

DOI: 10.22034/AS.2021.13823

## بررسی اثر سطوح افزایشی اوره آهسته رهش بر مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی و تخمیر میکروبی شکمبه‌ای میش‌های تغذیه‌شده با علوفه‌های باکیفیت پایین

خدامراد نیمونیچه<sup>۱</sup>، محسن ساری<sup>۲\*</sup> و طاهره محمدآبادی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۲۲

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

<sup>۳</sup> استاد گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

\* مسئول مکاتبه: Email: m.sari@asnruk.ac.ir

### چکیده

زمینه مطالعاتی: نرخ تجزیه بالای اوره از یکسو نگرانی‌هایی را در مورد مسمومیت اوره‌ای در نشخوارکنندگان پدید می‌آورد و از سوی دیگر می‌تواند زمینه‌ساز دفع نیتروژن به محیط‌زیست شود. به همین دلیل منابع مختلف اوره آهسته رهش توسعه داده شده‌اند. هدف: این آزمایش باهدف بررسی اثر سطوح افزایشی اوره آهسته رهش بر مصرف غذا، قابلیت هضم فیبر و تغییرات برخی فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای در زمان‌های مختلف پس از تغذیه صورت گرفت. روش کار: از ۲۸ رأس میش عربی با میانگین وزن زنده  $40 \pm 2$  کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۷ تکرار به مدت ۶۰ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره پایه (بدون اوره)، ۲- جیره پایه + ۱/۲ درصد ماده خشک اوره معمولی، ۳- جیره پایه + نسبت برابر اوره معمولی و اوره آهسته رهش و ۴- جیره پایه + اوره آهسته رهش بودند. نتایج: تیمارهای آزمایشی تأثیری بر ماده خشک مصرفی نداشتند. پروتئین خام مصرفی در گروه شاهد (فاقد اوره) نسبت به سایر تیمارها کمتر بود ( $P < 0/05$ ). قابلیت هضم ماده آلی در تیمار حاوی اوره آهسته رهش نسبت به کنترل افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). در سه ساعت پس از خوراک‌دهی، تیمارهای دریافت‌کننده اوره معمولی و اوره پوشش‌دار pH شکمبه بالاتری در مقایسه با کنترل داشتند ( $P = 0/002$ ). در ۶ ساعت پس از خوراک‌دهی، افزایش pH شکمبه در تیمار اوره پوشش‌دار در مقایسه با دیگر تیمارها مشاهده شد ( $P = 0/0013$ ). تیمارهای اوره معمولی، مخلوط اوره معمولی و اوره پوشش‌دار و اوره پوشش‌دار در ۳ ساعت بعد از مصرف خوراک، نیتروژن آمونیاکی بالاتری در مقایسه با تیمار شاهد داشتند ( $P = 0/002$ ). همچنین در ۹ ساعت پس از خوراک‌دهی غلظت نیتروژن آمونیاکی در تیمار اوره پوشش‌دار نسبت به دیگر تیمارها بیشتر بود ( $P = 0/009$ ). دام‌های تغذیه‌شده با مخلوط اوره معمولی و پوشش‌دار در مقایسه با دیگر تیمارها، خوراک با اندازه ذرات متوسط بیشتری مصرف نمودند. نتیجه‌گیری نهایی: در کل اگرچه استفاده از اوره آهسته رهش بجای اوره معمولی توانست در مدت‌زمان طولانی‌تری غلظت نیتروژن آمونیاکی را بالاتر نگه دارد ولی این افزایش تأثیری بر قابلیت هضم بخش فیبری جیره نداشت و بنابراین استفاده از اوره معمولی مقرون به‌صرفه‌تر می‌باشد.

واژگان کلیدی: اوره پوشش‌دار، جداسازی ذرات خوراک، قابلیت هضم فیبر، کاه، نیتروژن آمونیاکی

## مقدمه

زیست‌بوم میکروبی موجود در شکمبه نشخوارکنندگان به آن‌ها این امکان را می‌دهد که از ترکیبات نیتروژن‌دار غیر پروتئینی مانند اوره استفاده نموده و آن را به پروتئین میکروبی باارزش تبدیل نمایند (چردت هونگ و واناپات ۲۰۱۰). ترکیبات نیتروژن‌دار غیر پروتئینی به دلیل کاهش هزینه جیره، جایگزین مناسبی برای منابع پروتئین حقیقی جیره به شمار می‌آیند (کرتز ۲۰۱۰).

اوره معمولی منبع مهم نیتروژن غیر پروتئینی در جیره نشخوارکنندگان بوده و شامل ۶۶ درصد نیتروژن است. اوره پس از ورود به شکمبه به سرعت هیدرولیز شده و در نتیجه موجب اوج غلظت آمونیاک در ساعت اولیه مصرف می‌شود. با افزایش غلظت آمونیاک که در سراسر دستگاه گوارش قابل جذب است، میزان جذب آن نیز افزایش می‌یابد (کرتز ۲۰۱۰)، در ادامه متابولیسم کبدی تحت تأثیر قرار گرفته و ممکن است بر متابولیسم گلوکز در کبد و بافت‌های محیطی تأثیر بگذارد (هانتینگتون و همکاران ۲۰۰۶). سمیت اوره به‌دفعات نشان داده شده است و خوب مخلوط نشدن خوراک، خطا در تنظیم فرمول جیره، کافی نبودن دوره عادت‌پذیری، مصرف کم آب، تغذیه اوره همراه با علوفه‌های باکیفیت پایین و مصرف پایین خوراک قبل از قرار گرفتن در معرض خوراک حاوی اوره و جیره‌هایی که ایجادکننده pH بالا در مایع شکمبه هستند، به‌عنوان دلایل اصلی ایجاد مسمومیت مطرح شده است (کرتز ۲۰۱۰).

به دلیل نرخ تجزیه بالای اوره، پس از مصرف جیره‌های حاوی اوره بالا، به مقدار قابل توجهی آمونیاکی که برای تولید پروتئین میکروبی مورد استفاده قرار نگرفته و در شکمبه جمع یافته، از دیواره شکمبه به‌صورت یون آمونیوم وارد خون شده و در کبد به اوره تبدیل می‌شود (هانتینگتون و همکاران ۲۰۰۶). اوره در صورت نیاز بازچرخ شده و در غیر این صورت از طریق ادرار دفع شده و موجب آلودگی محیط‌زیست می‌شود. علاوه بر این، دفع نیتروژن اضافی مستلزم مصرف انرژی است که

فشار متابولیکی بیشتری را به حیوان وارد می‌کند (برودریک و همکاران ۲۰۰۹).

