14(3) 27-34, Autumn 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Influence of oscillating dietary protein concentration on nitrogen balance and daily weight gain in fattening male lambs

Taher Yalchi

Department of Animal Science, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Key Words
Excretion
Environment
Nitrogen balance
Sheep
Digestibility

Abstract

Introduction: This study was conducted to investigate the effect of oscillating dietary protein concentration on nitrogen balance and daily weight gain in fattening male lambs. Oscillating crude protein in the diet and feeding it intermittently at intervals of one to several days is one of the ways to use crude protein optimally.

Materials & Methods: Three diets were adjusted with 14, 12 and 16% crude protein but with the same energy. 8 male lambs were used in metabolic cages in a 4x4 Latin square design (four treatments with 2 replications). The first treatment received a diet with a crude protein level of 14% constantly. The second to fourth treatments received diets with 12 and 16% crude protein at intervals of 24, 48 and 72 hours, respectively. Nitrogen balance, feed consumption, digestibility and some rumen and blood parameters were measured.

Results: No significant difference was observed in terms of nitrogen consumption and excretion through urine or feces among the treatments. The lowest total excreted nitrogen (urine and feces) was observed in the treatment with 48-hour consumption interval (P=0.031). The retained nitrogen showed a significant increase in this treatment compared to the treatment with constant feeding (P=0.055). The experimental treatments did not show any significant difference in terms of dry matter consumption and daily weight gain. The highest digestibility of dry matter was observed in the treatment with 48-hour consumption interval (P=0.027) but, digestibility of crude protein and neutral detergent fiber did not show a significant difference between the experimental treatments. The highest rumen ammonia nitrogen and blood urea nitrogen were in the treatment with 48-hour crude protein consumption interval (P<0.05).

Conclusion: The data indicate that the use of oscillating dietary crude protein concentration strategy in the diet of growing male lambs improves nitrogen retention and digestibility of dry matter.

* Corresponding Author's email: taheryalchi@uma.ac.ir
Received: 28 June 2021; Reviewed: 4 August 2021; Revised: 7 October 2021; Accepted: 10 November 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.362321.2885

مقاله پژوهشی

تأثیر تغذیه متناوب پروتئین جیره بر تعادل نیتروژن و افزایش وزن روزانه در بره‌های نر پرواری

طاهر یلچی

گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

کلمات کلیدی

دفع
محیط زیست
تعادل نیتروژن
گوسفند
قابلیت هضم

چکیده

مقدمه: این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تغذیه متناوب پروتئین خام جیره بر تعادل نیتروژن و افزایش وزن روزانه در بره‌های نر پرواری انجام شد. ایجاد نوسان در پروتئین خام جیره و تغذیه متناوب آن در فواصل زمانی یک تا چند روز یکی از راهکارهای استفاده بهینه از پروتئین خام محسوب می‌شود.

مواد و روش‌ها: سه جیره غذایی با پروتئین خام ۱٤، ۱۲ و ۱٦ درصد اما با انرژی یکسان تنظیم شدند. از ۸ رأس بره نر در قفس‌های متابولیک به‌صورت طرح مربع لاتین ٤×٤ (چهار تیمار با ۲ تکرار) استفاده شد. تیمار اول جیره‌ای با سطح پروتئین خام ۱٤ درصد را به صورت ثابت دریافت می‌کرد. تیمارهای دوم تا چهارم جیره‌های با پروتئین خام ۱۲ و ۱٦ درصد را به‌ترتیب با تناوب ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت دریافت می‌کردند. تعادل نیتروژن، مصرف خوراک، قابلیت هضم و برخی فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی اندازه‌گیری شد.

نتایج: تفاوت معنی‌داری از نظر مصرف نیتروژن و دفع آن از طریق ادرار یا مدفوع در بین تیمارها مشاهده نشد. کم‌ترین نیتروژن دفع شده کل (ادرار و مدفوع) در تیمار با تناوب مصرف ٤۸ ساعته مشاهده شد (P=۰/۰۳۱). نیتروژن ابقاء شده نیز در این تیمار نسبت به تیمار با تغذیه ثابت افزایش تمایل به معنی‌داری را نشان داد (P=۰/۰۵۵). تیمارهای آزمایشی از نظر مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. بیش‌ترین قابلیت‌هضم ماده خشک در تیمار با تناوب مصرف ٤۸ ساعته مشاهده شد (P=۰/۰۲۷) اما قابلیت هضم پروتئین‌خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای آزمایشی نشان ندادند. بیش‌ترین نیتروژن آمونیاکی شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون در تیمار با تناوب مصرف پروتئین خام ٤۸ ساعته بود (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که استفاده از راهبرد تغذیه متناوب پروتئین خام در جیره بره‌های نر در حال رشد سبب بهبود ابقای نیتروژن و قابلیت هضم ماده خشک خوراک می‌شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: taheryalchi@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۷ تیر ۱٤۰۱؛ تاریخ داوری: ۱۳ مرداد ۱٤۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۵ مهر ۱٤۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۹ آبان ۱٤۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.362321.2885

