



دانشگاه گلستان

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد اول، شماره دوم، ۱۳۹۲

<http://ejrr.gau.ac.ir>

تأثیر اندازه ذرات یونجه و کنجاله کانولای تیمار شده با اسید هیدروکلریک روی موثر بودن فیزیکی، مصرف، قابلیت هضم و رفتار جویدن در گوسفند زل

* سبجان گلچین گله دونی^۱، اسد... تیموری یانسری^۲ و لیلا خلوتی^۳

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، آستادیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ^۲ دانش آموخته کشاورزی، دانشکده علوم باغی، دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۲/۱۲

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثرات اندازه ذرات یونجه و تیمار کنجاله کانولا با اسید هیدروکلریک (با خلوص ۳۸ درصد و در سطح ۵ درصد) روی مؤثر بودن فیزیکی، مصرف خوراک، قابلیت هضم ظاهری در کل لوله گوارشی مواد مغذی جیره و رفتار جویدن در گوسفند زل اجرا شد. چهار رأس گوسفند دارای فیستولای شکمبه ای با جیره کاملاً مخلوط (TMR) تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی شامل موارد زیر بودند: (۱) کنجاله کانولای تیمار شده و یونجه بلند (۲) کنجاله کانولای تیمار شده و پودر یونجه (۳) کنجاله کانولای تیمار نشده و یونجه بلند (۴) کنجاله کانولای تیمار نشده و پودر یونجه. داده‌های به دست آمده از آزمایش در قالب طرح مربع لاتین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. توزیع اندازه ذرات ماده خشک به وسیله سیستم جدا کننده ذرات پنسیلوانیا (PSPS) تعیین شد و برای تقسیم بندی اجزاء خوراکی و جیره کاملاً مخلوط به صورت ذرات بلند (بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر)، متوسط (بین ۱۹ و ۸ میلی‌متر) و کوچک (بین ۸ و ۱/۱۸ میلی‌متر) مورد استفاده قرار گرفت. طبق نتایج آزمایش، کاهش اندازه ذرات، مصرف روزانه الیاف نامحلول در شوینده ختشی (NDF) را افزایش ($P < 0.05$) و درصد الیاف نامحلول در شوینده ختشی مؤثر فیزیکی (peNDF) را کاهش داد ($P < 0.05$)، در حالی که

* مسئول مکاتبه: sobhan_1363@yahoo.com

تیمار کنجاله کانولا اثری روی آنها نداشت ($P > 0/05$). کاهش اندازه ذرات مصرف ماده خشک را افزایش داد و سبب کاهش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و ماده آلی شد ($P < 0/05$). تیمار کنجاله کانولا مصرف ماده خشک را کاهش داد اما سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین خام شد ($P > 0/05$). کاهش اندازه ذرات و تیمار کنجاله کانولا سبب کاهش کل فعالیت جویدن، نشخوار و زمان خوراک خوردن شد ($P < 0/05$). این مطالعه نشان داد که کاهش اندازه ذرات علوفه مؤثرترین عامل روی مصرف ماده خشک (DMI) و رفتار جویدن بود ($P < 0/05$).

واژه‌های کلیدی: کنجاله کانولا، فیبر موثر فیزیکی، اندازه ذرات یونجه، فیستولای شکمبه‌ای

مقدمه

مصرف بهینه جیره‌ها توسط دام‌های نشخوارکننده به وسیله دو عامل اساسی ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی جیره تحت تأثیر قرار می‌گیرد (گلچین و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به اهمیت بالای نسبت علوفه به کنسانتره روی تولید در دام‌های نشخوارکننده، الیاف نامحلول در شوینده خنثی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار در تثبیت حد بالای نسبت علوفه به کنسانتره به‌کار رود (مرتنز، ۱۹۹۷). لیکن بیان فیبر به صورت الیاف نامحلول در شوینده خنثی فقط ماهیت شیمیایی آن را بیان می‌کند و ویژگی‌های فیزیکی فیبر نظیر تأثیر اندازه ذرات را در نظر نمی‌گیرد (مرتنز، ۱۹۹۷). اندازه ذرات به عنوان یکی از مهمترین ویژگی‌های فیزیکی به افزایش فعالیت جویدن، حفظ pH شکمبه، محیط بهینه شکمبه برای هضم و جلوگیری از ناهنجاری‌های متابولیکی کمک می‌کند (بوچمن و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین این معیار باید در اندازه‌گیری فیبر مورد نیاز نشخوارکنندگان مدنظر قرار گیرد (بوچمن و همکاران، ۲۰۰۸). نشان داده شده است که اندازه ذرات مسئول ۵۹ درصد از تغییرات اتفاق افتاده در میانگین زمان ماندگاری شکمبه‌ای ذرات خوراک در گوسفند می‌باشد (کاسکه و انگل‌هارد، ۱۹۹۰). بنابراین نیاز به معیاری از الیاف نامحلول در شوینده خنثی می‌باشد که علاوه بر بیان ماهیت شیمیایی، ویژگی‌های فیزیکی را نیز شامل شود. همچنین با گذشت زمان مفهوم الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی توسط مرتنز (۱۹۹۷) پیشنهاد شد که به‌عنوان یک ابزار کارآمد برای اندازه‌گیری مؤثر بودن ذرات جیره ای در نظر گرفته شده است. این معیار ویژگی شیمیایی فیبر یعنی الیاف نامحلول در شوینده خنثی را با ویژگی فیزیکی فیبر یعنی اندازه ذرات تلفیق می‌کند و بدین وسیله اطلاعاتی راجع

به اندازه ذرات و میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی شیمیایی جیره را به دست می‌دهد. این دو متغیر فعالیت جویدن و لایه‌بندی مواد هضمی در شکمبه و در نتیجه pH شکمبه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (مرتنز، ۱۹۹۷؛ زبلی و همکاران، ۲۰۰۸). غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی اجزاء خوراکی و یا جیره‌های کاملاً مخلوط به آسانی می‌توانند با استفاده از جدا کننده‌های ذرات پنسیلوانیا (کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۳) اندازه‌گیری شوند. لیکن نتایج به دست آمده از مطالعات قبلی انجام شده روی اثرات اندازه ذرات علوفه در نشخوارکنندگان دارای تناقض‌های زیادی می‌باشند. تعداد زیادی از مطالعات نشان داده‌اند که افزایش مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی فعالیت جویدن و pH شکمبه‌ای (بوچمن و یانگ، ۲۰۰۳)، و قابلیت هضم را افزایش می‌دهد (کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۳؛ تیموری و همکاران، ۲۰۰۴؛ یانگ و بوچمن، ۲۰۰۷). لیکن، برخی مطالعات هیچ اثر و یا هیچ اثر منفی از الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی را روی pH شکمبه (بوچمن و یانگ، ۲۰۰۵) و قابلیت هضم نشان ندادند. همچنین گزارشاتی وجود دارند که کاهش اندازه ذرات علوفه مصرف ماده خشک را افزایش داده (کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۳)، تحت تأثیر قرار نداده (بوچمن و یانگ، ۲۰۰۳)، و یا کاهش داده است (کروز و همکاران، ۲۰۰۳). بوچمن و یانگ (۲۰۰۵) نتیجه گرفتند که اثرات متغیر محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی جیره ای روی عملکرد شکمبه، هضم و میزان تولید در دام‌های نشخوارکننده به این دلیل است که محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی جیره‌ها می‌توانند با افزایش سهم علوفه جیره و یا با افزایش اندازه ذرات علوفه افزایش یابد.