در سال‌های اخیر کوشش‌های بسیاری جهت دستیابی به ترکیباتی نیتروژنی غیر پروتئینی با نرخ تجزیه آهسته در شکمبه نشخوارکنندگان انجام شده است. با کاهش سرعت آزادسازی آمونیاک در شکمبه، راندمان استفاده آمونیاک توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه بهبود می‌یابد (چردت هونگ و واناپات ۲۰۱۰) و دفع نیتروژن از طریق ادرار کم می‌شود (هایگستریت و همکاران ۲۰۱۰).

جیره نشخوارکنندگان در برخی مناطق، از جمله گستره قابل توجهی از مناطق گرمسیری، از علوفه‌های کم کیفیت تشکیل شده است. در این شرایط فراهمی نیتروژن می‌تواند از جمله سازه‌های محدودکننده مصرف خوراک و قابلیت هضم در نشخوارکنندگان باشند (پرستون و لینگ ۱۹۸۷). بقایای غلات دارای مقدار پروتئین کم و فیبر زیاد هستند که منجر به قابلیت هضم پایین، زمان ماندگاری طولانی در شکمبه و کاهش ماده خشک مصرفی می‌شود. کمبود مواد مغذی مورد نیاز برای رشد کافی میکروبی، منجر به کاهش در نرخ و مقدار هضم شکمبه‌ای علوفه‌های کم کیفیت شده و این به نوبه خود موجب کاهش مصرف خوراک و عملکرد پایین حیوان می‌شود (گودچیلد و مک مینمن ۱۹۹۴). با توجه به محدودیت نیتروژن در علوفه‌های کم کیفیت، مکمل نمودن آن‌ها با افزودن نیتروژن پروتئینی یا منابع نیتروژن غیر پروتئینی، می‌تواند با فراهم نمودن آمونیاک مورد نیاز میکروبی شکمبه، بهبود تخمیر میکروبی و افزایش مقدار خوراک مصرفی را به دنبال داشته باشد (باندیک و همکاران ۲۰۰۱).

بررسی مطالعات موجود نشان می‌دهد که اطلاعات محدودی در رابطه با مقایسه تأثیر نرخ تجزیه منابع نیتروژن غیر پروتئینی در شکمبه بر قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های رفتاری گوسفند وجود دارد. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر سطوح افزایشی اوره

میش‌ها به‌طور آزاد به آب آشامیدنی تمیز دسترسی داشتند. قابلیت هضم با استفاده از روش جمع‌آوری کل مدفوع در هفته انتهایی آزمایش تعیین شد. برای جمع‌آوری کل مدفوع دام‌ها در طول پنج روز، زیر قفس‌های متابولیکی، توری قرار گرفت و مدفوع و ادرار جداگانه جمع‌آوری و توزین شد. مدفوع جمع‌آوری‌شده در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. مقدار ماده خشک، ماده آلی، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی، پروتئین خام و عصاره اتری نمونه‌های خوراک و مدفوع با استفاده از روش‌های استاندارد AOAC (۱۹۹۵) و مقدار لیاف نامحلول در شوینده خنثی بدون استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز و با حذف خاکستر انجام شد (ون‌سوست و همکاران ۱۹۹۱). نمونه‌های خون در روز ۳۰ و ۶۰ آزمایش سه ساعت پس از خوراک‌دهی صبح از سیاهرگ وداجی در لوله‌های حاوی ۰/۱ میلی‌لیتر محلول هیپارین گرفته شد. پلاسمای نمونه‌ها پس از سانتیفریوژ (۴۰۰۰ دور به مدت ۲۰ دقیقه) در دمای ۲۰- درجه سلسیوس تا زمان تجزیه آزمایشگاهی نگهداری شد. فراسنجه‌های سرم خون شامل گلوکز، پروتئین کل، تری‌گلیسیرید، کلسترول، LDL، HDL و نیترژن اوره‌ای خون با استفاده از کیت‌های پارس آزمون و به روش نورسنجی به‌وسیله اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد. هم‌زمان با خون‌گیری، نمونه‌گیری از مایع شکمبه نیز صورت پذیرفت.

به‌منظور اندازه‌گیری pH و نیترژن آمونیاکی در روزهای ۲۹ و ۵۹، در زمان صفر (قبل از خوراک‌دهی صبح)، ۳، ۶ و ۹ بعد از مصرف خوراک صبحگاهی، از تمام میش‌ها، نمونه‌برداری از مایع شکمبه توسط لوله معدی انجام پذیرفت. بخش اولیه مایع شکمبه جهت به حداقل رساندن آلودگی با بزاق حذف شد و در ادامه نمونه مایع شکمبه گرفته شد. ۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه پس از صاف کردن با پارچه متقال چهار لایه و تعیین pH آن توسط دستگاه pH متر سیار (مدل

پوشش‌دار بر مصرف غذا، قابلیت هضم مواد مغذی و غلظت نیترژن آمونیاکی شکمبه در میش‌های تغذیه‌شده با علوفه باکیفیت پایین می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام گرفت. در این پژوهش از ۲۸ رأس میش نژاد عربی با میانگین وزن زنده  $2 \pm 40$  کیلوگرم و سن  $3 \pm 1$  سال طی دوره‌ای ۶۰ روزه استفاده شد. قبل از شروع آزمایش واکسن آنترتوکسمی به میش‌ها تزریق و داروی ضد انگل آلبندازول به آن‌ها خوراند شد. طی ۱۰ روز آغازین آزمایش، عادت‌پذیری به جایگاه و جیره صورت گرفت. میش‌ها داخل قفس متابولیکی انفرادی ( $1/5 \times 1/3$  متر) دارای آخور و آبشخور جداگانه، نگهداری و روزانه در دو نوبت صبح و عصر (۸ صبح و ۵ عصر) به‌صورت آزاد تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی عبارت از: ۱- جیره پایه (بدون اوره)، ۲-  $1/2$  درصد ماده خشک اوره معمولی، ۳- نسبت برابر عرضه نیترژن از اوره معمولی و اوره آهسته رهش و ۴- اوره آهسته رهش بود (جدول ۱). اوره آهسته رهش مورد استفاده با نام تجاری اپتی‌ژن ۱۲۰۰، ساخت شرکت آلتک ایالات متحده آمریکا با  $40/96$  درصد نیترژن، معادل ۲۵۶ درصد پروتئین خام بود. اوره معمولی مورد استفاده ساخت ایران، حاوی ۴۶ درصد نیترژن، پروتئین خام معادل  $287/5$  درصد داشت. مقادیر اوره مورد استفاده در جیره به اندازه‌ای بود که مقدار نیترژن عرضه شده از منابع مختلف اوره برابر باشند. نسبت علوفه به کنسانتره در همه جیره‌های آزمایشی، ۶۰ به ۴۰ در نظر گرفته شد. علوفه مورد استفاده قبل از مصرف با خرمن‌کوب به قطعات ۳ تا ۵ سانتی‌متری خرد شدند، سپس برای تهیه یک جیره کاملاً مخلوط، تمام مواد خوراکی هر جیره باهم مخلوط شدند. میزان مصرف خوراک به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد.