مقدمه

مدیریت خوراک نقش مهمی در تولید گازهای گلخانه‌ای و انتشار نیتروژن در سیستم‌های دامپروری دارد (۱). نگرانی‌ها در مورد سهم آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از تولید محصولات دامی ازجمله شیر و گوشت دام‌های نشخوارکننده در حال افزایش است (۲). بنابراین افزایش بازدهی در مورد استفاده قرارگیری مواد مغذی برای به حداقل رساندن دفع آن‌ها از بدن حیوان باید مورد توجه قرار گیرد. وقتی دفع بیش از حد نیتروژن در محیط وجود داشته باشد سبب رشد جلبک‌ها و به‌هم‌خوردن تعادل بوم‌شناختی در آب‌های سطحی، آلودگی آب‌های زیر زمینی و آسیب ناشی از اسیدی شدن محصولات زراعی می‌شود (۳). نیتروژن به‌عنوان مشخص‌کننده پروتئین خام یک ماده خوراکی یا جیره غذایی به‌عنوان گران‌ترین بخش مورد نیاز دام است. از این‌رو افزایش بازدهی استفاده از پروتئین علاوه بر کاهش دفع آن در محیط و ایجاد مشکلات زیست‌محیطی می‌تواند در کاهش هزینه‌های تغذیه نیز موثر باشد. از آن‌جایی که نیتروژن یکی از آلاینده‌های محیط زیست به‌شمار می‌رود و سهم این عنصر در آلایندگی محیط زیست اعم از آب‌های سطحی و زیرزمینی و هوا می‌شود از طرفی صرفه جویی در استفاده از پروتئین خام خوراک می‌تواند سبب کاهش هزینه‌های تولید شود (۴) لذا استفاده بهینه از این ماده مغذی در جیره‌های غذایی دام‌های نشخوارکننده از اهمیت خاصی برخوردار است. رویکردهای مختلفی را در مزرعه برای بهبود کارایی استفاده از نیتروژن در نشخوارکنندگان می‌توان اجرا کرد. یکی از این راهکارها کاهش سطح پروتئین جیره است اما این روش بر تولید حیوان اثر منفی می‌گذارد (۵). از راهکارهای دیگر هم‌زمان‌سازی نرخ تخمیر منابع پروتئین و انرژی جیره است که منجر به موفقیت‌های محدودی شده است (۶ و ۷). راهکار دیگر ایجاد نوسان در غلظت‌های پروتئین خام جیره و تغذیه متناوب آن در فواصل زمانی یک تا چند روز است که این روش نسبت به خوراندن مقادیر ثابتی از پروتئین خام به صورت روزانه در گوسفند و گاو سبب بهبود ابقای نیتروژن و مورد استفاده قرارگیری آن در بدن می‌شود (۸). Doranalli و همکاران (۹) گزارش کردند که بره‌های تغذیه شده با جیره‌هایی با نوسان در غلظت پروتئین خام (۱۰/۳ و ۱۶/۱ درصد) با تناوب ۴۸ ساعته نسبت به جیره‌هایی با سطح پروتئین ثابت (۱۲/۷ درصد) ابقای نیتروژن بیش‌تری در بدن داشته (۳۲/۱ در مقابل ۲۳/۶ درصد از نیتروژن مصرفی) و هم‌چنین رشد روزانه بیش‌تری نیز (۳۴۰ در مقابل ۲۷۶ گرم در روز) داشتند. Menezes و همکاران (۱۰) گزارش کردند که تغذیه گوساله‌های نر با جیره‌های دارای نوسان در پروتئین خام (۱۰/۵ و ۱۴/۵ درصد) در فواصل زمانی ۴۸ ساعته نسبت به جیره‌های با پروتئین خام ثابت (۱۲/۵) هر چند ابقای نیتروژن افزایش می‌یابد اما مصرف ماده خشک، قابلیت هضم پروتئین خام و عملکرد رشد تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. با توجه به این‌که پژوهش‌های پیشین زمان‌های مختلفی را برای ایجاد نوسان در سطح پروتئین خام جیره در نظر گرفته بودند لذا هدف از این پژوهش تعیین بهترین فاصله زمانی در تغذیه متناوب پروتئین خام جیره (زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) در تعادل نیتروژن، قابلیت هضم، مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه در بره‌های نر پرواری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

سه جیره غذایی با فرض مصرف در بره‌های پرواری با متوسط وزن ۳۰ کیلوگرم و افزایش وزن روزانه ۲۵۰ گرم بر اساس نیازهای غذایی توصیه شده توسط انجمن ملی تحقیقات (۱۱) و با استفاده از نرم‌افزار SRNS (Small Ruminant Nutrition System) با سه سطح پروتئین خام ۱۴، ۱۲ و ۱۶ درصد و انرژی یکسان (جدول ۱) تنظیم شدند. جیره شماره یک با ۱۴ درصد پروتئین خام که به‌صورت ثابت به‌تغذیه بره‌ها می‌رسید به‌عنوان تیمار یک یا شاهد درنظرگرفته شد. تیمارهای دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب جیره شماره دو (با ۱۲ درصد پروتئین خام) و جیره شماره سه (با ۱۶ درصد پروتئین خام) را با تناوب زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت دریافت می‌کردند. از ۸ رأس بره نر قزل با میانگین وزن ۰/۶۴±۲۴/۴۴ کیلوگرم در قالب طرح مربع لاتین ۴×۴ استفاده شد. هر تیمار در هر دوره به ۲ بره خورانده شد. هر کدام از بره‌ها در یک قفس متابولیک با امکان اندازه‌گیری مصرف خوراک و جمع‌آوری جداگانه مدفوع و ادرار قرار داشتند. عملیات بهداشتی نظیر کنترل سلامت عمومی، انجام واکسیناسیون با واکسن آنتروتوکسمی و خوراندن داروی ضدانگل آلبندازول انجام شد. بره‌ها دسترسی آزاد به آب داشته و شرایط محیطی برای همه آن‌ها یکسان بود. کل آزمایش در چهار دوره ۲۴ روزه شامل ۱۶ تا ۱۸ روز عادت پذیری و ۶ تا ۸ روز اندازه‌گیری انجام شد (در تیمار ۳ که جیره‌ای با تناوب ۴۸ ساعته دریافت می‌کرد برای یکسان شدن تناوب دریافت جیره غذایی، اندازه‌گیری به‌مدت ۸ روز انجام شد). بره‌ها با جیره‌های آزمایشی و در حدود ۳ درصد وزن بدن خود در دو وعده ۸ صبح و ۱۷ عصر تغذیه شدند. قبل از خوراک‌دهی روز بعد باقی‌مانده خوراک جمع‌آوری و توزین می‌شد. از روز ۱۸ هر دوره به‌مدت ۶ روز (برای تیمار ۳ از روز ۱۶ هر دوره به‌مدت ۸ روز) ادرار و مدفوع هر دام به‌طور جداگانه جمع‌آوری شد. در ظرف‌های جمع‌آوری ادرار ۱۰۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۱۰ درصد ریخته شده که به هنگام ثبت حجم روزانه ادرار دفعی این میزان حجم از آن کسر می‌شد. حدود ۷۰ میلی‌لیتر

