

بررسی تأثیر کاهش پروتئین و استفاده از لیزین و متیونین محافظت شده بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و برخی فراسنجه های خونی بره های پرواری

میلاد حسینی^۱، امیرفدائی فر^{۱*}، آرش آذرفر^۱، ایوب عزیزی^۱

۱. گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

مشخصات مقاله	چکیده
کلمات کلیدی: پروتئین، عملکرد، متیونین محافظت شده، لیزین محافظت شده دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۲ آنلاین: ۱۴۰۵/۰۳/۰۲ *مسئول مکاتبات امیر فدائی فر آدرس ایمیل: fadayifar.amir@gmail.com	مطالعه با هدف بررسی تأثیر کاهش سطح پروتئین و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و پارامترهای خونی بره های پرواری انجام شد. تعداد ۲۱ رأس بره ۴ ماهه با میانگین وزن ۳۴ کیلوگرم با سه جیره آزمایشی: ۱) جیره متوازن شده با ۱۲/۰۹ درصد پروتئین خام (سطح پایین پروتئین)، ۲) جیره متوازن شده با سطح ۱۳/۵۹ درصد پروتئین خام همراه با آنالوگ کلسیمی متیونین و لیزین محافظت شده و ۳) جیره متوازن شده با سطح ۱۴/۹۷ درصد پروتئین خام (با سطح پروتئین بالا). در روز ۳۵ و ۷۰ جهت تعیین غلظت گلوکز، ازت اوره ای و آلبومین خون از تمامی بره ها نمونه خون تهیه گردید. اگرچه میانگین افزایش وزن روزانه، میانگین خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده اسید و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به همراه غلظت گلوکز، آلبومین و pH شکمبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند، اما قابلیت هضم پروتئین خام و غلظت ازت اوره ای خون در جیره با سطح پروتئین بالا به طور معنی داری افزایش یافت. علی رغم اینکه قابلیت هضم پروتئین خام و غلظت ازت اوره ای خون به طور معنی داری در سطح بالاتر پروتئین خام جیره بود. مطالعه نشان داد که با افزایش سطح پروتئین جیره یا افزودن لیزین و متیونین محافظت شده به جیره بره های پرواری نژاد لری بختیاری پاسخی در عملکرد تولیدی مشاهده نگردید. بر این اساس ممکن است جیره پایه (۱۲/۰۹ درصد پروتئین خام) نیاز پروتئینی بره های پرواری دوره پایانی را تأمین کرده باشد. به همین دلیل پاسخی در عملکرد بره ها با افزودن سطح بالای پروتئین یا افزودن لیزین و متیونین محافظت شده مشاهده نگردید.



مقدمه

امروزه در تغذیه دام های شیری به جای جیره نویسی بر اساس پروتئین از اسیدهای آمینه استفاده می شود. از دلایل کاهش بازده تولید شیر، استفاده از سطوح بالای پروتئین در جیره و در نتیجه تجزیه پروتئین در شکمبه و افزایش غلظت آمونیاک در شکمبه می باشد (Hristov et al., 2004). طبق آمار رسمی در ایالت متحده آمریکا ۹۰ درصد انتشار آمونیاک در بخش کشاورزی است؛ که حدود ۹۰ درصد آن از مزارع دام به دلیل تغذیه بیش از حد پروتئین در جیره می باشد (Meisinger and Jokela, 2000). در طی ۲۵ سال گذشته تلاش های زیادی توسط متخصصین تغذیه به منظور رسیدن به حد بهینه تولید با دستکاری جیره نشخوارکنندگان برای بالا بردن بهره‌وری استفاده از نیتروژن و تعادل بهینه از پروتئین قابل تجزیه و غیرقابل تجزیه در شکمبه صورت گرفته است. در مطالعه‌ای برای بازده تولیدی بهتر از جیره های کم پروتئین و کاهش دفع نیتروژن با متوازن کردن جیره های غذایی گاوهای شیری و تأمین اسیدهای آمینه محدود کننده استفاده شده است (Leonardi et al., 2003). مقدار بهره‌وری شیر با افزایش پروتئین خام جیره کاهش می یابد (Colmenero and Broderick, 2006). مکمل سازی منابع پروتئینی با تجزیه پذیری کم در شکمبه، کارایی استفاده از نیتروژن و الگوی اسید آمینه بهینه در سطح روده باریک را بهبود داده و سبب افزایش تولیدات دامی می شود (McDonald, 2000). کاهش تجزیه پذیری شکمبه ای پروتئین های جیره غذایی تنها راه تأمین کافی پروتئین برای دام ها با تولید و سرعت رشد بالا و بدون تنش آمونیاک اضافی، است (Haddad et al., 2005).