که برابر با ۱۰۰، بیش‌تر و یا کم‌تر از آن باشد به ترتیب نشان‌دهنده عدم فعالیت انتخاب، انتخاب به‌نفع (خوردن) و یا علیه (پس زدن) می‌باشد.

### تجزیه آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب مدل آماری بر پایه طرح کاملاً تصادفی با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲، ۲۰۰۵) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی و با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. مدل آنالیز داده‌ها به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + \alpha_{ij} \quad 1$$

که در این مدل:  $Y_{ij}$  = متغیر وابسته؛  $\mu$  = میانگین کل؛  $C_i$  = اثر تیمار و  $\alpha_{ij}$  = خطای باقیمانده است.

i/SET,WTW۳۱۵ ساخت کشور آلمان)، با ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط شد و بلافاصله تا اندازه‌گیری بعدی در فریزر با دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. غلظت آمونیاک مایع شکمبه با استفاده از روش فنل هیپوکلریت (برودریک و کانگ ۱۹۸۰) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (بیوراد، انگلستان) تعیین شد.

شاخص انتخاب به‌صورت نسبت مصرف واقعی خوراک به مصرف خوراک مورد انتظار برای ذرات باقیمانده روی هر الک غربال پنسیلوانیا محاسبه شد (لئوناردی و ارمنتانو ۲۰۰۳). مصرف خوراک پیش‌بینی‌شده برای هر الک با ضرب ماده خشک مصرفی در درصد ماده خشک ذرات باقیمانده روی آن الک به‌دست آمد. شاخص انتخاب

**Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets (percent, otherwise stated)**

Item	Control (no urea)	Common urea	Mixed	Slow release urea
Feed Ingredient				
Wheat straw	60	60	60	60
Corn grain, ground	20	20	20	20
Wheat bran	19.2	18.0	17.95	17.9
Common urea	-	1.20	0.6	-
Coated urea <sup>1</sup>	-	-	0.65	1.30
Salt	0.40	0.40	0.40	0.40
Vitamin and mineral mixture <sup>2</sup>	0.40	0.40	0.40	0.40
Chemical composition				
NDF	57.0	56.0	56.0	56.0
ADF	34.5	34.0	34.0	34.0
Ether extract	2.70	2.70	2.70	2.70
Crude protein	8.70	11.5	11.5	11.5
Rumen degradable protein	4.70	7.90	7.90	7.90
ME (Mcal/kg DM)	2.16	2.15	2.15	2.15

<sup>1</sup>Optigen 1200 controlled-release N, Alltech

<sup>2</sup>Content per kg of supplement: vitamin A 1,500,000 IU/kg; vitamin D<sub>3</sub> 250,000 IU/kg; vitamin E 10,000 IU/kg; Mn 6,277 mg/kg; Fe 1250 mg/kg; Cu 1040 mg/kg; Co 46 mg/kg; Zn 1030 mg/kg; I 200 mg/kg; Se 80 mg/kg.

خام مصرفی بین تیمارهای دریافت‌کننده اوره تفاوتی نداشت ولی در مقایسه با تیمار شاهد (بدون اوره) بالاتر بود. این افزایش دور از انتظار نبود چون جیره مصرفی تیمار شاهد پروتئین خام پایین‌تری (۸/۷) در برابر ۱۱/۵ درصد در ماده خشک جیره) در مقایسه با دیگر تیمارها داشت.

### نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین مصرف ماده خشک و دیگر مواد مغذی در جدول ۲ نشان داده شده است. تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر مصرف ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نداشتند ( $P > 0/05$ ). پروتئین

**Table 2. Intake of nutrients (g per day) by sheep fed increasing levels of slow release urea**

Item	Control (no urea)	Common urea	Mixed	Slow release urea	SEM	P-value
Dry matter	1082	1146	1111	1097	55.7	0.87
Organic matter	1017	1077	1044	1031	54.1	0.76
Crude protein	84.4 <sup>b</sup>	131.8 <sup>a</sup>	130.0 <sup>a</sup>	132.0 <sup>a</sup>	6.42	0.001
NDF	616.6	641.5	622.0	614.3	32.2	0.79
ADF	373.2	389.5	377.7	373.0	20.8	0.76

<sup>a,b,c</sup>Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ )

مشاهده شد ماده خشک مصرفی در بره‌هایی که با جیره حاوی ۱/۵ درصد اوره تغذیه شدند، کاهش یافت که دلیل آن به اثر محدودکنندگی اوره بر خوش‌خوراکی جیره نسبت داده شده است. یافته‌های آزمایش حاضر از این دیدگاه حمایت نمی‌کند.

اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در جدول ۳ نشان داده شده است. با افزایش سطح اوره کند رهش، قابلیت هضم ماده آلی رو به افزایش نهاد ( $P = 0.031$ ) ولی قابلیت هضم دیگر مواد مغذی تحت تأثیر قرار نگرفت. بیشترین قابلیت هضم ماده آلی در تیمار دریافت‌کننده بالاترین سطح اوره پوشش‌دار مشاهده شد.

در آزمایشی، خطاب و همکاران (۲۰۱۳) با جایگزینی اوره در سطوح صفر، ۵ و ۱۰ گرم بر کیلوگرم وزن زنده، بجای بخشی از کنجاله سویا، عدم وجود تأثیر بر ماده خشک مصرفی را گزارش نمودند. پژوهش‌های دیگری نیز نشان داده‌اند که مصرف خوراک تحت تأثیر جایگزینی نیتروژن غیر پروتئینی جیره با پروتئین حقیقی قرار نمی‌گیرد (کستر و همکاران ۲۰۰۲). سطح اوره بالاتر از ۲ درصد در خوراک، سبب کاهش ماده خشک مصرفی می‌شود که ممکن است به دلیل طعم تلخ آن و یا سازوکارهای فیزیولوژیک، از جمله افزایش غلظت آمونیاک در شکمبه و خون باشد. مخالف با نتایج آزمایش حاضر در مطالعه خیاط و همکاران (۲۰۱۴)

**Table 3. Nutrients digestibility of sheeps fed increasing levels of slow release urea**

Item (%)	Control (no urea)	Common urea	Mixed	Slow release urea	SEM	P-value
Dry matter	51.5	54.7	55.9	56.0	3.11	0.84
Organic matter	58.8 <sup>b</sup>	62.7 <sup>ab</sup>	63.3 <sup>ab</sup>	68.1 <sup>a</sup>	2.36	0.03
Crude protein	68.1	68.8	65.3	66.3	2.38	0.72
NDF	52.5	54.2	52.6	51.8	2.63	0.93
ADF	45.5	43.0	44.4	42.8	1.42	0.51

<sup>a,b,c</sup>Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ )

طریق عرضه آمونیاک در کنار وجود انرژی قابل تخمیر از منابعی نظیر کاساوا توضیح داده شده است (چرندونگ و همکاران ۲۰۱۱). یافته‌های مشابهی نیز در گوساله‌های نر تغذیه‌شده با سرشاخه‌های نیشکر (اورتیز و همکاران ۲۰۰۷) گزارش شده است. در مقابل، بورگ و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر منبع نیتروژن غیر پروتئینی، اوره

موافق با آزمایش حاضر، در مطالعه‌ای با استفاده از گاوهای شیرده کم تولید تغذیه‌شده با کاه برنج به صورت آزاد و مکمل کنسانتره، استفاده از اوره کلسیمی قابلیت هضم ماده آلی را افزایش داد. در مطالعه مذکور، افزایش مشاهده‌شده در قابلیت هضم با بهبود نامتعادلی مواد مغذی و فعالیت بهتر تخمیری باکتری‌های شکمبه، از

در جدول ۴ روند تغییرات pH شکمبه میش‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در زمان‌های صفر (قبل خوراک-دهی)، ۳، ۶، ۹ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح آورده شده است. در زمان صفر و ۹ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح تفاوتی بین pH شکمبه تیمارهای مختلف مشاهده نشد. در سه ساعت پس از خوراک‌دهی، تیمارهای دریافت‌کننده اوره معمولی و اوره پوشش‌دار pH شکمبه بالاتری در مقایسه با شاهد (بدون اوره) داشتند ( $P=0/002$ ). در ۶ ساعت پس از خوراک‌دهی، افزایش pH شکمبه در تیمار اوره پوشش‌دار در مقایسه با دیگر تیمارها مشاهده شد ( $P=0/0013$ ).

پوشش‌دار (اپتی‌ژن) و اوره معمولی را در تغذیه گوساله‌های پرواری مقایسه نموده و اختلافی در قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی گزارش نمودند. هضم الیاف زمانی که آمونیاک کم باشد کاهش می‌یابد (برگ و همکاران ۲۰۱۲). بنابراین با ارائه پیوسته نیتروژن، زمینه برای بهبود هضم الیاف فراهم خواهد شد. درکل به نظر می‌رسد بهترین پاسخ به عرضه نیتروژن غیر پروتئینی، در شرایط کمبود آمونیاک در شکمبه مشاهده می‌شود و اختلافات مشاهده شده در مطالعات از یک سو به مقدار پروتئین خام جیره و از سوی دیگر به هضم پذیری بخش فیبری جیره مرتبط می‌باشد.

**Table 4. Ruminal and blood parameters of sheep fed increasing levels of slow release urea**

Item (%)	Time after feeding	Control (no urea)	Common urea	Mixed	Slow release urea	SEM	P-value
Rumen pH	0	6.78	6.71	6.69	6.58	0.064	0.220
	3	6.56 <sup>b</sup>	6.85 <sup>a</sup>	6.60 <sup>ab</sup>	6.71 <sup>a</sup>	0.060	0.002
	6	6.57 <sup>b</sup>	6.68 <sup>b</sup>	6.70 <sup>b</sup>	6.95 <sup>a</sup>	0.061	0.001
	9	6.74	6.78	6.72	6.88	0.068	0.370
Rumen ammonia nitrogen concentration (mg/dl)	0	14.0	16.8	17.4	16.4	1.65	0.074
	3	17.8 <sup>b</sup>	26.6 <sup>a</sup>	23.5 <sup>a</sup>	24.1 <sup>a</sup>	2.83	0.002
	6	15.6	20.8	18.1	19.9	2.78	0.893
	9	12.3 <sup>c</sup>	16.6 <sup>b</sup>	15.8 <sup>b</sup>	18.7 <sup>a</sup>	1.58	0.009
Blood urea nitrogen (mg/dl)	0	10.1	11.5	10.3	11.7	3.39	0.268
	3	12.5	16.7	16.3	15.7	0.449	0.038
	6	11.2	12.9	13.3	15.6	1.35	0.059
	9	11.1	13.7	11.2	13.3	1.99	0.456
Blood glucose (mg/dl)	0	42.9	41.7	42.3	43.1	4.67	0.082
	3	50.3	52.7	50.1	55.3	3.98	0.390
	6	46.1	49.9	48.4	49.1	7.66	0.180
	9	42.1	42.7	44.4	46.6	4.74	0.610

<sup>a,b,c</sup>Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $P<0.05$ ).

منابع نیتروژن غیر پروتئینی بالاتر بود. افزایش غلظت آمونیاک شکمبه، ناشی از آبکافت اوره، می‌تواند از طریق گرفتن  $H^+$  توسط آمونیاک و تبدیل آن به  $NH_4^+$  باعث افزایش pH شکمبه شود (کرتز و همکاران ۱۹۸۳). این سازوکار می‌تواند توجیه‌کننده افزایش pH مشاهده شده

pH شکمبه از جمله کلیدی‌ترین عوامل اثرگذار بر تخمیر شکمبه‌ای است (ارسکوف و همکاران ۱۹۹۲). موافق با نتایج آزمایش حاضر، یافته‌های مشابهی و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که pH شکمبه در جیره‌های حاوی منابع نیتروژن غیر پروتئینی در مقایسه با جیره‌های فاقد

پروتئین میکروبی و نرخ تخمیر کربوهیدرات آن صورت گیرد. چگنی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر اضافه کردن اوره پوشش‌دار به جیره حاوی ۶۰ درصد علوفه مشاهده کردند که سطح نیتروژن آمونیاکی در این گوسفندان به‌طور پیوسته افزایش یافت و پس از گذشت ۳ ساعت از تغذیه به بالاترین سطح خود رسید که موافق با نتایج آزمایش حاضر است. در پژوهشی دیگر آلمورا و همکاران (۲۰۱۲) دو نوع اوره آهسته رهش (اپتی‌ژن و روماپرو) را با اوره معمولی مقایسه کرده و نشان دادند که بین منابع اوره مورد بررسی از نظر غلظت نیتروژن آمونیاکی، پیش از خوراک‌دهی، تفاوتی وجود ندارد که موافق با یافته‌های آزمایش حاضر می‌باشد. در مقابل گالو و همکاران (۲۰۰۳) تفاوتی ناشی از به‌کارگیری اوره پوشش داده‌شده با پلیمر در مقایسه با اوره معمولی، از نظر آزادسازی نیتروژن آمونیاکی در مایع شکمبه در زمان‌های مختلف مشاهده نکردند که در تطابق با یافته‌های آزمایش حاضر نمی‌باشد. به نظر می‌رسد روش‌های مختلف پوشش دهی یا ترکیبات شیمیایی متفاوت مورد استفاده برای آهسته نمودن سرعت تجزیه و تفاوت در ماهیت تخمیرپذیری جیره پایه، دلایل اصلی اختلافات مشاهده‌شده باشد. در برخی مطالعات نشان داده‌شده که اوره آهسته رهش نتوانسته است به‌طور کامل خواصی کاهشی در رهاسازی آمونیاک را به معرض نمایش بگذارد (هانتینگتون و همکاران ۲۰۰۶) یا در مقابل، اوره آهسته رهش بدون تجزیه شدن و تبدیل شدن به آمونیاک شکمبه را ترک کنند که در این صورت نه تنها زمینه برای تولید پروتئین میکروبی کاهش می‌یابد بلکه امکان دفع قابل توجه نیتروژن و حتی مسمومیت با اوره فراهم می‌شود. به نظر می‌رسد در آزمایش حاضر که سطح پروتئین جیره پایین بوده و بخش عمده جیره را ترکیبات علوفه‌ای به خود اختصاص داده، اوره آهسته رهش نتوانسته است نیتروژن آمونیاکی