کنجاله کانولا یک مکمل پروتئینی است که به آسانی قابل دسترس می‌باشد و به میزان گسترده‌ای در جیره‌های نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد به دلیل اینکه محتوای گلوکوزینولات و اسیداروسیک در منداب برای تشکیل کنجاله کانولا کاهش یافته است و عملکرد نشخوارکنندگان را محدود نمی‌کند، علاقه‌مندی‌ها برای استفاده از کنجاله کانولا افزایش یافته است (آهرنه و همکاران، ۱۹۸۶). با وجود اینکه کنجاله کانولا دارای یک الگوی اسید آمینه‌ای عالی است، یک منبع ضعیف از پروتئین قابل هضم غیرقابل تجزیه می‌باشد زیرا به میزان گسترده‌ای در شکمبه تجزیه می‌شود (کندال و همکاران، ۱۹۹۱). اما پروتئین میکروبی به تنهایی نمی‌تواند نیاز نشخوارکنندگان پر تولید را تأمین کند (کندال و همکاران، ۱۹۹۱). این تصور وجود دارد که فراهم کردن یک مکمل اسیدهای آمینه که منبع خوبی برای پروتئین قابل هضم غیر قابل تجزیه باشد و الگوی اسید آمینه‌ای پروتئین میکروبی را تکمیل

کند عملکرد دامها را افزایش می‌دهد یا مقدار پروتئین مورد نیاز را می‌کاهد (کندال و همکاران، ۱۹۹۱). مشخص شده است که اسید، محلول بودن پروتئین‌ها را به وسیله تغییرات ساختاری در پروتئین کنجاله کانولا کاهش می‌دهد (خراسانی و همکاران، ۱۹۹۳). در نتیجه، در معرض اسید قرار دادن کنجاله کانولا می‌تواند پروتئین قابل هضم غیر قابل تجزیه را افزایش دهد و به صورت بالقوه سهم این چنین پروتئینی را در پروتئین قابل متابولیسم افزایش دهد (خراسانی و همکاران، ۱۹۹۳).

پسچیدگی موجود بین مصرف خوراک، طبیعت کنسانتره و عمل تجزیه در شکمبه اغلب سبب مشکلاتی جهت تشخیص ویژگی‌های کمی اثرات اندازه ذرات علوفه در حضور منابع مختلف پروتئین و چربی می‌شود. به نظر می‌رسد که اکثر این مشکلات ناشی از اثرات این تیمارها روی تخمیر شکمبه‌ای، پایداری سقف شکمبه‌ای و در نهایت مؤثر بودن فیزیکی فیبر در جیره باشد. متأسفانه، هیچ مطالعه‌ای توسط نویسندگان در ارتباط با اثرات همزمان اندازه ذرات و پروتئین‌های تیمار شده با اسید روی مؤثر بودن فیزیکی، مصرف، قابلیت هضم و رفتار جویدن چه در گاو و چه در گوسفند یافت نشده است که از جنبه‌های جدید این مطالعه به شمار می‌رود.

بنابراین هدف از انجام این مطالعه تعیین اثرات اندازه ذرات علوفه یونجه (بلند و پودری) و تیمار کنجاله کانولا با اسید هیدروکلریدریک (تیمار نشده و تیمار شده) روی مؤثر بودن فیزیکی، قابلیت هضم جیره و رفتار خوراک خوردن در گوسفند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

دامها و جیره‌ها: این آزمایش در دامداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. ۴ رأس گوسفند نژاد زل با وزن 2 ± 30 کیلوگرم در یک آزمایش فاکتوریل با طرح پایه مربع لاتین مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور فراهم کردن اندازه ذرات مختلف، علوفه خشک یونجه به شکل آسیاب شده از یکی از کارخانجات خوراک دام شهرستان ساری خریداری شد که دارای اندازه ذرات تقریباً ۱-۲ میلی‌متر بود. اندازه ذرات بلند علوفه خشک یونجه با استفاده از خرد کردن گیاه کامل یونجه خشک به اندازه ذرات ۱۰ الی ۱۵ میلی‌متری حاصل شدند. تیمارها شامل موارد زیر بودند: (۱) کنجاله کانولای تیمار شده و یونجه بلند، (۲) کنجاله کانولای تیمار شده و پودر یونجه، (۳) کنجاله کانولای تیمار نشده و یونجه بلند، (۴) کنجاله کانولای تیمار نشده و پودر یونجه. آزمایش شامل ۴ دوره ۲۹ روزه بود (سازگاری، ۱۴ روز؛ اندازه‌گیری مصرف خوراک و جمع‌آوری مدفوع، ۵ روز؛ اندازه‌گیری

رفتار جویدن، ۱ روز). هر کدام از ۴ گوسفند با فیستولای شکمبه‌ای مجهز و در قفس‌های انفرادی نگهداری شدند. یک جیره کاملاً مخلوط با استفاده از سیستم CNCPS گوسفند (۲۰۰۷) بر اساس احتیاط نگهداری فرموله شد و در اختیار دام‌های آزمایشی قرار گرفت (جدول ۱). آب و مکمل معدنی در طول آزمایش به صورت آزاد در دسترس گوسفندان قرار داشتند. جیره‌ها از نظر ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم مشابه بودند (جدول ۲)، اما از نظر اندازه ذرات و میانگین هندسی ذرات تفاوت داشتند. ارائه روزانه خوراک در دو وعده در ساعات ۰۹:۰۰ و ۲۱:۰۰ انجام شد. قبل از خوراک دهی، تمام اجزاء خوراکی به طور کامل با دست مخلوط شدند. کنجاله کانولا با محلول اسید هیدروکلریک تجاری با خلوص ۳۸ درصد در سطح ۵ درصد با استفاده از روش اسپری کردن تیمار شد. بعد از هوا خشک شدن، کنجاله کانولای تیمار شده در آن تحت خلاء در ۵۵ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت خشک شد (چمبرلین و کوئیگ، ۱۹۸۷). کنجاله‌های کانولای تیمار نشده با آب مقطر تیمار شدند و سپس در ۵۵ درجه سانتی‌گراد در طول ۲۴ ساعت در آن خشک شدند (چمبرلین و کوئیگ، ۱۹۸۷). تمام نمونه‌ها با استفاده از الک ۲ میلی‌متری الک شدند. اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی در نمونه‌های گیاهی پس از آسیاب و الک کردن با قطر منافذ ۱ میلی‌متر انجام شد. میزان ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر به روش AOAC (۲۰۰۲) و فیبر نامحلول در شوینده خنثی به روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. انرژی قابل متابولیسم با استفاده از جدول تجزیه خوراک‌ها (AFRC، ۱۹۹۲) محاسبه شد.