از ادرار جمع‌آوری شده به‌طور روزانه برداشت شده و در ظروف پلاستیکی ۹۰ میلی‌لیتری مخصوص ادرار در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

جدول ۱: جیره‌های آزمایشی براساس ۱۰۰ درصد ماده خشک بر حسب درصد به همراه ترکیبات شیمیایی

	جیره ۱ (۱۴٪ پروتئین خام)	جیره ۲ (۱۲٪ پروتئین خام)	جیره ۳ (۱۶٪ پروتئین خام)
اقلام جیره			
یونجه	۵	۵	۵
ذرت سیلو شده	۱۰	۱۰	۱۰
کاه گندم	۱۰	۱۰	۱۰
پوسته بادام	۱۲/۱	۱۵	۱۱/۹
دانه جو	۲۵	۲۵	۲۵
دانه ذرت	۹/۵	۱۰	۹
تفاله چغندرقند	۴	۴	۴
سبوس گندم	۱۶	۱۴	۱۴
کنجاله سویا	۵/۹	۵	۸/۱
اوره	۰/۵۶	۰/۰۶	۱/۰۶
دی‌کلسیم فسفات	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰
بی‌کربنات سدیم	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴
مکمل معدنی- ویتامینه[1]	۱	۱	۱
ترکیبات شیمیایی			
پروتئین خام (درصد)	۱۳/۹۹	۱۱/۹۸	۱۵/۹۸
انرژی متابولیسمی (مگاکالری در هر کیلوگرم)	۲/۶۷	۲/۶۷	۲/۶۷
پروتئین قابل متابولیسم (گرم در روز)	۱۰۰	۹۷	۱۰۳
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۳۵/۵۶	۳۵/۲۰	۳۴/۷۱
چربی خام	۲/۸۰	۲/۷۶	۲/۷۰
خاکستر	۶/۷۰	۶/۶۹	۶/۷۰

۱- هرکیلوگرم از مکمل شامل ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۰ گرم فسفر، ۵۰ گرم سدیم، ۲۰ گرم منیزیوم، ۳ گرم آهن، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم روی، ۲۸۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم ید و ۴ میلی‌گرم سلنیوم بود.

تعادل نیتروژن از کسر مجموع نیتروژن دفعی از ادرار و مدفوع، از نیتروژن دریافتی از خوراک محاسبه شد. ترکیبات شیمیایی شامل ماده خشک، ماده آلی، نیتروژن، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر با روش‌های معمول (۱۲) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با روش Van Soest و همکاران (۱۳) تعیین شدند. قابلیت هضم با روش جمع‌آوری کل مدفوع اندازه‌گیری شد. در روز آخر هر دوره حدود ۵۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه با استفاده از لوله معدی سه ساعت بعد از مصرف خوراک از دام‌ها اخذ شد. مایع اخذ شده با پارچه متقال دو لایه صاف شده و بلافاصله pH آن با دستگاه pH متر مدل PB-11Sartorius با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. برای نگه‌داری مایع شکمبه تا زمان اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی به هر میلی‌لیتر مایع شکمبه ۲۰ میکرولیتر اسید سولفوریک ۵۰ درصد اضافه شده و در ظروف پلاستیکی ۵۰ میلی‌لیتری در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد (۱۴). نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با روش Souza و همکاران (۱۵) انجام شد. خونگیری از بره‌ها در روز آخر هر دوره قبل از خوراک‌دهی وعده صبح از سیاهرگ گردن انجام شد. نمونه‌های خون بعد از جدا شدن سرم در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. اندازه‌گیری غلظت فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز و نیتروژن اوره‌ای خون با دستگاه اتوآنالایزر (شرکت روچ، مدل کوباس، ساخت آلمان) و کیت‌های شرکت پارس آزمون انجام شد.

