبه و BUN در نشخوارکنندگان مشاهده شده است (Jolazadeh و همکاران، ۲۰۱۵). هرچند که در مطالعه حاضر غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه تعیین نشده است. افزایش غلظت پروتئین کل پلاسما با تغذیه بیورت در مقایسه با اوره احتمالاً به دلیل سنتز پروتئین خام میکروبی شکمبه‌ای بیشتر و متعاقب آن جذب روده‌ای بیشتر بوده است (Currier و همکاران، ۲۰۰۴). مطابق با نتایج پژوهش حاضر، Taylor-Edwards و همکاران (b۲۰۰۹) در پژوهشی با تغذیه یک منبع اوره آهسته رهش به گوساله‌های گوشتی در مقایسه با اوره دریافتند که غلظت آمونیاک شکمبه با تغذیه اوره در مقایسه با جیرهٔ حاوی اوره آهسته رهش ۲۶۳ درصد افزایش یافت و این خود سبب افزایش BUN نیز شد. موسوی و همکاران (۱۳۹۸) نیز با افزودن اوره آهسته رهش به جای کنجاله سویا در جیرهٔ گاوهای شیری اثر قابل توجهی بر غلظت گلوکز خون آنها مشاهده نکردند.

جدول ٤- اثر منبع نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) و سطح خوراکدهی بر غلظت برخی متابولیت‌های خون بره‌های پرواری

	نوع منبع NPN		[1]SEM	سطح خوراک‌دهی		SEM	احتمال معنی‌داری		
	اوره	بیورت		۲ بار در روز	۳ بار در روز		منبع NPN	سطح خوراک‌دهی	اثر متقابل
قبل از خوراک‌دهی صبح									
گلوکز (mg/dl)	۷۲/۸	/۸	۱/۷۷	/۶	/۱	۱/۶۶	۰/۴۳	۰/۸۵	۰/۹۲
اوره (mg/dl)	۴۶/۸[a]	۴۲/۷	۱/۴۱	۴۵/۵	۴۴/۱	۱/۴۱	۰/۰۷	۰/۴۷	۰/۶۸
نیتروژن اوره‌ای خون (mg/dl)	۲۱/۹[a]	۱۹/۷[b]	۰/۶۹۸	/۲	۲۰/۴	۰/۶۹۸	۰/۰۶	۰/۴۵	۰/۷۰
پروتئین کل (g/dl)	۷/۰۵	۷/۲۷	۰/۱۲۰	۷/۰۸	۷/۲۴	۰/۱۲۱	۰/۲۴	۰/۳۰	۰/۶۱
۳ ساعت پس از خوراک‌دهی									
گلوکز (mg/dl)	۷۷/۱	/۹	۱/۶۲	۷۶/۱	۷۸/۱	۱/۶۴	۰/۶۸	۰/۳۶	۰/۷۷
اوره (mg/dl)	۵۶/۱	۴۹/۹	۱/۴۹	۵۴/۷	/۲	۱/۴۸	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۸۲
نیتروژن اوره‌ای خون (mg/dl)	۲۶/۳	/۳	۰/۹۱۸	/۶	/۱	۰/۹۲۱	۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۸۰
پروتئین کل (g/dl)	۶/۷۳	۶/۶۳	۰/۱۰۴	۶/۵۷	۶/۸۰	۰/۱۰۴	۰/۴۲	۰/۱۸	۰/۳۷
۶ ساعت پس از خوراک‌دهی									
گلوکز (mg/dl)	۷۲/۱	۷۳/۸	۲/۲۰	۷۳/۱	۷۲/۸	۲/۲۰	۰/۵۸	۰/۹۳	۰/۴۸
اوره (mg/dl)	۵۰/۹[a]	۴۴/۷[b]	۱/۹۵	۴۹/۱	۴۶/۶	۱/۹۵	۰/۰۴	۰/۴۹	۰/۸۵
نیتروژن اوره‌ای خون (mg/dl)	۲۳/۴[a]	۲۰/۷[b]	۰/۸۸۴	/۹	۲۱/۴	۰/۸۸۴	۰/۰۵	۰/۲۴	۰/۸۴
پروتئین کل (g/dl)	۶/۵۰[b]	۷/۱۱[a]	۰/۱۳۴	۶/۶۰	۶/۹۸	۰/۱۳۴	۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۶۲