در تیمارهای حاوی اوره باشد. نتایج بررسی اثرات افزودن توأم اوره پوشش‌دار و بنتونیت سدیم، توسط چگنی و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که pH تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در پژوهشی دیگر، یافته‌های لیزارازو و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که اوره آهسته رهش نسبت به اوره معمولی، pH شکمبه را در سه و شش ساعت پس از خوراک دادن کاهش داد که در تطابق با عدم تفاوت مشاهده‌شده در آزمایش حاضر نیست. این محققین، افزایش در تولید اسیدهای چرب فرار را با استفاده از اوره آهسته رهش، به‌عنوان دلیلی برای کاهش مشاهده‌شده در pH شکمبه گزارش نموده‌اند. مقادیر pH شکمبه در آزمایش حاضر در همه زمان‌ها بالاتر از ۶/۵ بود که برای هضم فیبر در جیره با علوفه بالا کاملاً مطلوب می‌باشد.

میانگین غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه در زمان‌های صفر، ۳، ۶ و ۹ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح در جدول ۴ ارائه شده است. تیمارهای اوره معمولی، مخلوط اوره معمولی و اوره پوشش‌دار و اوره پوشش‌دار در ۳ ساعت بعد از مصرف خوراک، نیتروژن آمونیاکی بالاتری در مقایسه با تیمار شاهد (بدون اوره) داشتند ( $P=0/002$ ). همچنین در ۹ ساعت پس از خوراک‌دهی غلظت نیتروژن آمونیاکی در تیمار اوره پوشش‌دار نسبت به تیمارهای اوره معمولی و مخلوط اوره معمولی و اوره پوشش‌دار بیشتر بود و کمترین غلظت نیتروژن آمونیاکی در گروه شاهد مشاهده شد ( $P=0/009$ ).

در آزمایش حاضر میانگین غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در تمام تیمارهای آزمایشی بالاتر از ۵ میلی‌گرم در دسی لیتر، که حداقل مورد نیاز میکروب‌های شکمبه برای حمایت از رشد بهینه است (ساتر و روفل ۱۹۷۵) بود. با این حال ون سوست (۱۹۹۴) این مهم را مورد تأکید قرار داده است که یک غلظت بهینه ثابت از آمونیاک برای همه جیره‌ها وجود نداشته و تأمین نیاز آمونیاک هر جیره غذایی باید با توجه به ظرفیت تولید

بالاتر نیتروژن آمونیاکی شکمبه‌ای داشته‌اند، نیتروژن اوره‌ای خون بالاتری را نیز نشان داده‌اند.

اگر آبکافت اوره آهسته رهش سریع‌تر از زمانی که پیش‌بینی شده است انجام پذیرد، تجمع آمونیاک در شکمبه و انتقال آن از دیواره شکمبه به خون هنگامی رخ می‌دهد که انرژی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه فراهم نیست، در نتیجه آمونیاک از دیواره شکمبه به خون وارد شده و در نهایت به صورت اوره دفع می‌شود (گالو و همکاران ۲۰۰۳). والادرس و همکاران (۱۹۹۹) بیان نمودند وقتی مقدار کربوهیدرات‌های غیر فیبری جیره کمتر از ۳۵ درصد باشد، به دلیل افزایش در جذب نیتروژن آمونیاکی از جدار شکمبه و بالا رفتن غلظت نیتروژن اوره‌ای خون، بهره‌وری استفاده از نیتروژن آمونیاکی کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد در آزمایش حاضر مقدار کربوهیدرات‌های غیر فیبری جیره‌ها از جمله عوامل محدودکننده استفاده مؤثر از آمونیاک شکمبه‌ای بوده و غلظت بالای نیتروژن اوره‌ای خون را توجیه نماید. مشایخی و همکاران (۲۰۱۹) با مقایسه اوره کلسیمی و اوره معمولی در جیره بره‌های پرواری بیان کردند که مقادیر نیتروژن اوره‌ای خون جیره‌های حاوی اوره معمولی نسبت به اوره آهسته رهش، تفاوت معنی‌داری نداشت که هماهنگ با یافته‌های آزمایش حاضر نمی‌باشد. تفاوت در منبع اوره آهسته رهش و همچنین سطح بالاتر مواد متراکم در آزمایش مذکور، می‌تواند توضیح‌دهنده اختلاف مشاهده شده باشد.

نتایج مربوط به اثر جیره‌های حاوی نیتروژن غیر پروتئینی بر غلظت گلوکز خون میش‌های آزمایشی در ساعات‌های مختلف در جدول ۴ ارائه شده است. غلظت گلوکز خون میش‌ها، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ( $P > 0.05$ ). پروپیونات شکمبه منبع اصلی تأمین گلوکز خون قلمداد می‌شود که خود تحت تأثیر ماده خشک و نشاسته مصرفی می‌باشد (بروکمن ۱۹۹۳) و به دلیل تحت تأثیر قرا نگرقتن هر دو این عوامل، این یافته دور از انتظار نیست. در تطابق با آزمایش حاضر،

شکمبه را در زمان طولانی‌تری پس از مصرف خوراک بالا نگه دارد.

اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت نیتروژن اوره‌ای خون میش‌ها در زمان‌های مختلف در جدول ۴ ارائه شده است. نیتروژن اوره‌ای خون قبل از مصرف خوراک در مقایسه با دیگر زمان‌ها پایین‌تر بود و اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد. با مصرف خوراک، غلظت نیتروژن اوره‌ای خون افزایش یافت و در ۳ ساعت بعد از مصرف خوراک، به بیشینه مقدار خود رسید. در این زمان، بین تیمارهای دریافت‌کننده اوره اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما غلظت نیتروژن آمونیاکی در این تیمارها بالاتر از گروه شاهد (بدون اوره) بود ( $16/2$  در برابر  $12/5$  میلی‌گرم در دسی لیتر،  $P = 0.028$ ). در زمان ۶ ساعت پس از خوراک‌دهی کمترین غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در تیمار شاهد و بیشترین غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در تیمار اوره پوشش‌دار مشاهده شد ( $11/2$  در برابر  $15/6$  میلی‌گرم در دسی لیتر به ترتیب در گروه شاهد و اوره پوشش‌دار). در میان تیمارهای دریافت‌کننده اوره، غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در گروه دریافت‌کننده اوره معمولی کمترین مقدار را داشت و اختلاف معنی‌داری با اوره پوشش‌دار نشان داد. در ۹ ساعت پس از خوراک‌دهی، تیمارها اختلاف معنی‌داری در غلظت نیتروژن اوره‌ای خون، نداشتند.