داده‌های به‌دست‌آمده در قالب طرح مربع لاتین تکرارشده با رویه مدل خطی عمومی به همراه مقایسه‌های متعامد با نرم‌افزار آماری (SAS) نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (۱۶). در این طرح از مدل آماری زیر استفاده شد.

$$Ylikj=\mu+Ll+Ri+Ck+Tj+Elikj$$

در این مدل Ylikj نشان‌دهنده هر مشاهده در آزمایش، μ: میانگین کل جمعیتی که از طریق نمونه‌ها با فرض صفر مورد بررسی قرار می‌گیرد، Ll: اثر مربع، Ri: اثر ردیف، Ck: اثر ستون، Tj: اثر تیمار و Elikj: اثر اشتباه آزمایش است. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج

نتایج مربوط به تعادل (مصرف و دفع) نیتروژن به‌همراه ابقاء و بازدهی آن در بره‌های در حال رشد در جدول ۲ نشان داده‌شده است. تفاوت معنی‌داری از نظر مصرف نیتروژن در بین تیمارها مشاهده نشد (P=۰/۵۵۳). نیتروژن دفع شده از ادرار و مدفوع تفاوت آماری معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد اما کل نیتروژن دفع شده (ادرار و مدفوع) در بره‌هایی که جیره‌های با سطح پروتئین نوسان‌دار شده (۱۲ و ۱۶ درصد) با تناوب ۴۸ ساعت دریافت می‌کردند کم‌ترین مقدار بود به‌طوری‌که با مقدار دفع بره‌هایی که با سطح ثابت پروتئین و با تناوب ۲۴ ساعته تغذیه می‌شدند تفاوت معنی‌داری داشت (P= ۰/۰۳۱). مقایسه بره‌هایی که با سطح ثابت پروتئین خام (۱۴ درصد) تغذیه می‌شدند نسبت به بره‌هایی که تناوب مصرف در پروتئین خام (۱۲ و ۱۶ درصد در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) داشتند، تمایل به کاهش را نشان داد (P=۰/۰۵۹). نیتروژن ابقاء‌شده در تیمار با تناوب مصرف پروتئین خام ۴۸ ساعته افزایش ۳۱ درصدی و تمایل به معنی‌داری (P=۰/۰۵۵) را در مقایسه با تیمار تغذیه ثابت پروتئین خام نشان داد هم‌چنین بازدهی ابقاء نیتروژن در تیمار با تناوب مصرف پروتئین خام ۴۸ ساعته افزایش ۳۰ درصدی و تمایل به معنی‌داری (P=۰/۰۶۶) را

در مقایسه با تیمار تغذیه ثابت پروتئین خام نشان داد. مقایسه تیمار تغذیه ثابت پروتئین خام با تیمارهای دارای تناوب مصرف پروتئین خام تفاوت معنی‌داری را از نظر نیتروژن ابقاء شده و بازدهی ابقاء نیتروژن نشان ندادند. مصرف خوراک، افزایش وزن و قابلیت هضم در بره‌های در حال رشد در جدول ۳ نشان داده شده‌است. تفاوت معنی‌داری از نظر مصرف ماده خشک در بین تیمارها مشاهده نشد (P=۰/۵۵۹). افزایش وزن روزانه در بره‌ها بین ۱۲۹ تا ۱۴۶ گرم در روز متغیر بود و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (P=۰/۵۸۱). قابلیت هضم ماده خشک در بره‌هایی که جیره‌های با سطح پروتئین نوسان‌دار شده (۱۲ و ۱۶ درصد) با تناوب ۴۸ ساعت دریافت می‌کردند بیش‌ترین مقدار بود به‌طوری‌که با قابلیت هضم ماده خشک جیره‌های بره‌هایی که با سطح ثابت پروتئین و با تناوب ۲۴ ساعته تغذیه می‌شدند تفاوت معنی‌داری داشت (P=۰/۰۲۷). هرچند مقایسه تیمار تغذیه ثابت پروتئین خام با تیمارهای دارای تناوب مصرف پروتئین خام در زمان‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت تفاوت معنی‌داری را از نظر قابلیت هضم ماده خشک نشان ندادند. بیش‌ترین قابلیت هضم ماده آلی مربوط به تیمار با تناوب مصرف ۴۸ ساعته بود که نسبت به تیمارهای دیگر تمایل به معنی‌داری را نشان می‌دهد (P=۰/۰۹۱). قابلیت هضم پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای آزمایشی نشان ندادند. برخی فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی بره‌های نر در حال رشد در جدول ۴ نشان داده شده است. میانگین pH شکمبه در بین تیمارهای آزمایشی بین ۶/۲۰ تا ۶/۳۵ متغیر و بدون تفاوت معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه در تیمار با تناوب مصرف پروتئین خام ۴۸ ساعته بود که اختلاف معنی‌داری (P=۰/۰۳۷) را با تیمارهای تغذیه ثابت و تناوب مصرف ۷۲ ساعته نشان داد هرچند که با تیمار دارای تناوب مصرف ۲۴ ساعته معنی‌دار نبود. مقایسه نیتروژن آمونیاکی شکمبه تیمار تغذیه ثابت با تیمارهای دارای تناوب در مصرف پروتئین خام (۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. هرچند گلوکز خون اندازه‌گیری‌شده در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد اما نیتروژن اوره‌ای خون در تیماری که دارای تناوب مصرف ۴۸ ساعته بود، بیش‌ترین مقدار بود (P=۰/۰۴۴). نیتروژن اوره‌ای در تیمارهایی که دارای تناوب مصرف در سطح پروتئین خام مصرفی بودند نسبت به تیمار با تغذیه ثابت افزایش تمایل به معنی‌داری را نشان داد (P=۰/۰۵۶).