مقدار پروتئین خوراک با مقدار جریان آن در روده باریک مساوی نیست (Aticenson et al., 2010). در تنظیم جیره های مناسب، دانستن عوامل مؤثر بر مقدار عبور پروتئین از شکمبه به روده مهم است. به طوری که مقدار جذب اسیدهای آمینه در روده باریک نمی تواند از مقادیر پروتئین خام یا پروتئین خام قابل هضم خوراک برآورده شود، زیرا پروتئین خوراک بیان‌کننده نوع و مقدار پروتئین جریان یافته به روده باریک نیست (Aticenson et al., 2010). برای افزایش انتقال اسیدهای آمینه به روده کوچک استفاده از روش‌های زیر تأثیر زیادی بر بهبود بازده تولید و بهره‌وری در دام شده است: الف) مکمل سازی پروتئین برای افزایش پروتئین خام جیره، ب) افزایش تولید پروتئین میکروبی، ج) تأمین پروتئین خام برای تجزیه میکروبی در شکمبه و همچنین ایجاد پروتئین مقاوم برای جلوگیری از تخریب در شکمبه، د) استفاده از اسید آمینه محافظت شده در برابر تجزیه شکمبه ای (Bateman et al., 1999). در جیره های گاوهای شیری با سطوح پایین پروتئین خام، متوازن کردن اسیدهای آمینه متیونین و لیزین باعث پاسخ های متفاوتی در مقدار ماده خشک مصرفی، تولید شیر و مقدار و درصد پروتئین شیر می شود (Socha et al., 2005)؛ به طوری که تأمین این اسید های آمینه بدون افزودن نیتروژن به محیط زیست، تولید شیر را بهبود می بخشد. با توجه به گزارش های موجود دو اسید آمینه محدود کننده در جیره غذایی گاوهای شیری متیونین و لیزین می باشند که بیشتر به دلیل غلظت پایین آن در جیره نسبت به غلظت آن در شیر و پروتئین میکروبی است (Bahrami-Yekdangi et al., 2014). ممکن است غلظت جیره ای پروتئین خام

مواد و روش‌ها

بیست و یک رأس بره با سن حدوداً ۴ ماهه با میانگین وزنی ۳۴ کیلوگرم انتخاب، و به صورت انفرادی به مدت ۷۵ روز در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل ۳ تیمار و ۷ تکرار انجام شد. تیمارها شامل: (۱) جیره متوازن شده با ۱۲/۰۹ درصد پروتئین خام (سطح پایین پروتئین)، (۲) جیره متوازن شده با سطح ۱۳/۵۹ درصد پروتئین خام همراه با آنالوگ کلسیمی متیونین و لیزین محافظت شده و (۳) جیره متوازن شده با سطح ۱۴/۹۷ درصد پروتئین خام (با سطح پروتئین بالا). جیره غذایی براساس جداول احتیاجات غذایی (NRC 2007) طوری تنظیم شده است که حداقل احتیاجات مواد مغذی دام‌ها را تأمین کند (جدول ۱). در طی دوره، جیره‌های آزمایشی دو بار در روز به دام‌ها ارائه گردید، به گونه‌ای که پنج درصد پسمانده در آخور باقی می‌ماند. خوراک مصرفی و پسمانده‌های هر دام در کل دوره آزمایش ثبت شد. وزن کشی بره‌ها هر ۱۴ روز یک بار قبل از خوراک دهی وعده صبح و پس از ۱۶ ساعت گرسنگی دام‌ها انجام شد و پارامترهای مربوطه شامل کل افزایش وزن و افزایش وزن روزانه اندازه‌گیری و ضریب تبدیل غذایی نیز محاسبه گردید.

با متعادل کردن اسیدهای آمینه قابل دسترس و قابل متابولیسم در روده کوچک کاهش یابد (Noftsker and St-Pierre, 2003). زمانی که جیره گاو شیری که دارای پروتئین خام پایین است، با اسیدهای آمینه متیونین و لیزین متوازن می‌شود، نتایج متفاوتی در مقدار مصرف ماده خشک، درصد پروتئین شیر و تولید شیر می‌شود (NRC (2001). Socha et al., 2005) پیشنهاد کرده است که غلظت لیزین و متیونین در پروتئین قابل متابولیسم برای حداکثر کردن استفاده از پروتئین قابل متابولیسم در تولید پروتئین شیر به ترتیب ۷/۲ و ۲/۴ درصد باشد. در واقع در کلیه شرایط این میزان قابل حصول نمی‌باشد و یک توصیه علمی شامل ۶/۶ و ۳/۲ درصد لیزین و متیونین در پروتئین قابل متابولیسم می‌باشد (Overton et al., 1998). چندین روش برای محافظت پروتئین‌ها وجود دارد که شامل تیمار حرارتی، تیمار شیمیایی و جلوگیری از فعالیت پروتئولیتیک و همچنین شناسایی پروتئین‌های که به صورت طبیعی از تجزیه در شکمبه محافظت می‌شود (Abdibnmal et al., 2011). روش‌های مثل پوشاندن سطح اسیدهای آمینه با موادی که در برابر تخریب آنزیم‌های میکروبی مقاوم اند، همچنین استفاده از پلیمرهای که در برابر تغییرات pH حساس می‌باشند، استفاده از مشتقات و آنالوگ‌های متیونین و لیزین از دیگر روش‌های مرسوم برای جلوگیری از تخریب شکمبه‌ای می‌باشند (Schwab et al., 2003). با توجه به اهمیت موضوع، هدف از این پژوهش بررسی و تحلیل اثر کاهش پروتئین خام جیره و استفاده از لیزین و متیونین محافظت شده بر عملکرد و پارامترهای خونی بره‌های نر پرواری می‌باشد.

جدول ۱- اجزاء خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی (درصد ماده خشک)