اندازه ذرات و فیبر مؤثر فیزیکی: توزیع ماده خشک اندازه ذرات به وسیله روش الک خشک پنسیلوانیا تعیین شد و برای تقسیم بندی اجزاء خوراکی و جیره کاملاً مخلوط به صورت ذرات بلند (بزرگ‌تر از ۱۹ میلی‌متر)، متوسط (بین ۱۹ و ۸ میلی‌متر) و کوچک (بین ۸ و ۱/۱۸ میلی‌متر) مورد استفاده قرار گرفت (جدول‌های ۳ و ۴). الک‌های قدیمی (لامرز و همکاران، ۱۹۹۶) و جدید (کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۲) پنسیلوانیا به منظور اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات مورد استفاده قرار گرفتند. میانگین هندسی و انحراف استاندارد میانگین هندسی مطابق با ASAE S424.1 محاسبه شدند (۲۰۰۲؛ جدول ۳). محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی تمام مواد باقی‌مانده روی الک‌های پنسیلوانیا اندازه‌گیری شدند (کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۲). با استفاده از دو سیستم الک کردن، مقادیر عامل مؤثر فیزیکی (pef) علوفه و جیره کاملاً مخلوط تعیین شدند. با استفاده از سیستم جدا کننده ذرات پنسیلوانیا، مقادیر عامل مؤثر فیزیکی به عنوان سهم ماده خشک باقی‌مانده روی الک‌های با منافذ ۱۹

میلی‌متر و صفحه انتهایی در سیستم پنسیلوانیای قدیم ($pef_{PSPSOriginal}$) و جدید ($pef_{PSPSNew}$) تعیین شد (جدول‌های ۳ و ۴). با ضرب کردن محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره کاملاً مخلوط در $pef_{PSPSNew}$ مقادیر $peNDF_{PSPSNew}$ جیره کاملاً مخلوط محاسبه شد. مقادیر $peNDF_{PSPSOriginal}$ با ضرب کردن محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی هر بخش روی هر الک در $pef_{PSPSOriginal}$ محاسبه شد (جدول‌های ۳ و ۴).

وزن بدن، مصرف، و قابلیت هضم: وزن بدن (BW) گوسفندان به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد (جدول ۵). مصرف ماده خشک به صورت روزانه برای تمام گوسفندان محاسبه شد (جدول ۵). نمونه‌های علوفه، جیره کاملاً مخلوط و باقی مانده‌های خوراکی جمع‌آوری و در ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس با آسیاب با الک ۱ میلی‌متر آسیاب شدند. کل مدفوع به مدت ۵ روز برای تمام گوسفندان آزمایشی جمع‌آوری شد. مدفوع‌های جمع شده هر گروه در ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و با آسیاب ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. مواد خوراکی، مدفوع و پس مانده‌های غذایی برای ماده خشک (DM)، ماده آلی (OM)، پروتئین خام (CP)، عصاره اتری (EE)، خاکستر (Ash) (در ۶۰۵ درجه سانتی‌گراد)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و عصاره عاری از نیتروژن (NFC) مورد ارزیابی قرار گرفتند و داده‌های به دست آمده تجزیه و تحلیل شدند (AOAC، ۲۰۰۲؛ جدول ۲). قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی جیره با استفاده از ترکیب شیمیایی TMR و مدفوع محاسبه شدند: (جدول ۵).

$$\text{ماده مغذی دفع شده از طریق مدفوع} - \text{ماده مغذی خورده شده} = \text{قابلیت هضم ظاهری} \\ \text{ماده مغذی خورده شده}$$

رفتار جویدن: فعالیت‌های خوردن و نشخوار کردن در حیوانات آزمایشی به صورت دیداری در مدت ۲۴ ساعت در هر دوره آزمایشی مورد نظارت قرار گرفتند (جدول ۶). فعالیت‌های خوردن و نشخوار کردن در فواصل ۵ دقیقه‌ای مورد نظارت قرار گرفتند و فرض شد که هر فعالیت برای ۵ دقیقه ادامه خواهد داشت (یعنی اگر در زمان صفر حیوان مشغول نشخوار کردن بود فرض بر این می‌شد که این فعالیت برای ۵ دقیقه آینده ادامه خواهد داشت) (تیموری و همکاران، ۲۰۰۴). کل زمان سپری شده برای جویدن از مجموع زمان صرف شده برای دو فعالیت خوردن و نشخوار کردن محاسبه شد (جدول ۶). از میانگین مصرف ماده خشک

سبحان گلچین گله دونی و همکاران

جدول ۲- ترکیب شیمیایی مواد خوراکی جیره، جیره کاملا مخلوط حاوی کنجاله کتانولای تیمار شده و تیمار نشده و دو اندازه متفاوت علوفه یونجه

ماده خشک	انرژی قابل متابولیسم	خاکستر	چربی خام	پروتئین خام	فیبر نامحلول در شوینده ختنی
واحد (بر اساس درصد ماده خشک)	مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک	درصد ماده خشک	درصد ماده خشک	درصد	درصد ماده خشک
اجزاء خوراکی					
کنجاله کتانولای تیمار شده	۲/۸۷	۷/۵۰	۳/۴۳	۳۵/۸۲	۲۵/۶۴
کنجاله کتانولای تیمار نشده	۲/۸۷	۷/۴۶	۳/۵۰	۳۵/۱۷	۲۵/۲۴
یونجه بلند	۲/۱۷	۱۲/۹۶	۳/۰۰	۲۳/۶۱	۴۸/۵۲
پودر یونجه	۲/۱۷	۱۲/۰۹	۳/۱۲	۲۳/۸۸	۴۸/۳۲
دانه جو	۳/۰۶	۲/۴۸	۲/۱	۱۲/۴	۱۸/۵
تفاله چغندر قند	۳/۰۳	۴/۳	۱/۵	۱۱	۳۹/۸
کاه گندم	۱/۴۵	۸/۷۹	۲/۱	۳/۶	۷۸/۷۸
جیره TMR حاوی کنجاله کتانولای تیمار شده و دو اندازه متفاوت علوفه یونجه					
بلند و تیمار شده	۱/۵۵	۶/۷	۲/۴۲	۱۷/۲۸	۴۲/۲
پودری و تیمار شده	۱/۵۵	۶/۴	۲/۶۵	۱۶/۹۴	۴۲/۶۰
بلند و تیمار نشده	۱/۵۵	۶/۷	۲/۲۴	۱۷/۹۵	۴۲/۵
پودری و تیمار نشده	۱/۵۵	۶/۹	۲/۴۶	۱۷/۶۱	۴۲/۱۲