همبستگی زیادی بین غلظت نیتروژن اوره‌ای خون و تولید آمونیاک در شکمبه وجود دارد. غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بازتابی از غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه است که خود حاصل تجزیه پروتئین‌های حقیقی یا آزادسازی آمونیاک از منابع نیتروژن غیر پروتئینی در شکمبه می‌باشد. همچنین غلظت نیتروژن اوره‌ای خون می‌تواند تا اندازه‌ای اتلاف نیتروژن حاصل از تخمیر در شکمبه‌ای را منعکس نماید (شین و همکاران ۲۰۱۰). یافته‌های پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد که تیمارهای دریافت‌کننده اوره پوشش‌دار که باگذشت زمان، غلظت



نموده‌اند و جمع‌بندی در این رابطه مستلزم انجام پژوهش‌های بیشتری می‌باشد. میش‌ها صرف‌نظر از تیمارهای آزمایشی، انتخاب علیه خوراک با اندازه ذرات بلند و به نفع اندازه ذرات ریز نشان دادند. این الگوی جداسازی ذرات خوراک، با انتخاب علیه ذرات بلند و به نفع ذرات ریز در گوسفند (ساری و همکاران ۲۰۱۸؛ حسین‌خانی و همکاران ۲۰۱۳)، گاو شیری (دیواریس و همکاران ۲۰۰۷؛ میلرکوشن و دیواریس، ۲۰۱۷) تلیسه‌ها (گریتر و همکاران ۲۰۰۸) و گوساله‌ها (محمد و همکاران ۲۰۱۶) نیز نشان داده‌شده است.

به نظر می‌رسد دلیل اصلی تمایل به مصرف ذرات ریز، تراکم بیشتر مواد مغذی در دانه‌ها و بخش‌های ریز کنسانتره باشد (میلرکوشن و دیواریس ۲۰۱۷). دیواریس و ون کی سرلینگ (۲۰۰۹) گزارش کردند که انتخاب ذرات ریز خوراک احتمالاً به دلیل خوش‌خوراکی ذرات کوتاه در مقابل ذرات بلند هست.

مشایخی و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که اوره معمولی در مقایسه با اوره کلسیمی تأثیری بر غلظت گلوکز خون نداشت.

در جدول ۵ اثر سطح اوره پوشش‌دار بر جداسازی ذرات خوراک توسط میش‌ها آورده شده است. دلیل بررسی جداسازی ذرات خوراک، امکان تأثیر اوره بر قابلیت هضم بخش فیبری جیره و در نتیجه تأثیر آن بر الگوی رفتاری حیوان بود. دام‌های تغذیه‌شده با مخلوط اوره معمولی و پوشش‌دار در مقایسه با دیگر تیمارها، خوراک با اندازه ذرات متوسط بیشتری مصرف نمودند. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، مطالعه مشابهی که جداسازی ذرات غذا را در شرایط استفاده از منابع مختلف اوره مورد بررسی قرار داده باشد در دست نیست. مشخص نیست که چرا حیوانات تغذیه‌شده با جیره حاوی مخلوط اوره معمولی و آهسته رهش، مقدار بیشتری از ذرات با اندازه متوسط خوراک استفاده

Table 5. Sorting behavior of sheep fed increasing levels of slow release urea<sup>1</sup>

Sorting <sup>2</sup> , %	Control (no urea)	Common urea	Mixed	Slow release urea	SEM	P-value
<b>Day 30</b>						
Long	85.5*	86.7*	84.5*	84.2*	2.21	0.95
Medium	98.8 <sup>b</sup>	96.2 <sup>b</sup>	102.3 <sup>a</sup>	95.1 <sup>b</sup>	3.19	0.03
Short	105.8	102.8	105.5	104.5	1.77	0.36
Fine	110.0*	106.7*	110.3*	110.0*	3.92	0.22
<b>Day 60</b>						
Long	87.2*	87.6*	86.7*	85.7*	4.61	0.32
Medium	97.0 <sup>b</sup>	96.8 <sup>b</sup>	100.1 <sup>a</sup>	95.7 <sup>b</sup>	1.59	0.002
Short	102.5	102.1	102.3	103.2	1.51	0.42
Fine	105.3*	105.4*	105.8*	107.8*	1.88	0.17

<sup>a,b,c</sup>Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>1</sup> Sorting % =  $100 \times (\text{particle size } n \text{ DM intake} / \text{particle size } n \text{ predicted DM intake})$ , where n = long, medium, short, or fine particle fraction. Sorting values equal to 100% indicate no sorting, <100% indicate selective refusals (sorting against), and >100% indicate preferential consumption (sorting for).

<sup>2</sup> Particle size determined by a Penn State Particle Separator, which has a 19-mm screen (long), 8-mm screen (medium), 1.18-mm screen (short), and a pan (fine).

\*  $P \leq 0.05$ : Difference in sorting values from 100%

ماده خشک و قابلیت هضم مواد مغذی نداشت. قابلیت هضم ماده آلی در جیره حاوی اوره پوشش‌دار در مقایسه با جیره شاهد افزایش یافت. اگرچه انتظار می‌رفت

## نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهد که استفاده از اوره پوشش‌دار در مقایسه با اوره معمولی تأثیری بر مصرف

عرضه اوره آهسته رهش سودمندی چندان برای حیوان به دنبال نداشته باشد.

### تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر فراهم نمودن امکان انجام آزمایش و حمایت مالی از این پژوهش تشکر به عمل می‌آید.