جیره های آزمایشی			
ترکیب جیره	۱	۲	۳
یونجه	۲۵/۰۰	۲۵/۰۰	۲۵/۰۰
کاه گندم	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰
جو	۵۹/۴۰	۵۸/۶۲	۵۲/۵۰
کنجاله سویا	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰/۰۰
سبوس گندم	۷/۰۰	۷/۰۰	۴/۰۰
پیش مخلوط	۳/۵۰	۳/۵۰	۳/۵۰
اوره	۰/۱۰	۰/۶۰	۰/۰۰
متیونین محافظت شده (۸۷ درصد متیونین)	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰
لیزین محافظت شده (۶۴ درصد لیزین)	۰/۰۰	۰/۲۱	۰/۰۰
ترکیب شیمیایی			
ماده خشک	۹۰/۰۰	۹۰/۰۰	۹۰/۰۰
ماده آلی	۹۳/۰۰	۹۳/۰۳	۹۲/۷۰
پروتئین خام	۱۲/۰۹	۱۳/۵۹	۱۴/۹۷
پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه	۴۰/۱۰	۳۹/۷۱	۳۹/۹۰
پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه (درصدی از پروتئین خام)	۴/۷۰	۴/۷۰	۶/۱۸
پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (درصدی از پروتئین خام)	۷/۳۹	۸/۸۹	۸/۷۹
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۳۵/۳۲	۳۵/۱۰	۳۳/۵۳
عصاره اتری	۲/۲۵	۲/۲۳	۲/۲۲
کلسیم	۰/۴۶	۰/۹۰	۰/۹۰
فسفر	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۸
لیزین	۰/۵۸	۰/۷۱	۰/۷۲
متیونین	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۲
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۲/۶۱	۲/۵۸	۲/۶۲

هر کیلوگرم از پیش مخلوط حاوی: ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۴۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۱۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۸۰۰ میلی گرم منگنز، ۸۰۰ میلی گرم روی، ۱۰۰ میلی گرم مس، ۲۰ میلی گرم سلنیوم، ۱۴۰ گرم کلسیم، ۵ گرم فسفر، ۲۰ میلی گرم کبالت، ۲۰ میلی گرم ید، ۲۰ گرم منیزیم، ۳۹ گرم سدیم به صورت نمک، ۸۳ گرم سدیم به صورت بیکربنات سدیم، ۱۰۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان می باشد.

نمونه‌گیری از مایع شکمبه جهت تعیین فراسنجه‌های تخمیری

جهت تعیین فراسنجه‌های شکمبه شامل pH و آمونیاک، در روز ۲۸ و ۵۸ دوره آزمایش و ۳ ساعت پس از مصرف خوراک وعده صبح، مایع شکمبه توسط لوله مری از تمامی دام‌ها اخذ شد. جهت کاهش اثر منفی بزاق حدود ۱۰ تا ۲۰ میلی لیتر اولیه دور ریخته شد pH. محتویات شکمبه بلافاصله توسط دستگاه pH متر سیار (pH متر سیار مدل pH-222 شرکت لوترون تایوان) اندازه‌گیری شد.

تعیین فراسنجه‌های خونی

نمونه‌گیری از خون جهت تعیین فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون (BUN) و آلبومین در روزهای ۳۵ و ۷۰ دوره آزمایش و سه ساعت بعد از مصرف خوراک وعده صبح انجام شد. نمونه‌های خون در لوله حاوی ماده ضد انعقاد (EDTA) ریخته شده و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه با دور 15000 g به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانترفیوژ شدند و سپس پلاسما از سرم جدا و در یخچال با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد قرار داده شد. برای اندازه‌گیری گلوکز به روش آنزیمی و رنگ سنجی (Colorimetric, Enzymatic) و رنگ سنجی (End Point) انجام شده است. آلبومین سرم به روش رنگ سنجی با استفاده از بروموکرزول گرین (Bromocresol Green) در pH=۴/۲ اندازه‌گیری شد و اندازه‌گیری ازت اوره ای خون به روش آنزیماتیک صورت گرفت (Wilson et al., 1998).

تعیین غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه

غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه نمونه‌ها با استفاده از روش فنل-هیپوکلریت با طول موج ۶۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Weatherburn, 1967).

آنالیز آماری

کلیه داده‌های جمع‌آوری شده در طول آزمایش با استفاده از نرم افزار اکسل ویرایش و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS ورژن ۹٫۴ صورت انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن با سطح احتمال معنی داری ۰/۰۵ انجام شد. داده‌های عملکردی و قابلیت هضم از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با مدل آماری ذیل مورد ارزیابی قرار گرفت:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : هر مشاهده (داده) در آزمایش، μ : میانگین جامعه، T_i : اثر تیمار، e_{ijk} : اشتباه آزمایشی

صفات مربوط به پارامترهای خونی و شکمبه ای که در طول دوره آزمایش بیش از یکبار اندازه‌گیری شده اند به صورت اندازه‌های تکرار شده در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه، که مدل آماری آن در زیر نشان داده شده است:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{aijl} + E_{bijkl}$$

در این مدل μ اثر میانگین، A_i اثر تیمار i ام، B_j اثر زمان خونگیری j ام، AB_{ij} اثر متقابل تیمار و زمان نمونه‌گیری، E_{aijl} اشتباه اصلی و E_{bijkl} اشتباه فرعی هستند.

نتایج و بحث

اثر سه جیره بر عملکرد بره‌های پرواری

اطلاعات مربوط به عملکرد بره‌ها از روز صفر تا ۷۰ آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. وزن اولیه بره‌ها، میانگین افزایش وزن روزانه، میانگین وزن نهایی و میانگین خوراک مصرف‌شده بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$).

قابلیت هضم در تیمارها با سه نوع کنسانتره

اطلاعات مربوط به قابلیت هضم در جدول ۳ ارائه شده است. بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری برای گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک، ماده آلی، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی مشاهده نشد ($P > 0.05$)، اما قابلیت هضم پروتئین خام در تیمار سوم به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود ($P < 0.05$).