نتایج مربوط به توزیع اندازه ذرات، میانگین هندسی و فاکتور مؤثر فیزیکی جیره‌های کاملاً مخلوط در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. با کاهش مقدار میانگین هندسی اندازه ذرات علوفه یونجه و جیره کاملاً مخلوط، میزان انحراف استاندارد میانگین هندسی اندازه ذرات کاهش یافت. این نتایج مشابه نتایج به دست آمده توسط کونوناف (۲۰۰۲) می‌باشند. مقادیر $\text{pefPSPS}_{\text{original}}$ و $\text{pefPSPS}_{\text{new}}$ علوفه یونجه پودری و بلند و تیمارهای حاوی یونجه بلند و پودری در سیستم‌های مختلف متفاوت بودند.

پژوهش در نشخوارکنندگان (۱)، شماره (۲) ۱۳۹۲

(جداول ۳ و ۴). صرف نظر از روش‌ها و سیستم ارزیابی، با کاهش یافتن میانگین هندسی اندازه ذرات یونجه، مقادیر فاکتور مؤثر فیزیکی کاهش یافت و این مقادیر اندازه ذرات یونجه را منعکس کردند. با استفاده از سیستم جدا کننده ذرات پنسیلوانیا قدیم در مقایسه با سیستم فاکتور مؤثر فیزیکی جدید، مقادیر $pef_{PSPSOriginal}$ تخمین کمتری از مقادیر فاکتور مؤثر فیزیکی یونجه و جیره کاملا مخلوط داشتند (جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۳- توزیع اندازه ذرات (درصد ماده خشک) جیره کاملا مخلوط و دو اندازه ذره مختلف علوفه یونجه (جداکننده اندازه ذرات پنسیلوانیا قدیم، $PSPSOriginal$).

$peNDF_{PSPSOriginal}^3$	$Pef_{PSPSOriginal}^2$	انحراف استاندارد GM	GM^1	صفحه انتهایی	۸mm	۱۹mm	جیره کاملا مخلوط
۹/۲۲ ^a	۲۱/۳۵	۲/۲۱	۱۰/۶۶	۷۸/۶ ^b	۱۶/۴۷ ^a	۴/۸۸ ^a	بلندو تیمار شده
۳/۷۴ ^b	۸/۷۸	۱/۹۰	۹/۵۶	۹۱/۲۲ ^a	۸/۳ ^b	۰/۴۸ ^b	پودری و تیمار شده
۹/۲۲ ^a	۲۱/۳۵	۲/۲۱	۱۰/۶۶	۷۸/۶ ^b	۱۶/۴۷ ^a	۴/۸۸ ^a	بلندو تیمار نشده
۳/۷۴ ^b	۸/۷۸	۱/۹۰	۹/۵۶	۹۱/۲۲ ^a	۸/۳ ^b	۰/۴۸ ^b	پودری و تیمار نشده
۰/۳۵	۱/۹۴			۱/۹۴	۱/۱۲	۰/۲۴	انحراف استاندارد
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱			۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	از میانگین احتمال معنی داری

^{a, b} میانگین‌ها در هر دیف با حروف متفاوت از لحاظ آماری با هم متفاوتند ($P < 0.05$). GM^1 ، میانگین هندسی اندازه ذرات (mm)؛ ^۲ فاکتور مؤثر فیزیکی بر اساس ماده خشک باقی مانده روی الک‌های ۱۹ و ۸ میلی‌متر؛ ^۳ به‌دست آمده از ضرب کردن مقدار $pef_{PSPSOriginal}$ در الیاف نامحلول در شوینده خشی مواد خوراکی باقی مانده روی الک‌های ۱۹ و ۸ میلی‌متر.

سبحان گلچین گله دونی و همکاران

جدول ۴- توزیع اندازه ذرات (درصد ماده خشک) جیره کاملاً مخلوط و دو اندازه ذره مختلف علوفه یونجه (جداکننده اندازه ذرات پنسیلوانیای جدید، PPSnew)

peNDF _{PPSnew} ^۲	Pef _{PPSnew} ^۲	انحراف استاندارد		صفحه انتهایی	۱/۱mm	۸mm	۱۹mm	مواد خوراکی و جیره کاملاً مخلوط
		GM	GM'					
۳۵/۳۸ ^a	۸۱/۹	۳/۰۲	۱۳/۳۰	۱۸/۱ ^b	۶۰/۵۵ ^a	۱۶/۴۷ ^a	۴/۸۸ ^a	بلند و تیمار شده
۲۷/۲۳ ^b	۶۳/۷۸ ^b	۱/۷۴	۸/۰۷	۳۶/۲۳ ^a	۵۵ ^b	۸/۳ ^b	۰/۴۸ ^b	پودری و تیمار شده
۳۵/۳۸ ^a	۸۱/۹ ^a	۳/۰۲	۱۳/۳۰	۱۸/۱ ^b	۶۰/۵۵ ^a	۱۶/۴۷ ^a	۴/۸۸ ^a	بلند و تیمار نشده
۲۷/۲۳ ^b	۶۳/۷۸ ^b	۱/۷۴	۸/۰۷	۳۶/۲۳ ^a	۵۵ ^b	۸/۳ ^b	۰/۴۸ ^b	پودری و تیمار نشده
۰/۶۱	۳/۳۰			۳/۳۰	۳/۸۰	۱/۱۲	۰/۲۴	انحراف استاندارد از میانگین
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱			۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	احتمال معنی داری

GM^۱، میانگین هندسی اندازه ذرات (mm)؛ فاکتور مؤثر فیزیکی بر اساس ماده خشک باقی مانده روی الک‌های ۱۹ و ۸ میلی متر؛ ^۳به دست آمده از ضرب کردن مقدار Pef_{PPSnew} در الیاف نامحلول در شوینده خشی مواد خوراکی باقی مانده روی الک‌های ۱۹ و ۸ میلی متر.