با استفاده از اوره یا عرضه تدریجی آمونیاک از اوره پوشش‌دار، قابلیت هضم بخش فیبری جیره بهبود یابد، ولی چنین نتیجه‌ای مشاهده نشد. به نظر می‌رسد به دلیل قابلیت گوسفند در استفاده از جیره‌های کم کیفیت، در شرایط تأمین حداقل غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه،

### منابع مورداستفاده

- Alvarez Almora EG, Huntington GB and Burns JC, 2012. Effects of supplemental urea sources and feeding frequency on ruminal fermentation, fiber digestion, and nitrogen balance in beef steers. *Animal Feed Science and Technology* 171:136–145.
- AOAC International, 1995. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 17th ed. Published by AOAC. Int., Gaithersburg, MD.
- Bandyk CA, Cochran RC, Wickersham TA, Titgemeyer EC, Farmer CG and Higgins JJ, 2001. Effect of ruminal vs postruminal administration of degradable protein on utilization of low-quality forage by beef steers. *Journal of Animal Science* 79(1): 225-231.
- Bourg BM, Tedeschi LO, Wickersham TA and Tricarico JM, 2012. Effects of a slow-release urea product on performance, carcass characteristics, and nitrogen balance of steers fed steam-flaked corn. *Journal Animal Science* 90(6): 3914-3923.
- Brockman RP, 1993. Glucose and short-chain fatty acid metabolism. In: Forbes, J.M. (Ed.), *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*, CABI Publishing, Cambridge MA, pp. 249–265.
- Chegeni A, Li YL, Deng KD, Jiang CG and Diao QY, 2013. Effect of dietary polymer-coated urea and sodium bentonite on digestibility, rumen fermentation, and microbial protein yield in sheep fed high levels of corn stalk. *Livestock Science*, 157(1):141-150.
- 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(8): 2232-2241.
- Cherdthong A, Wanapat M and Wachirapakorn C, 2011. 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.
- DeVries TJ and Von Keyserlingk MA, 2009. Feeding method affects the feeding behavior of growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 92(3):1161-1168.
- DeVries TJ, Beauchemin KA and Von Keyserlingk MA, 2007. Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90(12):5572-5579.
- Galo E, Emanuele SM, Sniffen CJ, White JH and Knapp JR, 2003. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86(6):2154-2162.
- Goodchild AV and McMeniman NP, 1994. Intake and digestibility of low quality roughages when supplemented with leguminous browse. *The Journal of Agricultural Science* 122(1):151-160.
- Greter AM, DeVries TJ, Von Keyserlingk MA, 2008. Nutrient intake and feeding behavior of growing dairy heifers: Effects of dietary dilution. *Journal of Dairy Science* 91(7):2786-2795.
- Highstreet A, Robinson PH, Robison J and Garrett JG, 2010. Response of Holstein cows to replacing urea with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein. *Livestock Science* 129(1-3):179-185.
- Hosinkhani A, Moradi M, Daghighkia H, Alijani S and Taghizadeh A, 2013. Using restaurant waste in finishing rations of lambs: eating behavior and rumen health. *Journal of Ruminant Research* 1(2)1-16. (In Persian).

- Huntington GB, Harmon DL, Kristensen NB, Hanson KC and Spears JW, 2006. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Animal Feed Science and Technology* 130(3): 225-241.
- Kertz AF, 2010. Review: Urea Feeding to Dairy Cattle: A Historical Perspective and Review. *The Professional Animal Scientist* 26: 257-272.
- Kertz AF, Davidson LE, Cords BR and Puch HC, 1983. Ruminant infusion of ammonium chloride in lactating cows to determine effect of pH on ammonia trapping. *Journal of Dairy Science* 66(12):2597-2601.
- Khattab IM, Salem AZ, Abdel-Wahed AM and Kewan KZ, 2013. Effects of urea supplementation on nutrient digestibility, nitrogen utilisation and rumen fermentation in sheep fed diets containing dates. *Livestock Science* 155(2-3):223-229.
- Khayat A, Fazaeli H and Kafilzadeh F, 2014. Effect of diets containing urea molasses on the fattening performance and blood urea nitrogen of Arabia male lambs. *Animal Sciences Journal* 27(104):25-38. (In Persian).
- Köster HH, Woods BC, Cochran RC, Vanzant ES, Titgemeyer EC, Grieger DM, Olson KC and Stokka G, 2002. Effect of increasing proportion of supplemental N from urea in prepartum supplements on range beef cow performance and on forage intake and digestibility by steers fed low-quality forage. *Journal of Animal Science* 80(6):1652-1662.
- Leonardi C and Armentano LE, 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86(2):557-564.
- Lizarazo AC, Mendoza GD, Ku J, Melgoza LM and Crosby M, 2014. Effects of slow-release urea and molasses on ruminal metabolism of lambs fed with low-quality tropical forage. *Small Ruminant Research* 116: 28-31.
- Mashayekhi M, Sari M, Erfani-majd N and Rezaei M, 2019. Effects of Dietary Slow Release Urea and Molasses on Growth Performance, Digestibility, Ruminal Fermentation and Carcass Traits of Fattening Lambs. *Iranian Journal of Animal Science Research* 11(3):273-91. (In Persian).
- Miller-Cushon EK and DeVries TJ, 2017. Feed sorting in dairy cattle: Causes, consequences, and management. *Journal of Dairy Science* 100(5):4172-83.
- Muhammad AU, Xia CQ and Cao BH, 2016. Dietary forage concentration and particle size affect sorting, feeding behaviour, intake and growth of Chinese holstein male calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 100(2):217-223.
- Ørskov ER, 1992. *Protein Nutrition in Ruminants*, 2nd ed. Academic Press, New York.
- Ortiz-Rubio MA, Ørskov ER, Milne J and Galina HM, 2007. Effect of different sources of nitrogen on in situ degradability and feed intake of Zebu cattle fed sugarcane tops (*Saccharum officinarum*). *Animal Feed Science and Technology* 139(3-4):143-158.
- Preston TR and Leng RA, 1987. *Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics*. Penambul Books.
- Salisbury MW, Krehbiel CR, Ross TT, Schultz CL, Melton LL, 2004. Effects of supplemental protein type on intake, nitrogen balance, and site, and extent of digestion in whiteface wethers consuming low-quality grass hay. *Journal of Animal Science* 82(12):3567-76.
- Sari M, Monjezi Y and Anoosheh SF, 2018. Dietary concentrate level affects the feed sorting behaviour of lambs. *Journal of animal physiology and animal nutrition* 102(4):892-900.
- Satter LD and Roffler RE, 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 58:1219-1237.
- Spanghero M, Mason F, Zanfi C and Nikulina A, 2017. Effect of diets differing in protein concentration (low vs medium) and nitrogen source (urea vs soybean meal) on in vitro rumen fermentation and on performance of finishing Italian Simmental bulls. *Livestock Science* 196:14-21.

- Swanson KC, Caton JS, Redmer DA, Burke VI, and Reynolds LP, 2000. Influence of undegraded intake protein on intake, digestion, serum hormones and metabolites, and nitrogen balance in sheep. *Small Ruminant Research* 35(3): 225-233.
- Valadares RF, Broderick GA, Valadares Filho SC and Clayton MK, 1999. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science* 82(12):2686-96.
- Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 74(10):3583-3597.
- Xin HS, Schaefer DM, Liu QP, Axe DE and Meng QX, 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-Australasian Journal of Animal Sciences* 23(4):491-500.