[1] خطای استاندارد میانگین‌ها

هرچند، در مطالعه‌ای گزارش شد که مکمل کردن جیرهٔ گوساله گاومیش با اورهٔ آهسته رهش در مقایسه با اوره اثر معنی‌داری بر غلظت BUN نداشت (Khan و همکاران، ۲۰۱۵). سطح دو یا سه بار تغذیه در روز در مطالعه حاضر اثر قابل توجهی بر متابولیتهای خونی نداشت. مطابق با این نتایج، در پژوهشی غلظت گلوکز، BUN و پروتئین کل در پلاسمای گاوهای شیری هلشتاین تحت تأثیر دفعات خوراکدهی قرار نگرفت (کریم زاده و همکاران، ۱۳۹۱). اخیراً در مطالعه دیگری نیز غلظت اوره و پروتئین کل در خون بره‌های پرواری با افزایش دفعات خوراکدهی از ۱ به ۴ بار در روز تحت تأثیر قرار نگرفته است (Saldanha و همکارن، ۲۰۲۱).

رفتار مصرف خوراک

همان طوری که در جدول ۵ نشان داده شده است هیچکدام از خصوصیات رفتار تغذیه‌ای بره‌ها تحت تأثیر منبع NPN قرار نگرفت (P>۰/۰۵). سطح خوراکدهی ۳ بار در مقایسه با ۲ بار در روز سبب افزایش رفتار خوردن (دقیقه در روز)، جویدن (دقیقه در روز) و خوردن به ماده خشک مصرفی و خوردن به NDF مصرفی شد (P<۰/۰۵)، اما تأثیری بر رفتار نشخوار (دقیقه در روز)، نشخوار به مادهٔ خشک مصرفی، جویدن به مادهٔ خشک مصرفی، نشخوار به NDF مصرفی و جویدن به NDF مصرفی نداشت (P>۰/۰۵). اثر متقابل بین منبع NPN و سطح خوراکدهی تأثیری بر صفات رفتار خوراک نداشت (P>۰/۰۵). دفعات خوراکدهی یکی از راهکارهای مدیریت خوراکدهی است که توجه ویژه‌ای را به دلیل مرتبط بودن با رفتار و عملکرد حیوان به

خود جلب کرده است (اکبری و میرزایی، ۱۳۹۶). دفعات تغذیه مدت زمان صرف شده برای تغذیه نشخوارکنندگان را افزایش می‌دهد، بنابراین در حیواناتی که خوراکدهی آن‌ها با تعداد دفعات بیشتر در طول روز صورت می‌گیرد، مصرف خوراک بیشتر مورد انتظار است (Rodrigo و همکاران، ۲۰۲۱). در مطالعه حاضر با اینکه مصرف ماده خشک تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۲)، اما با تغذیه ۳ بار در روز فعالیت خوردن و جویدن در مقایسه با سطح خوراکدهی ۲ بار در روز افزایش یافت. بنابراین این افزایش فعالیتهای رفتار تغذیه‌ای با افزایش سطح خوراکدهی را نمی‌توان به مادهٔ خشک مصرفی که بین همه تیمارها مشابه بوده است، نسبت داد. یک دلیل احتمالی ممکن است این باشد که با افزایش سطح خوراکدهی، با توجه به کم شدن حجم هر وعدهٔ غذایی، حیوان دیگر حالت انتخاب بین اقلام جیره نداشته و با توجه به مصرف کامل بخش علوفه‌ای جیره زمان بیشتری به خوردن اختصاص داده است. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه‌ای افزایش دفعات خوراکدهی، میزان رفتار مصرف خوراک در گاوهای شیری را در طول روز از ۲۳۱ به ۲۵۳ دقیقه و به طور معنی‌داری افزایش داده است (حیدرزاده و همکاران، ۱۳۹۸). در مقابل، در تحقیق دیگری افزایش دفعات خوراکدهی از یکبار به ۲ بار و نیز از ۲ بار به ۴ بار ارائه خوراک، تأثیری بر میزان فعالیت تغذیه نداشت (Devries و همکاران، ۲۰۰۵). در مطالعه‌ای دیگر روی بره‌های پرواری که روزانه به میزان ۱، ۲، ۳ و ۴ بار تغذیه می‌شدند، مصرف مادهٔ خشک و رفتارهای تغذیه‌ای آنها شامل خوردن، جویدن و نشخوار کردن تحت تأثیر قرار نگرفت (Saldanha و همکارن، ۲۰۲۱). در پژوهش دیگری روی بره‌های پرواری که ۳ بار در روز تغذیه شدند، تفاوتی در زمان صرف شده برای رفتارهای تغذیه‌ای مانند خوردن، نشخوار کردن و استراحت مشاهده نشد (Ribeiro و همکاران، ۲۰۲۱). بر خلاف نتایج رفتار نشخوارکردن در تحقیق حاضر، در مطالعه‌ای مشخص شد که افزایش فعالیت باکتری‌های شکمبه بر روی خوراک مصرفی با افزایش سطح خوراکدهی (به دلیل افزایش نسبت میکروبهای شکمبه به خوراک مصرفی) منجر به کمتر شدن زمان نشخوار شده، یا به عبارت دیگر، تعداد دفعات تغذیه کمتر در روز زمان بیشتری را برای نشخوار به خود اختصاص می‌دهد (Ribeiro و همکاران، ۲۰۲۱).