وزن بدن، مصرف و قابلیت هضم: گوسفندان دارای وزن اولیه مشابهی بودند، اما کاهش اندازه ذرات و تیمار کنجاله کانولا با اسید، سبب افزایش بیشتر وزن بدن گوسفندان در مقایسه با سایر تیمارها شد (جدول ۵). مقدار افزایش وزن در تیمارهای حاوی پودر یونجه و کنجاله کانولای تیمار شده در مقایسه با تیمارهای حاوی یونجه بلند و کنجاله کانولای تیمار نشده بالاتر بود (P=۰/۰۰۰۱؛ جدول ۵). هیچ اثر متقابلی بین اندازه ذرات و سطح اسید مصرفی جهت تیمار کنجاله کانولا در تغییرات وزن بدن مشاهده نشد. با کاهش یافتن اندازه ذرات، مصرف ماده خشک و متعاقب آن مصرف روزانه ماده آلی،

الیاف نامحلول در شوینده خنثی، پروتئین خام، کربوهیدرات غیر فیبری، چربی خام افزایش یافت (جدول ۴). هیچ اثر متقابلی بین اندازه ذرات و سطح اسید مصرفی جهت تیمار کنجاله کانولا بر مصرف به جز برای خاکستر مشاهده نشد ($P=0/0001$). صرف نظر از سیستم مؤثر، با کاهش یافتن اندازه ذرات، مصرف روزانه الیاف نامحلول در شوینده خنثی افزایش یافت، اما مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی مربوطه (درصدی از مصرف ماده خشک) و مصرف روزانه الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی (کیلوگرم) کاهش یافت (جدول ۵)؛ این امر می‌تواند ناشی از افزایش مصرف ماده خشک باشد. کاهش اندازه ذرات هیچ اثری روی قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، کربوهیدرات غیر فیبری، پروتئین خام، یا چربی خام نداشت، لیکن قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر را کاهش داد (جدول ۵). تغذیه کنجاله کانولای تیمار شده به گوسفندان قابلیت هضم پروتئین خام و ماده آلی را افزایش داد و هیچ اثری بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی مشاهده نشد. هیچ اثر متقابلی بین اندازه ذرات و سطح اسید مصرفی جهت تیمار کنجاله کانولا بر قابلیت هضم مشاهده نشد.

رفتار جویدن: کاهش اندازه ذرات یونجه و تیمار کنجاله کانولا با اسید سبب کاهش زمان صرف شده برای خوردن، نشخوار، و کل فعالیت جویدن شد (جدول ۶). کاهش میانگین هندسی اندازه ذرات جیره‌های کاملاً مخلوط از ۱۳/۳ در تیمارهای حاوی یونجه بلند به ۸/۷ (۳۴/۵۹ درصد کاهش) در تیمارهای حاوی پودر یونجه سبب کاهش ۳۰/۱ و ۳۱/۲ درصدی در زمان مصرف خوراک به ترتیب در تیمارهای حاوی پودر یونجه و کنجاله کانولای تیمار شده، و پودر یونجه و کنجاله کانولای تیمار نشده شدند (جدول‌های ۲، ۳ و ۶). هنگامی که زمان صرف شده برای خوردن به صورت مصرف در هر روز (کیلوگرم) برای ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، $peNDF_{PSPS_{Original}}$ ، $peNDF_{PSPS_{New}}$ و کربوهیدرات غیر فیبری بیان شد، کاهش اندازه ذرات یونجه و تیمار کردن کنجاله کانولا با اسید هیدروکلریک سبب شد تا زمان صرف شده برای تمام ترکیبات جیره کاهش یابد (جدول ۶).

سبحان گلچین گله دونی و همکاران

جدول ۵- وزن بدن، مقدار مصرف مواد مغذی در گوسفندان تغذیه شده با جیره کاملاً مخلوط شامل کنجاله کانولای تیمار شده و تیمار نشده و دو اندازه ذره متفاوت علوفه یونجه.

اثرات ^a			تیمارها						
اندازه ذرات	سطح اسید	اندازه ذرات	P-value	SEM	پودری و	بلند و	پودری و	بلند و	
x سطح اسید	(درصد)	(میلی متر)			تیمار نشده	تیمار شده	تیمار شده	تیمار شده	
۰/۸۲	۰/۳۹	۰/۷	۰/۲	۹/۱۲	۲۹ ^a	۲۷/۵ ^c	۲۸ ^b	۲۶ ^d	وزن بدن (کیلوگرم)
۰/۷۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۱/۵۷	+۰/۰۵۸ ^b	+۰/۰۳۶ ^d	+۰/۰۷۱ ^a	+۰/۰۴۳ ^c	تغییرات وزن بدن (کیلوگرم در روز)
۰/۴۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۳۷	۱/۳۷ ^a	۱/۲۶ ^b	۱/۳۳ ^a	۱/۲۵ ^b	مصرف (کیلوگرم در روز)
۰/۷۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۳۴	۱/۱۱ ^a	۱/۰۲ ^b	۱/۰۹ ^a	۱/۰۳ ^b	ماده خشک
۰/۶۳	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲۰۳	۰/۱۲	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۴	ماده آلی
۰/۴۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۶	۰/۰۷	۰/۰۷ ^b	۰/۱۷ ^a	۰/۰۷ ^b	۰/۱۷ ^a	الیاف نامحلول در شوینده
۰/۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲	۰/۵۶ ^b	۰/۶۵ ^a	۰/۵۴ ^b	۰/۶۶ ^a	ختی
۰/۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۷	۰/۲۴ ^a	۰/۲۲ ^{ab}	۰/۲۲ ^{ab}	۰/۲۱ ^b	پروتئین خام
					مصرف الیاف نامحلول در شوینده ختنی مؤثر فیزیکی (درصد ماده خشک)				
۰/۷۳	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸	۰/۰۱۹۹	۲/۸۳	۹/۵۹ ^b	۲۱/۴۲ ^a	۹/۲۴ ^b	۲۱/۲۵ ^a	peNDF _{PSPSOriginal} ^۱
۰/۲	۰/۰۰۱	۰/۷۰	۰/۵۲۲۳	۳/۹۸	۷۶/۷۲	۸۱/۹	۶۹/۹۶	۸۲/۵	peNDF _{PSPSNew} ^۲
					قابلیت هضم (درصد)				
۰/۴۸	۰/۶۵	۰/۶۶	۰/۳۸۸۰	۳/۴۷	۶۶/۴۲	۶۵/۰۷	۶۶/۱۶	۶۵/۶	ماده خشک
۰/۳۱	۰/۰۰۶	۰/۳۵	۰/۰۰۰۱	۰/۶۵۲۸	۸۵/۱۳ ^b	۸۶/۲۷ ^b	۸۶/۵۱ ^b	۸۷/۲۳ ^a	ماده آلی
۰/۸۲	۰/۷	۰/۰۵۱	۰/۰۰۰۳	۵/۷۶	۵۱/۷ ^b	۵۳/۵۷ ^a	۵۱/۷ ^b	۵۳/۷ ^a	الیاف نامحلول در شوینده
۰/۷۷	۰/۰۰۱	۰/۱۶	۰/۰۰۰۱	۱/۳۴	۷۵/۸۳ ^c	۷۶/۸۰ ^{bc}	۷۸/۶۳ ^{ab}	۷۹/۵۲ ^a	ختی
					پروتئین خام				
۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۵۱	۰/۰۰۵۸۵	۱/۷۴	۸۲/۶۱ ^a	۷۳ ^c	۸۱/۴۶ ^{ab}	۷۹/۱۶ ^b	مصرف الیاف نامحلول در
					شوینده ختنی مؤثر فیزیکی				
					(ماده خشک)				
۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۰۵۹۳	۱/۰۴	۷۶ ^a	۷۳ ^a	۷۱/۴۲ ^b	۶۹/۶۶ ^b	peNDF _{PSPSOriginal} ^۱
۰/۴	۰/۰۰۱	۰/۰۳۹	۰/۰۴۸۲	۷/۲۶	۶۱ ^a	۶۳ ^a	۴۸/۲۳ ^b	۵۰ ^b	peNDF _{PSPSNew} ^۲