جدول ۲- تأثیر کاهش سطح پروتئین و افزودن متیونین و لیزین محافظت شد بر عملکرد تیمارها

پارامتر	۱	۲	۳	SEM	P-V
میانگین وزن اولیه (کیلوگرم)	۳۴/۹۵	۳۵/۴۱	۳۴/۵۲	۱/۶۴	۰/۹۳
میانگین وزن پایانی (کیلوگرم)	۴۹/۱۰	۵۰/۱۲	۴۹/۸۸	۲/۱۲	۰/۹۴
میانگین افزایش وزن روزانه (کیلوگرم در روز)	۰/۲۲۸	۰/۲۳۶	۰/۲۴۳	۰/۰۱	۰/۸۱
میانگین خوراک مصرفی (کیلوگرم در روز)	۱/۶۳	۱/۷۳	۱/۶۳	۰/۰۶	۰/۴۴
ضریب تبدیل خوراک	۷/۳۱	۷/۴۴	۶/۷۶	۰/۳۵	۰/۳۸

۱: جیره با سطح پروتئین کم، ۲: جیره با سطح پروتئین کم + مکمل اوره و آنالوگ کلسیمی لیزین و متیونین، ۳: جیره با سطح پروتئین بالا، SEM: میانگین خطای استاندارد، در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر همنام دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۳- تأثیر کاهش سطح پروتئین و افزودن متیونین و لیزین محافظت شد بر درصد قابلیت هضم بره‌های پرواری

پارامتر	۱	۲	۳	SEM	P
ماده خشک	۵۶/۳۷	۵۵/۰۹	۵۷/۳۷	۱/۴۸	۰/۵۶۴
ماده آلی	۶۳/۵۲	۵۶/۰۳	۶۴/۲۰۲	۲/۸۵	۰/۱۰۶
پروتئین خام	۵۱/۹۸ ^b	۵۴/۱۴ ^b	۵۹/۸۰ ^a	۱/۷۷	۰/۰۱۶
چربی خام	۶۳/۵۶	۶۷/۱۹	۶۷/۰۹	۱/۹۸	۰/۲۵۴
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۴/۸۹	۳۹/۸۶	۴۴/۸۹	۲/۳۸	۰/۳۳۴
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۳۵/۲۶	۳۱/۸۷	۳۳/۶۴	۲/۶۳	۰/۶۶۶

۱: جیره با سطح پروتئین کم، ۲: جیره با سطح پروتئین کم + مکمل اوره و آنالوگ کلسیمی لیزین و متیونین، ۳: جیره با سطح پروتئین بالا، SEM: میانگین خطای استاندارد، در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر همنام دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$).

پارامترهای خونی و pH شکمبه ای در بره های

پروراری

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود، غلظت گلوکز پلاسما، غلظت آلبومین سرم خون و pH شکمبه ای بین تیمارها تفاوت معنی داری نشان نداد ($P > 0.05$)، اما غلظت ازت اوره ای خون به طور معنی داری در تیمار سوم نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود ($P < 0.05$).

غلظت آلبومین و ازت اوره ای سرم خون در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش تفاوت معنی داری نشان ندادند ($P > 0.05$) اما غلظت گلوکز پلاسما در روز ۷۰ آزمایش نسبت به روز ۳۵ به طور معنی داری بیشتر بود ($P < 0.05$) و pH شکمبه ای در روز ۷۰ آزمایش نسبت به روز ۳۵ به طور معنی داری کمتر بود ($P < 0.05$).

جدول ۴- بررسی پارامترهای خونی (میلی گرم در دسی لیتر) و pH شکمبه ای در بره های پروراری

	تیمار				روز		p - value	
	۱	۲	۳	SEM	۳۵	۷۰	SEM	تیمار * روز
گلوکز	۵۹/۲۸	۶۰/۹۲	۶۱/۵۷	۲/۵۲	۵۵/۴۲	۶۵/۷۶	۲/۰۵	۰/۸۰
آلبومین	۴/۴۰	۴/۵۴	۴/۵۶	۰/۰۷	۴/۴۸	۴/۵۲	۰/۰۶	۰/۳۳
ازت اوره ای	۲۱/۲۹ ^b	۱۹/۱۵ ^b	۲۸/۳۳ ^a	۱/۱۸	۲۲/۴۰	۲۳/۴۳	۰/۹۶	۰/۰۰۱
pH	۶/۳۹	۶/۳۷	۶/۵۵	۰/۰۷	۶/۵۸	۶/۲۹	۰/۰۵	۰/۱۹

۱: جیره با سطح پروتئین کم، ۲: جیره با سطح پروتئین کم + مکمل اوره و آنالوگ کلسیمی لیزین و متیونین، ۳: جیره با سطح پروتئین بالا، SEM: میانگین خطای استاندارد، در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر همانم دارای اختلاف معنی دار می باشد ($P < 0.05$).

اثر سه جیره بر عملکرد بره‌های پرواری

میانگین افزایش وزن روزانه تحت تاثیر کاهش پروتئین جیره و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای قرار نگرفت (جدول ۲). همسو با نتایج تحقیق حاضر در طی مطالعه‌ای با کاهش سطح پروتئین قابل سوخت و ساز و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای به جیره پایه میش آبستن با سطح پروتئین کم (۲۰ درصد کمتر از توصیه NRC (2007)) و زیاد (برابر با توصیه NRC (2007)) میانگین افزایش وزن روزانه تحت تاثیر قرار نگرفت (Mousavi et al., 2019). در مقابل در طی مطالعه‌ای بر روی بره‌های پرواری در حال رشد تغذیه شده با جیره با سطح کم پروتئین (۱۰ درصد پروتئین خام) با افزودن ۴/۵ گرم در روز لیزین و ۱/۵ گرم متیونین در روز به جیره غذایی، میانگین افزایش وزن روزانه به طور معنی‌داری افزایش یافت (Liu et al., 2021).