جدول ۵- اثر منبع نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) و سطح خوراکدهی بر رفتار تغذیه‌ای بره‌های پرواری

	نوع منبع NPN		SEM[1]	سطح خوراک‌دهی		SEM	احتمال معنی‌داری		
	اوره	بیورت		۲ بار در روز	۳ بار در روز		منبع NPN	سطح خوراک‌دهی	اثر متقابل
خوردن (دقیقه در روز)	۲۹۱	۲۹۵	۴/۷۷			۴/۷۷	۰/۵۴	۰/۰۲	۰/۹۲
نشخوار (دقیقه در روز)	۲۵۹	۲۶۲	۲/۲۸	۲۵۸	۲۶۲	۲/۲۸	۰/۳۹	۰/۲۵	۰/۴۷
جویدن (دقیقه در روز)	۵۵۰	۵۵۷	۵/۶۷	۵۴۳[b]	۵۶۴[a]	۵/۶۷	۰/۳۹	۰/۰۲	۰/۷۹
خوردن به ماده خشک مصرفی	۱۵۱	۱۴۹	۱/۹۵	۱۴۷[b]	۱۵۴[a]	۱/۹۵	۰/۷۳	۰/۰۴	۰/۵۳
نشخوار به ماده خشک مصرفی	۱۳۴	۱۳۲	۱/۱۷	۱۳۳	۱۳۴	۱/۱۷	۰/۴۷	۰/۹۸	۰/۱۵
جویدن به ماده خشک مصرفی	۲۸۴	۲۸۲	۲/۸۸			۲/۸۸	۰/۶۰	۰/۱۳	۰/۳۴
خوردن به NDF مصرفی	۵۰۲	۵۰۴	۸/۱۳			۸/۱۳	۰/۹۷	۰/۰۵	۰/۷۸
نشخوار به NDF مصرفی	۴۴۷	۴۴۳	۳/۹۱			۳/۹۱	۰/۵۱	۰/۹۲	۰/۱۱
جویدن به NDF مصرفی	۹۴۹	۹۴۳	۹/۶۳	۹۳۶	۹۵۷	۹/۶۲	۰/۶۱	۰/۱۴	۰/۲۶

[1] خطای استاندارد میانگین‌ها

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مکمل کردن جیرهٔ بره‌های پرواری با بیورت به عنوان یک منبع ارزان قیمت نیتروژنه سبب بهبود افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و گوارش‌پذیری الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی شد. همچنین، کاربرد بیورت از طریق کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بهبود متابولیسم نیتروژن را در پی داشت. لذا کاربرد بیورت به جای اوره و با افزایش سطح خوراکدهی جهت کاهش اثرات منفی این ترکیب نیتروژن غیر پروتئینی توصیه می‌شود. به دلیل سمیت کمتر بیورت، انجام مطالعات بیشتر جهت بررسی اثر تغذیه سطوح بیشتر آن در نشخوارکنندگان و به خصوص دام‌های پرواری حائز اهمیت خواهد بود.

منابع

اکبری پابندی، ک. و میرزایی الموتی، ح. (۱۳۹۶). اثر دفعات خوراکدهی و افزودن روغن به جیره بر عملکرد، رفتار جدا کردن اجزای خوراک و تخمیر شکمبه گاوهای هلشتاین. مجله تحقیقات تولیدات دامی. سال ششم. شماره اول. ص ۱۰۹-۱۲۵.