^{a, b, c, d} میانگین‌ها در هر دیف با حروف متفاوت از لحاظ آماری با هم متفاوتند ($P < 0.05$); اثرات اصلی و متقابل اندازه ذرات و سطح اسید؛ ^۱ NDF مؤثر فیزیکی تعیین شده به صورت سهم ماده خشک باقی مانده روی الک‌های قدیم سیستم جدا کننده ذرات پنسیلوانیا؛ ^۲ الیاف نامحلول در شوینده ختنی مؤثر فیزیکی تعیین شده به صورت سهم ماده خشک باقی مانده روی الک‌های جدید سیستم جدا کننده ذرات پنسیلوانیا.

زمان نشخوار کردن برای تیمارهای حاوی پودر یونجه و کنجاله کانولای تیمار شده و پودر یونجه و کنجاله کانولای تیمار نشده نسبت به تیمارهای حاوی یونجه بلند به ترتیب ۳۹/۲ و ۳۳/۱٪ کمتر بود (جدول ۶). در این آزمایش، کاهش اندازه ذرات زمان صرف شده برای نشخوار کردن را کاهش داد (جدول ۶). به علاوه، با کاهش زمان صرف شده برای نشخوار کردن هضم شکمبه‌ای بخش فیبر نیز کاهش را نشان داده است (جدول‌های ۵ و ۶). کاهش اندازه ذرات یونجه و تیمار کنجاله کانولا با اسید، کل فعالیت جویدن را کاهش داد (جدول ۶). در تیمارهای حاوی پودر یونجه در مقایسه با تیمارهای حاوی یونجه بلند، کل فعالیت جویدن به ترتیب ۳۲/۶ و ۳۲/۶٪ کمتر بود. کاهش اندازه ذرات یونجه و تیمار کنجاله کانولا با اسید، نشخوار و فعالیت جویدن را به ازای مصرف روزانه (کیلوگرم) ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، $peNDF_{PSPS_{original}}$ ، $peNDF_{PSPS_{new}}$ و کربوهیدرات غیر فیبری کاهش داد (جدول ۶).

بحث

روش‌های مختلفی برای تعیین اندازه ذرات خوراک و جیره کاملاً مخلوط وجود دارد و این روش‌ها از نظر طرح و تعداد الک‌های مورد استفاده متفاوت می‌باشند (کونوناف، ۲۰۰۳). استفاده از تعداد بیشتر الک میزان دقت تعیین میانگین اندازه ذرات را افزایش می‌دهد (کونوناف، ۲۰۰۳). اگرچه داشتن توزیع دقیق از محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی ممکن است مفیدتر باشد، لیکن با افزایش تعداد الک‌های مورد استفاده تجزیه و تحلیل ترکیبات شیمیایی و فیزیکی گران تر و مشکل‌تر خواهد شد. یانگ و بوچمن (یانگ و بوچمن، ۲۰۰۷)، قبلاً این موضوع را مورد بحث قرار داده اند که الک‌های پنسیلوانیای جدید با ۳ الک ممکن است برای تعیین فاکتور مؤثر فیزیکی برخی علوفه‌ها و به خصوص سیلاژ مناسب نباشند. زمانی که یک الک ۱/۱۸ میلی متری به سیستم جدا کننده ذرات پنسیلوانیا اضافه شد، کونوناف و هینریچز (۲۰۰۳) هیچ اختلاف معنی داری را در اندازه $pef_{PSPS_{new}}$ به دست آمده از ذرات بلند (۲۳/۳ میلی‌متر) و کوتاه (۴/۸ میلی‌متر) سیلاژ یونجه گزارش نکردند، اما تیموری و همکاران (۲۰۰۴) تفاوت‌های بارزی را در $pef_{PSPS_{new}}$ سه اندازه ذره از یونجه را نشان دادند. توزیع اندازه ذرات جیره‌ها، مقدار میانگین هندسی ذرات خوراک، انحراف استاندارد میانگین هندسی ذرات، فاکتور مؤثر فیزیکی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی تعیین کننده شکل و تغییرات در توزیع اندازه ذرات در جیره می‌باشند. سیستم $PSPS_{new}$ در مقایسه با سیستم

PSPS_{original} مقادیر بالاتری از فاکتور مؤثر فیزیکی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی را تخمین زد که به دلیل باقی ماندن مواد روی الک ۱/۱۸ میلی متری در سیستم جدید می‌باشد.

مفهوم فاکتور مؤثر فیزیکی به عنوان روشی برای مشارکت دادن اندازه ذرات جیره‌ای در محتوای کل الیاف نامحلول در شوینده خنثی شیمیایی جیره و به منظور تخمین مؤثر بودن فیزیکی جیره پیشنهاد شد (مرتنز، ۱۹۹۷). فراهم کردن مقدار کافی از فیبر مؤثر فیزیکی در جیره‌های تغذیه شده به دام‌های نشخوارکننده به منظور نگهداری آن‌ها در شرایط سلامتی، فعالیت مناسب شکمبه و تولید چربی شیر ضروری به نظر می‌رسد. مؤثر بودن فیزیکی یک جیره می‌تواند به وسیله زمان صرف شده برای نشخوار آن جیره تعیین شود (مرتنز، ۱۹۹۷). نشان داده شده است که میانگین اندازه ذرات، معیاری مناسب برای مؤثر بودن فیزیکی حتی در زمانی است که جیره‌ها شامل میانگین یکسانی از اندازه ذرات اما توزیع متفاوتی از اندازه ذرات می‌باشند (لئوناردی و آرماتانو، ۲۰۰۳). اگرچه آزمایشات کمی برای بررسی اثرات جیره‌های تغذیه شده با الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی متفاوت روی کل فعالیت جویدن انجام شده اند، مرتنز (۱۹۹۷) پیشنهاد داد که یک حداقل ۲۱ درصدی از الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی در جیره غذایی به منظور تحریک مناسب فعالیت جویدن و حفظ یک میانگین pH بزرگتر از ۶ در شکمبه مورد نیاز است.