میانگین ماده خشک مصرفی تحت تاثیر افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای و کاهش سطح پروتئین قرار نگرفت (جدول ۲). همسو با نتایج تحقیق حاضر در طی مطالعه‌ای با کاهش سطح پروتئین قابل سوخت و ساز و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای به جیره پایه میش آبستن با سطح پروتئین کم و زیاد میانگین ماده خشک مصرفی روزانه تحت تاثیر قرار نگرفت (Mousavi et al., 2019). همچنین در طی مطالعه‌ای با افزودن سطوح مختلف لیزین و متیونین محافظت شده شکمبه‌ای به جیره پایه گاو میش (لیزین ۳۰، ۴۰ و ۲۰ متیونین ۱۴، ۱۰ و ۷ گرم) ماده خشک مصرفی تحت تاثیر قرار نگرفت (Ahmed et al., 2016). در جیره گاو شیری نیز میانگین ماده خشک

مصرفی با افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای به جیره پایه تحت تاثیر قرار نگرفت (Leonardi et al., 2003).

ضریب تبدیل خوراک تحت تاثیر کاهش سطح پروتئین و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای قرار نگرفت (جدول ۲). مطالعات کافی مشابه با تحقیق حاضر بر روی بره‌های پرواری یافت نشد ولی همسو با تحقیق حاضر در گاو شیری در مطالعه‌ای با افزودن سطوح متیونین و لیزین و کاهش سطح پروتئین (لیزین ۶۰ و متیونین ۲۵ گرم در روز) و کاهش پروتئین (در سطح ۱۶/۴، ۱۵ و ۱۳/۶) ضریب تولید شیر تحت تاثیر قرار نگرفت (Seleem et al., 2023). در مقابل با نتایج تحقیق حاضر، افزودن متیونین و لیزین با سطوح (۵ گرم لیزین و ۱ گرم متیونین در روز) و (۱۰ گرم لیزین و ۲ گرم متیونین در روز) ضریب تبدیل و تولید شیر تحت تاثیر قرار گرفت (Singh et al., 2015).

به هر حال نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش سطح پروتئین جیره یا افزودن لیزین و متیونین محافظت شده به جیره بره‌های پرواری نژاد لری بختیاری پاسخی در عملکرد تولیدی مشاهده نگردید، با توجه به جدول احتیاجات تغذیه‌ای NRC (2007) نیاز پروتئین خام نژادهای زودرس با وزن زنده ۳۵ کیلوگرم و افزایش وزن روزانه ۳۰۰ گرم در روز حدود ۱۳ درصد می‌باشد که در مطالعه حاضر با افزایش درصد پروتئین خام جیره (۱۴/۹۷ درصد پروتئین خام) پاسخی مشاهده نگردید، ممکن است جیره پایه (۱۲/۰۹ درصد پروتئین خام) نیاز پروتئینی بره‌های پرواری دوره پایانی را تامین کرده است به همین دلیل نیز پاسخی با افزودن لیزین و متیونین محافظت شده مشاهده نگردید.

قابلیت هضم در تیمارها با سه نوع کنسانتره

قابلیت هضم ماده خشک تحت تاثیر کاهش سطح پروتئین جیره و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای قرار نگرفت (جدول ۳). موافق با تحقیق حاضر در مطالعه‌ای با کاهش سطح پروتئین و افزودن سطوح لیزین و متیونین (به ترتیب ۶/۶ درصد و ۲/۲ درصد) در گاو شیری تغییر معنی‌داری در قابلیت هضم ماده خشک مشاهده نکردند (Lee et al., 2012). اثر کاهش سطوح پروتئین و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده به صورت جداگانه یا ترکیبی (لیزین ۶ گرم در روز)، (متیونین ۱۳ گرم در روز) و (لیزین ۶، متیونین ۱۳ گرم در روز) به جیره پایه گاوهای شیری نیز قابلیت هضم ماده خشک تحت تاثیر قرار نگرفت (Rostami et al., 2018). در مقابل سلیم و همکاران (Seleem et al., 2023) قابلیت هضم ماده خشک در جیره با سطح بالا پروتئین (۱۶/۴ درصد پروتئین خام) بدون افزودن لیزین و متیونین محافظت شده نسبت به جیره با سطوح پائین‌تر پروتئین (۱۵/۶ و ۱۳/۶ درصد پروتئین خام) و افزودن لیزین و متیونین به جیره به طور معنی‌داری افزایش یافت (Seleem et al., 2023). همچنین مطالعه بر روی گاوهای هلستاین تازه‌زا با کاهش سطح پروتئین جیره غذایی و افزودن لیزین و متیونین محافظت شده شکمبه‌ای (لیزین ۱۳۱ و متیونین ۴۰ گرم در روز) در مقایسه با جیره با سطح بالاتر پروتئین بدون افزودن لیزین و متیونین به جیره غذایی، قابلیت هضم ماده خشک به طور معنی‌داری کاهش یافت (Ahmadi et al., 2021). قابلیت هضم ماده آلی تحت تاثیر کاهش سطح پروتئین جیره و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای قرار نگرفت (جدول ۳). همسو با نتایج

تحقیق حاضر، مطالعه‌ای بر روی اثر کاهش سطوح پروتئین و افزودن متیونین لیزین محافظت شده به صورت جداگانه یا ترکیبی (لیزین ۶ گرم در روز)، (متیونین ۱۳ گرم در روز) و (لیزین ۶، متیونین ۱۳ گرم در روز) به جیره پایه گاوهای شیری تفاوتی در قابلیت هضم ماده آلی مشاهده نکردند (Rostami et al., 2018).