توحیدی، آ.، زالی، ا.، خوش سخن، ع.، ژندی، م.، دیرنده، ع. و امینی، م. (۱۳۸۹). تأثیر دفعات خوراکدهی بر کیفیت لاشه و غلظت پلاسمایی هورمون‌های لیپتین و انسولین در گوساله‌های پرواری. مجله تحقیقات دامپزشکی. دوره ۶۵، شماره۳، ۲۰۳-۲۰۹.

جواندل کورعباسلو، ا.، طهماسبی، ر. و دیانی، ا. (۱۳۹۲). تأثیر استفاده از اوره گوگرددار بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی و تخمیر شکمبه‌ای در بز رائینی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران، جلد۵، شماره۲، ص ۱۶۴-۱۷۲.

حیدرزاده، م.ح.، باشتنی، م.، فروغی، ع.، فرهنگ‌فر، ه. و گنجی، ف. (۱۳۹۸). اثرات تعداد وعده‌های خوراکدهی بر رفتارهای تغذیه‌ای، تولید و ترکیب شیر گاوهای شیری براون سوئیس. نشریه پژوهش‌های علوم دامی. جلد۲۹. شماره۲. ص ۱۱۷-۱۲۹.

زحمتکش، د. جهانی مقدم، م. (۱۳۹۶). جایگزینی بخشی از کنجاله سویا با منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش در گاوهای شیری: عملکرد و پیامدهای اقتصادی. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۱۷.

کریم‌زاده، م.، امانلو، ح.، نیکخواه، ا.، سیرجانی، م.ع. و نوری، غ. (۱۳۹۱). اثرات دفعات خوراکدهی در اوایل شیردهی بر بازده تولیدی گاوهای شیرده هلشتاین. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد۴، شماره۲. ص ۱۲۸-۱۳۶.

مشایخی، م.، ساری، م.، عرفانی مجد، ن. و رضایی، م. (۱۳۹۷). اثرات اوره آهسته رهش و ملاس بر عملکرد رشد، قابلیت هضم، تخمیر شکمبه‌ای و صفات لاشه گوسفندان پرواری. نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران. جلد۱۱.شماره۳. ص. ۲۹۱-۲۳۷.

موسوی سید علی کیا، ا.، تیموری یانسری، ا.، دیرنده،ع. و ایراجیان، غ. (۱۳۹۸). اثر جایگزینی منبع نیتروژن غیرپروتئینی آهسته رهش با کنجاله سویا بر مصرف خوراک، فراسنجه‌های خونی و عملکرد گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل شیردهی. مجله تحقیقات دامپزشکی. دوره ۷۴. شماره۴.

AOAC. (1990). Official methods of analysis of the Association of official Analytical chemists. Edited by kennethHelrich. 15th edition. USA.

Aquino, D.L., Rosario, M.V.D. and Vergarra, K.F. (2014). Effect of augmented feeding with bypass amino acids and slow-release non-protein nitrogen supplements on milk peak, lactation persistency, milk quality and post-partum reproductive performance of Brazilian buffaloes. Buffalo Bulletin, 32: 961–965.

Benedeti, P.D.B., Paulino, P.V.R., Marcondes, M.I., Valadares, S.C., Martins, T.S., Lisboa, E.F., Silva, L.H.P., Teixeira, C.R.V. and Duarte, M.S. (2014). Soybean meal replaced by slow release urea in finishing diets for beef cattle. Livestock Science, 165: 51-60.

Calupa, W. (2007). Precision feeding of nitrogen to lactating dairy cows: a role for optigen II. In: Nutritional biotechnology in the feed industries: Proceedings of Alltech S 23rd Annual Symposium. The new energy crisis: food, feed or fuel? Alltech UK. Pp. 221-226

Cherdthong, A. and Wanapat, M. (2010). Development of Urea Products as Rumen Slow-Release Feed for Ruminant Production: A Review. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4: 2232-2241.

Cherdthong, A., Wanapat, M. and Wachirapakorn, C. (2011a). Effects of urea–calcium mixture in concentrate containing high cassava chip on feed intake, rumen fermentation and performance of lactating dairy cows fed on rice straw. Livestock Science, 136: 76–84.

Currier, T.A., Bohnert, D.W., Falck, S. J., Schauer, C.S. and Bartle, S.J. (2004). Daily and alternate-day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: II. Effects on site of digestion and microbial efficiency in steers. Journal of Animal Science, 82(5): 1518-27.

DeVries, T.J., Von Keyserlingk, M.A.G. and Beauchemin, K.A. (2005). Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 88: 3553-3562.