جدول ۲: اثر تغذیه ثابت و متناوب پروتئین خام جیره بر تعادل و ابقاء نیتروژن در بره‌های در حال رشد

موارد	تیمارهای آزمایشی				SEM	ارزش P	مقایسه متعامد [۵]
	تغذیه ثابت [۱]	تناوب ۲۴ ساعت [۲]	تناوب ۴۸ ساعت [۳]	تناوب ۷۲ ساعت [۴]			
نیتروژن مصرف شده (گرم در روز)	۱۹/۵۳	۱۹/۵۰	۱۹/۴۶	۱۹/۴۲	۰/۰۵۸	۰/۵۵۳	۰/۳۱۲
نیتروژن دفع شده از ادرار (گرم در روز)	۱۰/۰۸	۹/۹۵	۹/۲۲	۱۰/۳۵	۰/۳۸۲	۰/۲۲۹	۰/۵۹۸
نیتروژن دفع شده از مدفوع (گرم در روز)	۵/۵۱	۵/۴۴	۵/۰۷	۴/۶۷	۰/۲۶۹	۰/۱۴۶	۰/۱۶۹
کل نیتروژن دفع شده [۶] (گرم در روز)	۱۵/۵۸^{a}	۱۵/۳۹^{a}	۱۴/۲۹^{b}	۱۵/۰۱^{ab}	۰/۲۹۰	۰/۰۳۱	۰/۰۵۹
نیتروژن ابقاء شده (گرم در روز)	۳/۹۵	۴/۱۲	۵/۱۸	۴/۴۱	۰/۳۰۵	۰/۰۵۵	۰/۱۰۲
بازدهی ابقاء نیتروژن (درصد)	۲۰/۶۱	۲۱/۳۱	۲۶/۸۵	۲۳/۰۳	۱/۶۲۰	۰/۰۶۶	۰/۱۱۶

۱: تغذیه ثابت جیره حاوی ۱۴ درصد پروتئین خام به‌صورت روزانه؛ ۲ تا ۴: تغذیه جیره‌های حاوی ۱۲ و ۱۶ درصد پروتئین خام با تناوب ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت؛ ۵: مقایسه تغذیه ثابت با تیمارهای دارای تناوب مصرف در پروتئین خام؛ ۶: بدون احتساب ریزش پشم و لایه‌های جدا شده از پوست.

جدول ۳: اثر تغذیه ثابت و متناوب پروتئین خام جیره بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و قابلیت هضم در بره‌های نر

موارد	تیمارهای آزمایشی				SEM	ارزش *P*	مقایسه متعامد ۵
	تغذیه ثابت ۱	تناوب ۲۴ ساعت ۲	تناوب ۴۸ ساعت ۳	تناوب ۷۲ ساعت ۴			
وزن ابتدای دوره آزمایش (کیلوگرم)	۲۴/۰۷۵	۲۴/۷۵۰	۲۴/۷۵۰	۲۴/۲۰۰	۰/۵۰۸	۰/۷۰۵	–
ماده خشک مصرفی (گرم در روز)	۸۷۲	۸۷۱	۸۶۹	۸۶۷	۲/۵۹۱	۰/۵۵۹	۰/۳۱۳
افزایش وزن روزانه (گرم)	۱۲۹	۱۴۶	۱۴۵	۱۳۵	۹/۵۲۲	۰/۵۸۱	۰/۲۷۸
قابلیت هضم							
ماده خشک (درصد)	۶۴/۲۸^{b}	۶۳/۸۹^{b}	۶۹/۱۷^{a}	۶۶/۹۶^{ab}	۱/۲۲۶	۰/۰۲۷	۰/۱۱۱
ماده آلی	۶۶/۹۱	۶۹/۲۱	۷۳/۸۹	۶۹/۴۲	۱/۸۲۱	۰/۰۹۱	۰/۰۸۰
پروتئین خام	۷۲/۱۰	۷۳/۸۲	۷۶/۹۱	۷۴/۹۰	۲/۲۴۲	۰/۵۰۸	۰/۲۴۷
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵۳/۹۰	۵۳/۲۸	۵۵/۳۵	۵۲/۸۷	۲/۲۸۶	۰/۸۷۸	۰/۹۸۲

۱: تغذیه ثابت جیره حاوی ۱۴ درصد پروتئین خام به صورت روزانه؛ ۲ تا ۴: تغذیه جیره های حاوی ۱۲ و ۱۶ درصد پروتئین خام با تناوب ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت؛ ۵: مقایسه تغذیه ثابت با تیمارهای دارای تناوب مصرف در پروتئین خام.

جدول ۴: اثر تغذیه ثابت و متناوب پروتئین خام جیره بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی در بره‌های نر (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)

موارد	تیمارهای آزمایشی				SEM	ارزش P	
	تغذیه ثابت ۱	تناوب ۲۴ ساعت ۲	تناوب ۴۸ ساعت ۳	تناوب ۷۲ ساعت ۴		مدل	متعامد ۵
فراسنجه‌های شکمبه‌ای							
pH	۶/۲۰	۶/۲۵	۶/۲۴	۶/۳۵	۰/۰۸۲	۰/۵۹۲	۰/۳۸۴
نیتروژن آمونیاکی	۱۱/۸۷^{b}	۱۳/۲۴^{ab}	۱۳/۹۹^{a}	۱۱/۶۳^{b}	۰/۵۹۴	۰/۰۳۷	۰/۱۳۴
فراسنجه‌های خونی							
گلوکز	۸۳/۱۳	۸۱/۱۶	۸۲/۳۳	۸۰/۸۲	۱/۴۹۴	۰/۶۸۰	۰/۳۳۹
نیتروژن اوره‌ای خون	۱۵/۶۲^{b}	۱۶/۳۱^{ab}	۱۷/۴۱^{a}	۱۶/۰۸^{b}	۰/۴۱۲	۰/۰۴۴	۰/۰۵۶

۱: تغذیه ثابت جیره حاوی ۱۴ درصد پروتئین خام به صورت روزانه؛ ۲ تا ۴: تغذیه جیره های حاوی ۱۲ و ۱۶ درصد پروتئین خام با تناوب ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت؛ ۵: مقایسه تغذیه ثابت با تیمارهای دارای تناوب مصرف در پروتئین خام. در هر سطر میانگین‌های با حروف غیرمشابه در سطح ۵ درصد معنی‌دار هستند.