قابلیت هضم پروتئین خام تحت تاثیر افزودن متیونین و لیزین محافظت شده و کاهش سطح پروتئین جیره قرار گرفت (جدول ۳). همسو با نتایج تحقیق حاضر مطالعه بر روی گاوهای هلستاین تازه‌زا با کاهش سطح پروتئین جیره غذایی و افزودن لیزین و متیونین محافظت شده شکمبه‌ای (لیزین ۱۳۱ و متیونین ۴۰ گرم در روز) در مقایسه با جیره با سطح بالاتر پروتئین بدون افزودن لیزین و متیونین به جیره غذایی، قابلیت هضم پروتئین خام به طور معنی‌داری کاهش یافت (Ahmadi et al., 2021). همچنین در گاو شیری و با کاهش سطح پروتئین و افزودن لیزین و متیونین به جیره پایه قابلیت هضم پروتئین خام کاهش یافت (Lee et al., 2012). در مقابل با نتایج تحقیق حاضر، مطالعه بر روی گاوهای شیری قابلیت هضم پروتئین خام تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی با کاهش سطح پروتئین جیره غذایی و افزودن لیزین و متیونین محافظت شده قرار نگرفت. احتمالاً علت بالا رفتن قابلیت هضم پروتئین خام کیفیت بالاتر پروتئین (قابل دسترس بودن پروتئین) جیره بوده است (Rostami et al., 2018).

قابلیت هضم چربی خام تحت تاثیر کاهش سطح پروتئین جیره غذایی و افزودن لیزین و متیونین محافظت شده شکمبه‌ای قرار نگرفت (جدول ۳). همسو با نتایج این مطالعه، افزودن متیونین

(Mousavi et al., 2016). همچنین غلظت گلوکز خون در گاومیش تحت تاثیر افزودن سطوح مختلف لیزین و متیونین محافظت شده شکمبه ای به جیره پایه قرار نگرفت محافظت شده (Ahmed et al., 2016). در مقابل مطالعه بر روی گاوهای شیری و اثر کاهش سطوح پروتئین و افزودن متیونین لیزین محافظت شده شکمبه ای غلظت گلوکز خون تفاوت معنی‌داری نشان نداد (Rostami et al., 2018). با کاهش سطح پروتئین و افزودن لیزین و متیونین و به صورت جداگانه و ترکیبی به جیره غذایی بره پرواری، غلظت گلوکز به صورت معنی‌داری کاهش یافت (Liu et al., 2021).

غلظت آلومین تحت تاثیر کاهش سطح پروتئین و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه ای قرار نگرفت (جدول ۴). همسو با نتایج بدست آمده، تاثیر سطوح مختلف متیونین و لیزین (لیزین ۷/۱۰، ۷ و ۵/۹۳ متیونین ۱/۸۷، ۲/۳۵ و ۲/۳۹ گرم در روز) در گاو شیری هلستان، تفاوتی بین تیمارها در خصوص غلظت آلومین ایجاد نکرد (Wang et al., 2010؛ Yousefian et al., 2013).

غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در جدول ۴ نشان می‌دهد که این شاخص به طور معنی‌داری تحت تاثیر کاهش سطح پروتئین جیره و نیز افزودن لیزین و متیونین محافظت‌شده در شکمبه قرار گرفته است. نیرومند و همکاران (Niroumand et al., 2020) در مطالعه‌ای چهار تیمار را در گوساله‌های شیرخوار مورد بررسی قرار دادند. تیمار با ۲۲ درصد پروتئین خام، تیمار ۱۸ درصد پروتئین خام و تیمار ۱۸ درصد پروتئین خام همراه با فرم آزاد متیونین و لیزین (متیونین ۰/۰۱۶ و لیزین ۰/۰۳۴ درصد) و فرم محافظت

(مپران ۳ گرم در روز) به جیره شاهد با سطح پروتئین ۱۴/۹۲ درصد در مقایسه با تیمار شاهد در بره‌های پرواری آمیخته زل، قابلیت هضم چربی خام تحت تاثیر قرار نگرفت (Yousefian et al., 2013). همچنین در گاو شیری و بره‌های پرواری نتایج مشابهی با تحقیق حاضر گزارش شده است (Lee et al., 2012).

قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی تحت تاثیر کاهش سطح پروتئین جیره و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای قرار نگرفت (جدول ۳). همسو با نتایج مطالعه حاضر، کاهش سطوح پروتئین و افزودن متیونین لیزین محافظت شده شکمبه‌ای قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی در گاو شیری تحت تاثیر قرار نگرفت (Rostami et al., 2018). همچنین در گاو شیری با کاهش سطح پروتئین و افزودن سطوح لیزین و متیونین (به ترتیب ۶/۶ درصد و ۲/۲ درصد) قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی تحت تاثیر قرار نگرفت (Lee et al., 2012).

پارامترهای خونی و pH شکمبه‌ای در بره‌های پرواری

مشابه با نتایج تحقیق حاضر غلظت گلوکز خون در گاوهای شیری هلستاین تازه‌زا با افزودن سطوح مختلف لیزین و متیونین تحت تاثیر قرار نگرفت (Ahmadi et al., 2021). همچنین غلظت گلوکز پلاسما در بره‌های پرواری آمیخته زل تحت تاثیر افزودن متیونین (مپران ۳ گرم در روز) به جیره شاهد با سطح پروتئین ۱۴/۹۲ قرار نگرفت (Yousefian et al., 2013). کاهش سطح پروتئین قابل سوخت و ساز و افزودن متیونین و لیزین محافظت شده شکمبه‌ای به جیره پایه میش آبستن غلظت گلوکز را تحت تاثیر قرار نداد