## Investigating the effects of increasing levels of slow-release urea on feed intake, nutrient digestibility and rumen microbial fermentation of ewe's fed low-quality forage

Kh Nimoniche<sup>1</sup>, M Sari<sup>\*2</sup> and T Mohammadabadi<sup>3</sup>

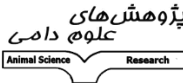

Received: February 6, 2021 Accepted: November 13, 2021

<sup>1</sup> M.Sc. Graduated Student, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup> Professor, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran

\*Corresponding author: Email: m.sari@asnruk.ac.ir

	<p>Journal of Animal Science/vol.32 No.4/ 2022/pp 119-132  <a href="https://animalscience.tabrizu.ac.ir">https://animalscience.tabrizu.ac.ir</a></p>	
<p>© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran          This is an open access article under the CC BY NC license (<a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/</a>)          DOI: 10.22034/AS.2021.13823</p>		

**Introduction:** Energy and protein sources are of prime importance for ruminants as they stimulate microorganisms in the rumen and enhance the productive functions of the animals. Many species of rumen microorganisms can use ammonia as a nitrogen source for their growth and formation of microbial biomass that is key to meet the amino acid needs of the host animal (Cherdthong and Wanapat. 2010). Because low-quality forages (<7% CP) are often limiting in protein, a positive relationship exists between ruminally degradable protein (RDP) supplementation and forage utilization (Bandyk et al. 2001). In contrast, it has been shown that forage intake did not affect mature ewes fed low-quality grass hay in response to increasing levels of supplemental RUP (Swanson et al. 2000). Similarly, Salisbury et al. (2004) reported no difference in roughage intake in wethers consuming low-quality hay supplemented with high or low RUP. However, those researchers suggested that RDP from forage could have been adequate to support ruminal fermentation. Urea is the main NPN source used in ruminants diets. However, there are still concerns regarding its use due to the rapid release of ammonia (NH<sub>3</sub>-N), which can be faster than its use by microorganisms for protein synthesis. The efficiency of protein synthesis from urea depends, among other factors, on energy availability in the rumen (Kertz 2010). Despite evidence of positive effects of RUP supplementation of fiber digestion, little information has been published observing the influence of slow-release urea (SRU) supplementation on the nutrient digestibility and DMI of ewe's fed by low-quality forage. Also, feed sorting behavior, that could be related to fiber digestibility in the rumen, has not been investigated in ruminant animals fed by increasing levels of slow-release coated urea. Therefore, the objective of this study was to determine how urea supplementation affects feed intake, nutrient digestibility, ruminal NH<sub>3</sub>-N, blood urea nitrogen concentration and feed sorting behavior in ewes.

**Material and methods:** A total of 28 Arabian ewes (40±2 kg live weight) were used in a completely randomized design with four treatments for 60 days. Experimental diets included 1- control (no urea), 2- 1.2% conventional urea, 3- mixture of conventional and coated urea (Optigen<sup>®</sup>) (50:50 mixture; 0.6% and 0.675% ration DM respectively), and 4- coated urea (1.35% ration DM). Ewes were housed individually in pens (1.3 m×1.5 m) in an open shed building and were allowed ad libitum access to

feed and water throughout the trial. All diets contained 60% forage (wheat straw) and 40% concentrate (60: 40; forage: concentrate). The ingredients and chemical composition of the rations fed to ewes are shown in Table 1. The ewes were fed the total mixed rations ad libitum twice daily at 0800 h and 1700 h and had free access to fresh water at all times. Feed offered and refusal of each lamb were recorded daily. Digestibility was measured by the total collection of feces during a 5-d period. Samples of ruminal fluid were collected from each ewe 0 (before morning feeding), 3, 6 and 9 h post-feeding using a stomach tube attached to an Erlenmeyer flask and vacuum pump. The first 50 ml of collected rumen fluid was discarded to avoid saliva contamination. The remaining was filtered through four layers of cheesecloth. Rumen fluid pH was measured using a portable pH meter. Blood samples were taken from each lamb at the same time as ruminal fluid sampling by venipuncture of the jugular vein in 10-mL tubes treated with sodium heparin. Samples were centrifuged in a refrigerated centrifuge at  $850 \times g$  for 30 min within 30 min of sampling, and the plasma was frozen at  $-20^\circ\text{C}$  until used. The sorting index was calculated as the ratio of actual intake to the expected intake of particles retained on each sieve of the PSPS (Leonardi and Armentano 2003). The predicted intake of an individual fraction was calculated as the product of the DMI of the total diet multiplied by the DM percentage of that fraction in the fed TMR. A sorting index of 100,  $>100$  and  $<100$  indicated no sorting, sorting for, and sorting against respectively. Data were analyzed using a GLM procedure of SAS 9.2 (SAS Institute, Inc., Cary, NC). Comparisons between treatments were completed with Tukey's test. Treatment effects were declared significant at  $P \leq 0.05$ .

**Results and discussion:** The results showed that the experimental treatments had no significant effect on intake of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. Crude protein intake was lower in the control treatment relative to the other treatments ( $P < 0.05$ ). This finding was expected urea-containing diets designed to have higher CP content. Apparent digestibility of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber was not affected by the treatments. Apparent digestibility of organic matter increased in animals who received coated urea relative to the control treatment ( $P < 0.05$ ). The ruminal pH of ewes was not affected by dietary treatments before morning feeding and 9 hours post-feeding. An increase in rumen pH was observed in coated urea treatment relative to the control group, 3 and 6 hours post-feeding ( $P < 0.05$ ). Animals fed coated urea also had higher rumen pH compared to those fed common urea and a mixture of coated urea and common urea ( $P < 0.05$ ). Rumen ammonia nitrogen concentrations were higher in all urea-containing treatments compared to the control treatment, 3 hours post-feeding ( $P = 0.002$ ). At 9 hours post feeding, coated urea treatment had higher ammonia nitrogen concentration than common urea and mixture of coated urea and common urea treatments and lowest concentration observed in the control treatment ( $P = 0.009$ ). Blood urea nitrogen was also higher in 3 and 6 hours post feeding in all urea-containing treatments than the control treatment ( $P < 0.05$ ). Ewes fed a mixture of conventional and coated urea sorted in favor of medium particles relative to other treatments ( $P = 0.03$ ). Regardless of treatments ewes sorted against the longest ration particles ( $>19$  mm) and sorted for fine particles ( $<4$  mm) dietary particles.

**Conclusion:** Results of this study showed that increasing levels of coated urea in diets containing low-quality forage had the potential to keep higher rumen ammonia nitrogen concentration for a longer period, but this increase didn't have a positive effect on nutrients digestibility compared to conventional urea.

**Keywords:** Ammonia nitrogen, Coated urea, Feed sorting, Fiber digestibility, Straw