بحث

نگرانی‌های فزاینده‌ای که در مورد آلودگی محیط زیست ناشی از دفع بیش از حد نیتروژن از نشخوارکنندگان وجود دارد سبب علاقه‌مندی پژوهشگران در یافتن راهکارهایی برای بهبود کارایی استفاده از نیتروژن در دام شده است. عامل اصلی تعیین‌کننده کل نیتروژن دفعی در نشخوارکنندگان، کل نیتروژن دریافتی از جیره غذایی است (۱۷). پژوهش‌های پیشین در مورد عملکرد دام نشان داده‌اند که محدود کردن پروتئین خام دریافتی از طریق خوراک از آن‌جایی‌که افزایش وزن بدن و تولید شیر را کاهش می‌دهد لذا راهکار مناسبی برای کاهش دفع نیتروژن نیستند (۱۸). در نشخوارکنندگانی که جیره‌های پرکنسانتره با سطح پروتئین نوسان‌دار شده در فواصل زمانی ۴۸ ساعت دریافت می‌کردند نسبت به آن‌هایی‌که جیره‌ای با سطح پروتئین ثابت مصرف می‌کردند، ابقای نیتروژن بیش‌تری در گوساله‌های پرواری (۱۹ و ۲۰) و گوسفند (۲۱ و ۲۲) داشتند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. هرچند Ludden و همکاران (۲۳) به‌هنگام تغذیه بره‌های نر با جیره‌های دارای نوسان در سطح پروتئین خام با تناوب مصرف ۴۸ ساعته افزایش معنی‌داری را نسبت به جیره‌های با سطح پروتئین خام ثابت افزایش معنی‌داری را در ابقای نیتروژن گزارش نکردند. در این پژوهش هرچند نیتروژن مصرف شده در بین تیمارها مشابه بود اما کل نیتروژن دفع شده در تیمارهای دارای تناوب مصرف در پروتئین خام کم‌تر بود و این نتیجه نشان می‌دهد که ابقای نیتروژن و مورد استفاده قرارگیری آن بهبود یافته است. مشخص شده است که کارایی استفاده از نیتروژن در دام پایین