هم به صورت جداگانه و هم به صورت ترکیب در جیره پایه به طور مشابه با نتایج تحقیق غلظت pH شکمبه تحت تاثیر قرار نگرفت (Rostami et al., 2018).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که عملکرد بره‌ها و درصد قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و همچنین غلظت گلوکز و آلبومین خون بره‌ها بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما قابلیت هضم پروتئین خام و همچنین غلظت ازت اوره‌ای خون به‌طور معنی‌داری در تیمار دریافت کننده سطح بالاتر پروتئین خام بدون افزودن لیزین و متیونین محافظت شده شکمبه‌ای به جیره بالاتر بود. به هر حال نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش سطح پروتئین جیره یا افزودن لیزین و متیونین محافظت شده به جیره بره‌های پرواری نژاد لری بختیاری پاسخی در عملکرد تولیدی مشاهده نگردید. ممکن است جیره پایه (۱۲/۰۹ درصد پروتئین خام) نیاز پروتئینی بره‌های پرواری دوره پایانی را تأمین کرده باشد. به همین دلیل پاسخی در عملکرد بره‌ها با افزودن سطح بالای پروتئین یا افزودن لیزین و متیونین محافظت شده مشاهده نگردید.

شده این اسیدهای آمینه، غلظت ازت اوره‌ای خون در روز ۷۰ آزمایش به طور معنی‌داری در تیمار با سطح بالاتر پروتئین خام (۲۲ درصد پروتئین خام) بیشتر بود (Niroumand et al., 2020). افزودن سطوح مختلف لیزین و متیونین محافظت شده در شکمبه به جیره پایه گاومیش‌ها (لیزین: ۲۰، ۳۰ و ۴۰ گرم؛ متیونین: ۷، ۱۰ و ۱۴ گرم) نشان داد که غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در تیمارهایی که مقادیر بالاتر لیزین (۳۰ و ۴۰ گرم) و متیونین (۱۰ و ۱۴ گرم) را دریافت کردند، در مقایسه با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. (Ahmed et al., 2016). تاثیر افزودن متیونین و لیزین به صورت جداگانه یا به صورت ترکیبی به جیره غذایی گاوهای شیری، غلظت ازت اوره‌ای خون در تیمار دریافت کننده لیزین و متیونین ترکیبی نسبت به سایر تیمارها کمترین مقدار را نشان داد (Wange et al., 2010).

غلظت pH شکمبه با توجه به نتایج به دست آمده تحت تاثیر کاهش پروتئین و آنالوگ متیونین و لیزین قرار نگرفت (جدول ۴). همسو با نتایج حاضر، در مطالعه‌ای نشان داده شد pH شکمبه در بره‌های در حال رشد تحت تاثیر کاهش سطح پروتئین و افزودن لیزین و متیونین به جیره قرار نگرفت. (Liu et al., 2021). مطالعه بر روی گاوهای شیری و اثر کاهش سطوح پروتئین و افزودن متیونین لیزین محافظت شده شکمبه‌ای

منابع

1. Ahmadi, F., Amanlou, H., Farsuni, N. E., & Amirabadi, T. (2021). The effect of decreasing dietary protein content with supplementing protected methionine and lysine on performance and serum metabolites in Holstein fresh cows. *Animal Production*, 23(3), 363-374.
2. Ahmed, S., Gohar, M., Khalique, A., Ahmad, N., Shahzad, F., Rahman, A., & Khan, M. I. (2016). Effect of Supplementation of Rumen Protected Lysine and Methionine on Production Performance, Milk and Blood Parameters of Early Lactating Nili-Ravi Buffaloes. *Pakistan journal of zoology*, 48(2).
3. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Maryland, USA.
4. Bahrami-Yekdangi, H., Khorvash, M., Ghorbani, G. R., Alikhani, M., Jahanian, R., & Kamalian, E. (2014). Effects of decreasing metabolizable protein and rumen-undegradable protein on milk production and composition and blood metabolites of Holstein dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3707-3714.
5. Bateman II, H. G., Spain, J. N., Kerley, M. S., Belyea, R. L., & Marshall, R. T. (1999). Evaluation of ruminally protected methionine and lysine or blood meal and fish meal as protein sources for lactating Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 82(10), 2115-2120.
6. Benmar, H. A., Rezayazdi, K., & Banadaki, M. D. (2011). Effect of supplementation of different level protein diets with rumen protected methionine and lysine on performance and ruminal parameters of Holstein dairy cows in early lactation.
7. Colmenero, J. O., & Broderick, G. A. (2006). Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1704-1712.
8. Haddad, S. G., Mahmoud, K. Z., & Talfaha, H. A. (2005). Effect of varying levels of dietary undegradable protein on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs fed on high wheat straw diets. *Small Ruminant Research*, 58(3), 231-236.
9. Hristov, A. N., Etter, R. P., Ropp, J. K., & Grande, K. L. (2004). Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3219-3229.
10. Lee, C., Hristov, A. N., Heyler, K. S., Cassidy, T. W., Lapierre, H., Varga, G. A., & Parys, C. (2012). Effects of metabolizable protein supply and amino acid supplementation on nitrogen utilization, milk production, and ammonia emissions from manure in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 5253-5268.
11. Leonardi, C., Stevenson, M., & Armentano, L. E. (2003). Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. *Journal of dairy science*, 86(12), 4033-4042.
12. Liu, H., Yang, G., Degen, A., Ji, K., Jiao, D., Liang, Y., ... & Zhou, J. (2021). Effect of feed level and supplementary rumen protected lysine and methionine on growth performance, rumen fermentation,