خوراک‌های دارای اندازه ذرات بزرگتر معمولاً سبب ایجاد حس سیری بیشتری می‌شوند که به دلیل سرعت پایین تر عبور و محدود کردن خوراک مصرفی به دلیل کشیدگی دیواره شکمبه و تحریک گیرنده‌های کششی می‌باشد (آلن، ۲۰۰۰). در طول این زمان، پیشنهاد شده است که کاهش اندازه ذرات جیره می‌تواند به طور مثبتی مصرف خوراک را تحت تأثیر قرار دهد زیرا تراکم ذرات افزایش می‌یابد (آلن، ۲۰۰۰). افزایش اندازه ذرات جیره‌ای به دلیل اثر پرکنندگی علوفه‌ها سبب کاهش مصرف خوراک می‌شود (یانگ و بوچمن، ۲۰۰۷). مصرف ماده خشک اختیاری و فراهم کردن مواد مغذی می‌تواند به وسیله پر بودن شکمبه و عبور مواد هضمی از شکمبه محدود شود. زمانی که گوسفندان جیره‌های مکمل شده با کنجاله کانولای تیمار شده با اسید دریافت می‌کردند، مصرف پروتئین در نتیجه کاهش در مصرف ماده خشک کاهش یافت که ممکن است تعیین کننده افزایش غلظت پروتئین جیره‌ای باید باشد.

بژوهش در نشخوار کنندگان (۱)، شماره (۲) ۱۳۹۲

جدول ۶- رفتار جویدن گوسفندان تغذیه شده با جیره کاملاً مخلوط شامل کنجاله کتانولای تیمار شده و تیمار نشده و اندازه ذره متفاوت از یونجه

تیمارها										
اندازه ذرات × سطح اسید	سطح اسید	اندازه ذرات	P-value	SEM	تعداد تیمار تشدید بلند و پودی و	تعداد تیمار تشدید بلند و پودی و	تعداد تیمار تشدید بلند و پودی و	تعداد تیمار تشدید بلند و پودی و	تعداد تیمار تشدید بلند و پودی و	تعداد تیمار تشدید بلند و پودی و
۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۶	۱/۱۲۵	۱۴۱/۲۵ ^c	۲۰۵ ^a	۱۳۸/۷۵ ^a	۱۹۸/۷۵ ^a	خوردن (دقیقه در روز)	
۰/۰۷۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۳/۳۳	۴۱۱/۲۵ ^c	۶۱۵ ^a	۳۲۰ ^d	۵۲۷/۵۰ ^b	نشخوار (دقیقه در روز)	
۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۴/۷۹	۵۵۲/۵۰ ^c	۸۲۰ ^a	۴۸۸/۷۵ ^d	۷۲۶/۲۵ ^b	کل فعالیت جویدن (دقیقه در روز)	
رفتار جویدن به ازای هر ماده مغذی مختلف (دقیقه به ازای هر کیلوگرم)										
خوردن (دقیقه به ازای هر کیلوگرم)										
۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳۵۷	۷/۴۶	۱۰۳/۰۹۸ ^c	۱۶۲/۷۶ ^a	۱۲۶/۸۷ ^b	۱۵۹/۰۰ ^a	مصرف ماده خشک	
۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۶	۴/۵۷	۲۴۷/۷۸ ^c	۳۷۲/۷۲ ^a	۳۰۱/۳۴ ^b	۳۶۸/۰۵ ^a	الیاف نامحلول در شونیده خشتی	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۴۳	۱/۹۲	۲۰۱۷/۰ ^b	۱۲۰۵/۸۸ ^c	۲۴۱۰/۷۱ ^a	۱۱۶۹/۱۱ ^c	peNDF _{pSPS} Original ^۱	
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۲۳۳۹	۲۵۲/۲۳ ^b	۳۱۵/۳۸ ^a	۳۱۲/۴۹ ^a	۳۰۱/۱۳ ^a	peNDF _{pSPS} Snew ^۲	
۰/۴۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳۸۰	۱/۰۰۵	۵۵۲/۰۸ ^a	۳۳۸/۴۱ ^b	۶۶۱/۲۹ ^a	۳۳۶/۳۰ ^b	کربوهیدرات غیر فیبری نشخوار (دقیقه به ازای هر کیلوگرم)	
۰/۵۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۱/۶۵	۳۰۰/۱۷ ^c	۴۸۸/۰۹ ^a	۲۴۰/۵۹ ^d	۴۲۲/۰۰ ^b	مصرف ماده خشک	
۰/۸۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۱۵۹۵	۷۰۹/۰۵ ^c	۱۱۱۸/۱۸ ^a	۵۷۱/۴۳ ^d	۹۷۶/۸۸ ^b	الیاف نامحلول در شونیده خشتی	
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲۱	۱/۴۴	۵۸۷۵ ^a	۳۶۱۷/۶۵ ^c	۴۵۷۱/۴۳ ^b	۳۱۰۲/۹۴ ^d	peNDF _{pSPS} Original ^۱	
۰/۳۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۴۸۶	۳/۵۱	۶۶۶/۸۷ ^c	۹۴۶/۱۵ ^a	۵۹۲/۵۸ ^c	۷۹۹/۲۴ ^b	peNDF _{pSPS} Snew ^۲	
۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۷۸	۰/۹۸۵	۱۴۶۵/۲۷ ^a	۷۸۰/۴۸ ^b	۱۹۸۳/۸۷ ^a	۹۷۹/۱۶ ^b	کربوهیدرات غیر فیبری کل فعالیت جویدن (دقیقه به ازای هر کیلوگرم)	
۰/۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۲	۴/۴۶	۴۰۳/۲۸ ^c	۶۵۰/۷۷ ^a	۳۶۷/۴۷ ^d	۵۸۱ ^b	مصرف ماده خشک	
۰/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۲	۲/۰۶	۹۵۲/۵۷ ^c	۱۴۹۰/۹۱ ^a	۸۷۲/۷۷ ^d	۱۳۴۴/۹۱ ^b	الیاف نامحلول در شونیده خشتی	
۰/۸۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۹۰	۰/۷۵۲۴	۷۸۹۲/۹ ^a	۴۸۲۳/۵ ^c	۶۹۸۲/۱ ^b	۴۲۷۴/۵ ^d	peNDF _{pSPS} Original ^۱	
۰/۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۸	۵/۱۶	۹۸۶/۵۹ ^b	۱۲۶۱/۵۴ ^a	۸۳۷/۵۹ ^c	۱۱۰۰/۳۸ ^b	peNDF _{pSPS} Snew ^۲	
۰/۷۳	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸	۰/۰۰۱۴۵	۱/۹۲۹	۱۳۱۵/۴۷ ^b	۲۶۴۵/۱۶ ^a	۱۱۹۲/۰۷ ^b	۲۰۱۷/۳۶ ^a	کربوهیدرات غیر فیبری	

^{a, b, c} میانگین‌ها در هر دیف با حروف متفاوت از لحاظ آماری با هم متفاوتند ($P < 0.05$)؛ ^a اثرات اصلی و متقابل اندازه ذرات و سطح اسید؛ ^۱ الیاف نامحلول در شونیده خشتی مؤثر فیزیکی تعیین شده به صورت سهم ماده خشک باقی مانده روی الک‌های قدیم سیستم جدا کننده ذرات پنسیلوانیا (۲۰)؛ ^۲ الیاف نامحلول در شونیده خشتی مؤثر فیزیکی تعیین شده به صورت سهم ماده خشک باقی مانده روی الک‌های جدید سیستم جدا کننده ذرات پنسیلوانیا.