است و این سبب می‌شود که مقدار بیش‌تری نیتروژن بعد از مصرف دفع شود (۲). با این‌که ابقای نیتروژن در بره‌هایی که جیره‌ای با تناوب مصرف ۴۸ ساعته دریافت می‌کردند بیش‌تر بود اما در افزایش وزن‌روزانه بره‌ها تأثیری نداشت که با نتایج پیشین مطابقت دارد (۲۲ و ۲۳). هرچند در برخی پژوهش‌های پیشین افزایش وزن روزانه به هنگام استفاده از جیره‌هایی با تناوب مصرف پروتئین خام نسبت به مصرف سطح ثابت پروتئین خام گزارش شده است (۹ و ۱۹). گزارش شده‌است که افزایش ابقای نیتروژن در نشخوارکنندگانی که جیره‌هایی با نوسان در سطح پروتئین خام دریافت می‌کردند به‌علت افزایش بازیافت اوره در شکمبه است (۲۱). به‌نظر می‌رسد که انتقال اوره از خون به شکمبه در زمان‌های مصرف جیره‌هایی با سطح پروتئین خام کم (زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) در جیره‌های با مصرف متناوب پروتئین خام، بیش‌تر شده و کمبود نیتروژن را در شکمبه جبران می‌نماید. در این شرایط دفع نیتروژن از طریق ادرار نیز کاهش یافته و بازدهی استفاده از نیتروژن بیش‌تر می‌شود. عدم تفاوت معنی‌دار در مصرف ماده خشک توسط بره‌ها به‌دلیل محدود بودن جیره در پژوهش‌های پیشین (۲۴) نیز گزارش شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. هرچند قابلیت هضم ماده خشک در تیمار با تناوب مصرف ۴۸ ساعته افزایش معنی‌داری داشته که در تقابل با نتایج پژوهش‌های پیشین (۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴) است اما به هنگام مقایسه تیمار تغذیه ثابت با تیمارهای با تناوب مصرف در پروتئین خام (زمان‌های ۲۴ و ۷۲ ساعت) تفاوت معنی‌داری در قابلیت هضم ماده خشک مشاهده نشد. این نتیجه با نتایج گزارش شده توسط Cole (۲۱) به‌هنگام تغذیه بره‌ها با جیره‌های نوسان‌دار شده با سطح پروتئین خام ۱۰ و ۱۵ درصد در فواصل زمانی ۲۴ یا ۴۸ ساعت و Ludden و همکاران (۲۳) در تغذیه بره‌ها با تناوب مصرف ۴۸ ساعته و جیره‌های نوسان‌دار شده با سطح پروتئین خام ۱۳ و ۱۷ درصد مطابقت دارد. هم‌چنین Kiran و Mutsvangwa (۲۲) گزارش کردند که تغذیه بره‌ها با جیره‌های نوسان‌دار شده با سطح پروتئین خام ۹/۵ و ۱۵/۵ درصد و با تناوب مصرف ۴۸ ساعته نسبت به جیره‌هایی که سطح پروتئین خام ثابتی (۱۲/۵ درصد) داشتند تأثیری در قابلیت هضم ماده خشک نداشت. هم‌سو با نتایج این پژوهش Khattab و Abdel-Wahed (۲۴) به هنگام تغذیه میش‌های شیرده با جیره‌های دارای نوسان در سطح پروتئین خام جیره (۱۱/۲ و ۱۷/۳ درصد) با تناوب مصرف ۷۲ ساعت نسبت به جیره‌های با سطح پروتئین خام ثابت (۱۴/۱ درصد) گزارش کردند که قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام تحت تأثیر قرار نگرفت. قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در پژوهش حاضر مطابق با گزارش Ludden و همکاران (۲۳) تحت تأثیر تیمارهای با سطح پروتئین خام ثابت و نوسان دار شده قرار نگرفت اما Khattab و Abdel-Wahed (۲۴) گزارش کردند که ایجاد نوسان در سطح پروتئین خام جیره نسبت به تغذیه ثابت سبب افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی می‌شود. Menezes و همکاران (۱۰) گزارش کردند که تغذیه گوساله‌های نر با جیره‌های دارای نوسان در پروتئین خام (۱۰/۵ و ۱۴/۵ درصد) در فواصل زمانی ۴۸ ساعته نسبت به جیره‌های با پروتئین خام ثابت (۱۲/۵ درصد) تأثیری در قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی نداشت که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. شکمبه یک محیط با پایداری نسبی است (۲۵) و این پایداری سبب عدم تفاوت معنی‌دار pH بین تیمارهای آزمایشی شده است. نتایج پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که به هنگام مصرف جیره‌های با سطح ثابت یا نوسان‌دار شده پروتئین خام pH شکمبه تفاوت معنی‌داری در بره‌های نر در حال رشد (۹) و میش‌های شیرده (۲۴) نداشته است و این در توافق با نتایج حاضر بود. افزایش معنی‌دار در غلظت نیتروژن اوره‌ای خون که در محدوده نرمال قرار داشت (۲۶) در تیمارهای دارای نوسان در سطح پروتئین خام جیره نسبت به تیمار با سطح ثابت پروتئین خام در پژوهش حاضر در تقابل با نتایج پژوهش‌های پیشین (۲۱) است. Kiran و Mutsvangwa (۲۲) گزارش کردند که تغذیه بره‌ها با جیره‌های داری نوسان در پروتئین خام (۹/۵ و ۱۵/۵ درصد) و با تناوب مصرف ۴۸ ساعته نسبت به جیره‌هایی که سطح پروتئین خام ثابتی (۱۲/۵ درصد) داشتند تأثیری در غلظت نیتروژن اوره‌ای خون نداشت. نتایج مشابهی توسط Khattab و Abdel-Wahed (۲۴) به هنگام مقایسه مصرف جیره‌های با سطح پروتئین خام ثابت و نوسان‌دار شده در میش‌های شیرده گزارش گردید. هم‌چنین Menezes و همکاران (۱۰) به هنگام مقایسه مصرف جیره‌های با سطح پروتئین خام ثابت و نوسان‌دار شده در گوساله‌های نر تفاوت معنی‌داری را از نظر غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در بین تیمارها مشاهده نکردند. افزایش نیتروژن اوره‌ای خون به‌دنبال افزایش نیتروژن آمونیاکی شکمبه گزارش شده است (۲۷) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. قابلیت تجزیه‌پذیری پروتئین خام خوراک در شکمبه می‌تواند در نیتروژن اوره‌ای خون تأثیر داشته باشد (۲۱). Collins و Pritchard (۲۸) گزارش کردند که افزودن مکمل پروتئینی به جیره مانند کنجاله گلوتن ذرت (با تجزیه‌پذیری پروتئین پایین در شکمبه) تأثیری در افزایش نیتروژن اوره‌ای خون نداشت اما زمانی که در مکمل‌سازی پروتئین خام جیره از کنجاله سویا (با تجزیه پذیری پروتئین بالا در شکمبه) استفاده شد، نیتروژن اوره‌ای خون افزایش یافت. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از راهبرد تغذیه متناوب پروتئین خام در جیره‌های غذایی سبب کاهش دفع نیتروژن،