Dhiman, T.R., Zaman, M.S., Macqueen, I.S. and Boman, R.L. (2002). Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. Journal Dairy Science, 85(1): 217-226.

Golombeski, G.L., Kalscheur, K., Hippen, A. and Schingoethe, D. (2006). Slow-release urea and highly fermentable sugars in diets fed to lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 89(11): 4395-403.

Gustavo, D.C., Rodrigo, G., Beatriz, C.V., José Esler, D.F.J., Thiago, H.A.V., Caio, S.T., Heraldo Namorato, D.S. and Francisco, P.R. (2015). Effects of polymer-coated slow-release urea on performance, ruminal fermentation, and blood metabolites in dairy cows. Revista Brasileira de Zootecnia, 44(9): 327-334.

Jinjia, Z.A.R., Jinzhen, J., Weijun, S., Lingyuan, Y., Chuanshe, Z. and Zhiliang, T. (2022). Effects of non-protein nitrogen sources on in vitro rumen fermentation characteristics and microbial diversity. Animal science, 3: 891898.

Jolazadeh, A.R., Dehghan-banadaky, M. and Rezayazdi, K. (2015). Effects of soybean meal treated with tannins extracted from pistachio hulls on performance, ruminal fermentation, blood metabolites and nutrient digestion of Holstein bulls. Animal Feed Science and Technology, 34: 23-29.

Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L. (2008). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th ed. San Diego: Academic Press.

Kertz, A.F. (2010). Review: urea feeding to dairy cattle: a historical perspective and review. The Professional Animal Scientist, 26(3): 257-272.

Keskin, M., Gül, S., Sahin, A., Kaya, S., Duru, M., Görgülü, Ö., and Biçer, S. (2007). Effects of feed refreshing frequency on growth and carcass characteristics of Awassi lambs. South African Journal of Animal Science, 37: 248-255.

Keskin, M., Şahin, A., Biçer, O. and Gül, S. (2004). Comparison of the behaviour of Awassi lambs in cafeteria feeding system with single diet feeding system. Applied Animal Behaviour Science, 85: 57-64.

Khan, M.I., Ahmed, S., Rahman, A., Ahmad, F., Khalique, A., Nisar, A., Qadir, Z., Umar, S., Ullah, S. and Azam, B.E. (2015). Comparative efficacy of urea and slow-release non-protein nitrogen on performance of Nili-Ravi buffalo calves. Pakistan Journal of Zoology, 47(4): 1097-1102.

Kononoff, P.J., Lehman, H.A. and Heinrichs, A.J. (2002). Technical note- a comparison of methods used to measure eating and ruminating activity in confined dairy cattle. Journal of Dairy Science, 85: 1801-1803.

Mohammed, M.M., Saleh, H.H. and Mahmood, A.B. (2018). Effect of feeding frequency on some growth performance, some carcass characteristics and chemical meat composition. JZS Special Issue, 2nd Int. Conference of Agricultural Sciences.

Nadeem, M.S., Pasha, T.N., Jabbar, M.A., Javed, K. and Ditta, Y.A. (2014). Effect of Different non-protein nitrogen (NPN) sources on performance of lactating Nili-Ravi buffaloes. International Livestock Nutrition Conference, 24: 1–4.

Neal, K., Eun, J.S., Young, A., Mjoun, K. and Hall, J. (2014). Feeding protein supplements in alfalfa hay-based lactation diets improves nutrient utilization, lactational performance, and feed efficiency of dairy cows. Journal Dairy Science, 97(12): 7716-7728.

NRC. (2007). National Research Council, Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington (DC, USA): National Academy of Sciences.

Ntiranyibagira, E., Niteen, V.P., Shekbar, R.B., Lateef, A., Xu, K. and Liu, H. (2015). Effect of different levels of urea supplementation on nutrient intake and growth performance in growing camels fed roughage based complete pellet diets. Animal Nutrition, 1: 356-361.

Olafadehan, O.A., Adewumi, M.K. and Fakolade, P.O. (2014). Effect of replacement of soybean

meal whth urea or urea supplemented with sulphur on the performance of lambs. Journal Agriculture of Veterinary Science, 1(4): 180-185.

Pinos-Rodríguez, J.M., Peña, L.Y., González-Muñoz, S.S., Bárcena, R. and Salem, A. (2010). Effects of a slow release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef steers. Italian Journal of Animal Science,10: 4081-4086.