- blood metabolites and nitrogen balance in growing Tan lambs fed low protein diets. *Animal Feed Science and Technology*, 279, 115024.
13. McDonald, P. (2002). *Animal nutrition*.
 14. Meisinger, J. J., & Jokela, W. E. (2000, October). Ammonia losses from manure. In *Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.*, Cornell Univ., Ithaca, NY.
 15. Mousavi, S. S., Amanlou, H., Nikkhah, A., Tehrani, A. M., Mirzaei Alamouti, H. R., Nemati, M. H., & Hoseini, M. (2019). Economic comparison of conventional feedlot method with creep feeding in Afshari male lambs. *Animal Science Research*, 29(1), 137-151.
 16. National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle: 2001*. National Academies Press.
 17. National Research Council. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. National Academy Press.
 18. Niroumand, M., Ganjkanlou, M., & Rezayazdi, K. (2020). Supplementation of Holstein dairy calves fed two levels of crude protein with methionine and lysine. *South African Journal of Animal Science*, 50(3), 442-451.
 19. Noftsgger, S., & St-Pierre, N. R. (2003). Supplementation of methionine and selection of highly digestible rumen undegradable protein to improve nitrogen efficiency for milk production. *Journal of Dairy Science*, 86(3), 958-969.
 20. Overton, T. R., Emmert, L. S., & Clark, J. H. (1998). Effects of source of carbohydrate and protein and rumen-protected methionine on performance of cows. *Journal of Dairy Science*, 81(1), 221-228.
 21. Rostami, A., Azizi, O., & Jahani-azizabadi, H. (2018). Effect of decreasing dietary protein and the use of rumen-protected lysine and methionine on performance of Holstein dairy cows during early lactation. *Journal of Ruminant Research*, 6(2), 43-60.
 22. Schwab, C. G., Ordway, R. S., & Whitehouse, N. L. (2003). The latest on amino acid feeding. In *Proc. Southwest Nutrition and Management Conference*, Phoenix, AZ (pp. 27-41).
 23. Seleem, M. S., Wu, Z. H., Xing, C. Q., Zhang, Y., Hanigan, M. D., & Bu, D. P. (2024). Effects of rumen-encapsulated methionine and lysine supplementation and low dietary protein on nitrogen efficiency and lactation performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107(4), 2087-2098.
 24. Singh, J. K., Roy, D., Kumar, V., Kumar, M., & Sirohi, R. (2015). Effect of supplementing rumen protected methionine and lysine on nutrient utilization, growth and blood biochemical parameters in Haryana heifers. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 32(2), 187-191.
 25. Socha, M. T., Putnam, D. E., Garthwaite, B. D., Whitehouse, N. L., Kierstead, N. A., Schwab, C. G., ... & Robert, J. C. (2005). Improving intestinal amino acid supply of pre-and postpartum dairy cows with rumen-protected methionine and lysine. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 1113-1126.
 26. Van Keulen, J. Y. B. A., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of animal science*, 44(2), 282-287.

27. Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides iredation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.
28. Wang, J., Zhang, L., Jiang, H., & Liu, H. (2010). Most efficient routes for the synthesis of α , β -diamino acid-derived compounds. *Current pharmaceutical design*, 16(10), 1252-1259.
29. Weatherburn, M. (1967). Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Analytical chemistry*, 39(8), 971-974.
30. Wilson, R. C., Overton, T. R., & Clark, J. H. (1998). Effects of *Yucca shidigera* extract and soluble protein on performance of cows and concentrations of urea nitrogen in plasma and milk. *Journal of Dairy Science*, 81(4), 1022-1027.
31. Yousefian, S., Teimoury Yansary, A., & Ansari Pirsaraei, Z. (2013). Dietary Effects of Micronized Soybean Meal and in Compare with Protected Methionine on Growing Performance of Zel crossbred Lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 5(2).

Effects of Reducing Dietary Crude Protein and Use of Protected Lysine and Methionine Amino Acids on Performance and some Blood Parameters of Fattening Lambs

Milad Hosseini¹, Amir Fadaeifar^{1*}, Arash Azarfar¹, Ayoub Azizi¹

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

ABSTRACT

Abstract:

The purpose of this research was to investigate the reduction of dietary protein level and addition of rumen-protected methionine and lysine amino acids on digestibility, performance and blood parameters of fattening lambs, which are necessary in order to meet the basic requirements of livestock for amino acids. Twenty-one fattening lambs with an average weight of 34 kg were randomly assigned to three experimental diets. Experimental diets in three levels of low protein (crude protein 12.09%), low protein with calcium analog of methionine and protected lysine (crude protein 13.59%, lysine 0.21, methionine 0.07 g per roll) and high protein (14.97% crude protein) were fed according to the requirements of NRC (2007) tables. The results showed that average daily weight gain, average feed intake, feed conversion ratio, digestibility of dry matter, organic matter, crude fat, insoluble fibers in acid and neutral detergent, along with the concentration of glucose, albumin and rumen pH were affected by experimental treatments. However, crude protein digestibility and blood urea nitrogen concentration increased significantly in the diet with high protein level compared to low protein and low protein with calcium analog of methionine and lysine ($P < 0.05$). The results of this research showed that by increasing the protein level of the diet or adding protected lysine and methionine to the diet of Lori Bakhtiary lambs, no response was observed in the production performance, the basic diet (12.09% crude protein) may be needed. The protein of the fattening lambs of the final period has been provided, therefore no response was observed in the performance of the lambs with the addition of a high level of protein or the addition of protected lysine and methionine amino acids.

ARTICLE INFO

Keywords: Protein, Function, Protected Methionine, Protected Lysine

Received: 2025-06-09

Accepted: 2026-05-23

Available: 2026-05-23

* Corresponding author:

fadayifar.amir@gmail.com



© 2025 Novel Research in Animal Science (NRAS), Lorestan University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.