بهبود ابقای نیتروژن در بدن دام و بهبود قابلیت هضم خوراک در بره‌های نر در حال رشد می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی بابت حمایت مالی از اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. **Ouatahar, L., Bannink, A., Lanigan, G. and Amon, B., 2021.** Modelling the effect of feeding management on greenhouse gas and nitrogen emissions in cattle farming systems. Sci. Total Environ. 776: 145932.
2. **Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. and de Haan, C., 2006.** Food and Agriculture Organization of the United Nations; Rome: Livestock's long shadow: environmental issues and options.
3. **Dijkstra, J., Oenema, O. and Bannink, A., 2011.** Dietary strategies to reducing N excretion from cattle: implications for methane emissions. Curr. Opin. Environ. Sustain. 3(5): 414-422.
4. **Ganji Jameh Shooran, E., Jafari Khorshidi, K. and Bayat Kouhsar, J., 2022.** Effect of using enzyme and Lactic acid bacterial inoculant on digestibility, protozoa population and Methane production (CH4) of tomato pomace and pumpkin waste silage. J. Anim. Environ. 14(2): 27-34. (Persian)
5. **Chibisa, G.E. and Mutsvangwa, T., 2013.** Effects of feeding wheat or corn-wheat dried distillers grains with solubles in low-or high-crude protein diets on ruminal function, omasal nutrient flows, Urea-N recycling, and performance in cows. J. Dairy Sci. 96(10): 6550-663.
6. **Richardson, J.M., Wilkinson, R.G, and Sinclair, L.A., 2003.** Synchrony of nutrient supply to the rumen and dietary energy source and their effects on the growth and metabolism of lambs. J. Anim. Sci. 81(5): 1332-1347.
7. **Yalchi, T., Davati, J.S. and Sharifi, R.S., 2020.** Effect of nutrient synchrony on ruminal fermentation, microbial protein synthesis and nitrogen balance in sheep. Iran. J. Anim. Sci. Res. 12(1): 19-33. (Persian)
8. **Rauch, R., Martín-Tereso, J., Daniel, J.B. and Dijkstra, J., 2021.** Dietary protein oscillation: Effects on feed intake, lactation performance, and milk nitrogen efficiency in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 104(10): 10714-10726.
9. **Doranalli, K., Penner, G.B. and Mutsvangwa, T., 2011.** Feeding oscillating dietary crude protein concentrations increases nitrogen utilization in growing lambs and this response is partly attributable to increased urea transfer to the rumen. J. Nutr. 141(4): 560-567.
10. **Menezes, A.C., Valadares Filho, S.C., Pacheco, M.V., Pucetti, P., Silva, B.C., Zanetti, D., Paulino, M.F., Silva, F.F., Neville, T.L. and Caton, J.S., 2019.** Oscillating and static dietary crude protein supply. I. Impacts on intake, digestibility, performance, and nitrogen balance in young Nellore bulls. Transl. Anim. Sci. 3(4): 1205-1215.
11. **National Research Council. 2007.** Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and New World camelids. Washington, DC: National Academies Press.
12. **AOAC. 2012.** International. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
13. **Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991.** Methods for dietary, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
14. **Kargar, S., Ghorbani, G.R., Alikhani, M., Khorvash, M., Rashidi, L. and Schingoethe, D.J., 2012.** Lactational performance and milk fatty acid profile of Holstein cows in response to dietary fat supplements and forage: concentrate ratio. Livest. Sci. 150(1-3): 274-283.
15. **Souza, N.K., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Costa, V.A., Pina, D.S., Gomes, D.I., Queiroz, A.C. and Mantovani HC. 2013.** Accuracy of the estimates of ammonia concentration in rumen fluid using different analytical methods. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 65: 1752-1758.
16. **Cue, R.I., 2006.** Statistical methods AEMA-610. Department of Animal Science. McGill University.
17. **Reynolds, C.K. and Kristensen, N.B., 2008.** Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: an asynchronous symbiosis. J. Anim. Sci. 86(14): E293-305.
18. **Erickson, G.E. and Klopfenstein, T.J., 2001.** Nutritional methods to decrease N losses from open-dirt feedlots in Nebraska. Sci. World J. 1: 836-843.
19. **Cole, N.A., Greene, L.W., McCollum, F.T., Montgomery, T. and McBride, K., 2003.** Influence of oscillating dietary crude protein concentration on performance, acid-base balance, and nitrogen excretion of steers. J. Anim. Sci. 81(11): 2660-2668.
20. **Ludden, P.A., Wechter, T.L., Scholljegerdes, E.J. and Hess, B.W., 2003.** Effects of oscillating dietary protein on growth, efficiency, and serum metabolites in growing beef steers. Prof. Anim. Sci. 19(1): 30-34.
21. **Cole, N.A., 1999.** Nitrogen retention by lambs fed oscillating dietary protein concentrations. J. Anim. Sci. 77(1): 215-222.
22. **Kiran, D. and Mutsvangwa, T., 2009.** Nitrogen utilization in growing lambs fed oscillating dietary protein concentrations. Anim. Feed Sci. Technol. 152(1-2): 33-41.

23. **Ludden, P.A., Wechter, T.L. and Hess, B.W., 2002.** Effects of oscillating dietary protein on nutrient digestibility, nitrogen metabolism, and gastrointestinal organ mass in sheep. J. Anim. Sci. 80(11): 3021-3026.

24. **Khattab, I.M. and Abdel-Wahed, A.M., 2018.** Effect of oscillating crude protein content on nitrogen utilization, milk production and performance of sheep. Egypt. J. Nutr. Health. 21(2): 373-380.

25. **Czerkawski, J.W., 2013.** An introduction to rumen studies. Elsevier.

26. **Valizadeh Ghale-Beig, A., Ghoorchi, T. and Hasani, S., 2020.** Effects of physicochemical processing of wheat grain on ruminal microbial population, biochemical parameters and blood safety in Afshari male lambs. J. Anim. Environ. 12(3): 41-51. (Persian)

27. **Chumpawadee, S., Sommart, K., Vongpralub, T. and Pattarajinda, V., 2006.** Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen and nutrient digestibility in beef cattle. Asian-australas. J. Anim. Sci. 19(2): 181-188.

28. **Collins, R.M. and Pritchard, R.H., 1992.** Alternate day supplementation of corn stalk diets with soybean meal or corn gluten meal fed to ruminants J. Anim. Sci. 70(12): 3899-3908.