Radostitis, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C. and Hinchliff, K.W. (2007). Veterinary Medicine. A Text Book of the Diseases of Cattle, Sheep, Goats and Horses. 10th edn. W.B. Saunders Ltd, London, UK.

Rodrigo, B.S., Dos Stantos, A.C.P., Alba, H.D.R., Rodrigues, C.S., Pina, D.D.S., Cirne, L.G.A., Santos, S.A., Pires, A.J.V., Silva, R.R., Tosto, M.S.L., Bento, S.C., Grimaldi, A.B., Backer, C.A. and Carvalho, G.P. (2021). Effect of feeding frequency on intake, digestibility, ingestive, behavior, performance, carcass characteristics and meat quality of male feedlot lambs. Agriculture, 11: 776-782.

Rozanski, S., Vivian, D.R., Kowalski, L.H., Prado, O.R., Fernandes, S.R., de Souza, J.C. and de Freitas, J.A. (2017). Carcass and meat traits, and non-carcass components of lambs fed ration containing increasing levels of urea. Ciências Agrárias, 38(3): 1587-1604.

Ryul Park, D., Kim, H., Chul Jung, J., Seung Shin, M., Jin Han, S. and Kyu Song, I. (2009). Catalytic conversion of urea to biuret: A catalyst screening study. Korean Journal of Chemical Engineering, 26: 990–993.

Saldanha, R.B., dos Santos, A.C.P., Alba, H.D.R., Rodrigues, C.S., Pina, D.S., Cirne, L.G.A., Santos, S.A., Pires, A.J.V., Silva, R.R., Tosto, M.S.L., Bento, S.C., Grimaldi, A.B., Becker, C.A. and de Carvalho, G.G.P. (2021). Effect of feeding frequency on intake, digestibility, ingestive behavior, performance, carcass characteristics, and meat quality of male feedlot lambs. Agriculture, 11(8), 776-782.

Saro, C., Mateo, J., Andres, S., Mateos, I., Ranilla, M. J., Lopez, S., Martin, A. and Giranldez, J. (2019). Replacing soybean meal with urea in diets for heavy fattening lambs: Effects on growth, metabolic profile and meat quality. Animals, 9(11): 974-988.

Shabi, Z., Bruckental, I., Zamwell, S., Tagari, H. and Arieli, A. (1999). Effects of the synchronization of the degredation of dietary crude protein and organic matter and feeding frequency on ruminal fermentation, nutrient digestibility and milk yield and composition in dairy cows. Journal of Dairy Science. 82: 1252-1260.

Sutton, J.D., Broster, W.H., Napper, D.J. and Siviter, J.W. (1985). Feeding frequency for lactating cows: effects on digestion, milk production and energy utilization. British Journal of Nutrition, 53: 117-130.

Taylor-Edwards, C.C, Hibbard, G., Kitts, S.E., McLeod, K.R., Axe, D.E., Vanzant, E.S., Kristensen, N.B. and Harmon, D.L. (2009a). Effects of slow-release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers. Journal of Animal Science, 87: 200–208.

Taylor-Edwards, C.C., Elam, N.A., Kitts, S.E., McLeod, K.R., Axe, D.E., Vanzant, E.S., Kristensen, N.B. and Harmon, D.L. (2009b). Influence of slow-release urea on nitrogen balance and portal-drained visceral nutrient flux in beef steers. Journa of Animal Science, 87: 209-221.

Van-Keulen, J. and Young, B.A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of Animal Science, 44: 282–289.

Wang, B., Cheng-gang, J., Shou-kun, J., Li-wen, W., Jian, D., Bing-wen, S., Yan, T., Nai-feng, Z. and Qiyu, D. (2014). Effects of different levels of urea in diets on haematological indices, serological parameters parameters and tissue lesions in mutton sheep. Acta Veterinariaet Zootechnica Sinica, 45(9):1449-1456

Xin, H.S., Schaefer, D.M., Liu, Q.P., Axe, D.E. and Meng, Q.X. (2010). Effects of polyurethane coated urea supplement on *in vitro* ruminal fermentation, ammonia release dynamics and lactating performance of Holstein dairy cows fed a steam-flaked corn-based diet. Asian-Australian Journal of Animal Science, 23: 491-500.

Xu, Y., Li, Z., Moraes, L.E., Shen, J., Yu, Z. and Zhu, W. (2019). Effects of incremental urea supplementation on rumen fermentation, nutrient digestion, plasma metabolites, and growth performance in fattening lambs. Animals, 9: 652-664.