ناشی از این حقیقت که تیمار کردن کنجاله کانولا با اسید هیدروکلریک سبب افزایش پروتئین عبوری از شکمبه به روده می‌شود، این امر به نوبه خود سبب کاهش پروتئین قابل دسترس برای میکروارگانیسم‌های موجود در شکمبه خواهد شد. بنابراین، با توجه به این موضوع که رشد باکتریایی در شکمبه تحریک نخواهد شد، تجزیه خوراک در شکمبه کاهش یافته، زمان ماندگاری خوراک در شکمبه افزایش می‌یابد و در نهایت مصرف ماده خشک کاهش خواهد یافت. این تصور وجود دارد که در سطوح پایین تولید، عمل بازچرخ اوره به شکمبه بتواند کمبود منبع ازت شکمبه ای را تامین کند و منابع ازت مورد نیاز برای میکروارگانیسم‌ها تأمین شود. ولی این بازچرخ اوره به شکمبه با افزایش یافتن تولید قادر به تأمین ازت کافی برای میکروب‌ها نخواهد بود و این ازت باید از طریق خوراک جبران شود. بنابراین اگرچه این آزمایش روی گوسفندان قرار داشته در وضعیت نگهداری از نظر تغذیه انجام شد ولی الگویی مناسب برای توضیح چگونگی رفتار کنجاله کانولا در دستگاه گوارش دام‌های نشخوارکننده و همچنین پیش‌بینی چگونگی تغذیه دام‌ها با افزایش یافتن سطح تولید و به تبع آن افزایش مصرف خوراک خواهد بود. کنجاله کانولا تیمار شده با اسید به ویژه در دام‌های پرتولید سبب فراهم کردن اسیدهای آمینه قابل متابولیسم در بخش روده به‌عنوان یک بخش بسیار فعال خواهد شد و در نهایت سبب افزایش تولید می‌شود، لیکن این نکته باید مورد توجه قرار گیرد که کمبود ایجاد شده در شکمبه از نظر منابع ازته (که بخشی از آن توسط بازچرخ اوره به شکمبه و سایر منابع دارای ازت جبران می‌شود) سبب صدمه زدن به شرایط پایدار شکمبه‌ای از نظر تجزیه و ساخت میکروبی نشود. بنابراین آزمایش‌هایی باید طراحی شوند که مشخص کنند با چه میزان تولید و چه مقدار تیمار اسید و همچنین چه میزان تأمین پروتئین جیره ای به همراه در نظر گرفتن بازچرخ اوره به شکمبه حداکثر پروتئین قابل متابولیسم به روده خواهد رسید و هضم شکمبه‌ای نیز شرایط پایدار خود را حفظ خواهد کرد. جیره‌هایی که دارای اندازه ذرات ریز بودند به میزان بیشتری توسط دام مصرف شدند. این جیره‌ها همچنین دارای تخمیرپذیری بالایی در شکمبه بودند که ناشی از افزایش سطح قابل دسترس ذرات ریزتر برای حمله میکروبی در آن‌ها بود. از طرف دیگر جیره‌هایی که دارای اندازه ذرات بلند بودند توسط دام به میزان کمتری مصرف شدند. با این وجود به دلیل اینکه فیبر موجود در علوفه یونجه که در این جیره‌ها وجود دارد دارای کیفیت بالایی بود، این امر می‌تواند توضیح دهنده قابلیت هضم کلی مشابه ماده خشک یا ماده آلی در این دو نوع جیره (جیره با اندازه ذرات بلند و جیره با اندازه ذرات ریز) باشد (جدول ۵). این نتایج در توافق با یافته‌های یانگ و بوچمن (۲۰۰۷) می‌باشد. این

محققین نیز گزارش کردند که قابلیت هضم کلی ماده خشک در جیره‌های دارای اندازه ذرات مختلف مشابه بود. اگرچه، زبلی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که افزایش اندازه ذرات علوفه زمانی که جیره‌ها شامل هر دو علوفه سیلاژ یونجه و سیلاژ جو بودند هضم فیبر را از ۴۷/۹ به ۴۴/۵ درصد کاهش داد. هضم فیبر در کل دستگاه گوارش هضم در شکمبه را منعکس می‌کند، اگرچه ممکن است به دلیل هضم پایین در شکمبه مقداری از هضم به بعد از شکمبه منتقل شود (یانگ و بوچمن، ۲۰۰۷). یافته‌های این مطالعه در تطابق با چندین مطالعه با جیره‌های بر پایه یونجه می‌باشد (تیموری و همکاران، ۲۰۰۴؛ یانگ و بوچمن، ۲۰۰۷) اما در تناقض با سایرین قرار دارد (کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۳). اختلافات موجود بین این مطالعات احتمالاً مربوط به این موضوع است که در یک سری از آن‌ها افزایش نسبت علوفه به کنسانتره و در سایرین افزایش اندازه ذرات علوفه، مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی را به طریقی افزایش می‌دهد که عملکرد شکمبه و در نتیجه هضم فیبر را بهبود می‌دهد (تیموری و همکاران، ۲۰۰۴). به دلیل اینکه اسیدهای آمینه و پپتیدها رشد میکروبی را تحریک می‌کنند، تمایل پروتئین خام محلول برای رفتن به مخزن بالقوه قابل هضم و غیر قابل تجزیه بعد از تیمار شدن با اسید ممکن است رشد باکتریایی را محدود کرده باشد (روکی و همکاران، ۱۹۸۳). بهبود پاسخ حیوانات در زمانی که پروتئین‌های با کیفیت بالای محافظت شده دریافت می‌کنند که به قسمت‌های پایین‌تر دستگاه گوارش می‌رسند از ترکیب دو اثر نتیجه می‌شود: کیفیت بالاتر اسیدهای آمینه و قابلیت هضم حقیقی بالاتر پروتئین‌های با کیفیت در مقایسه با پروتئین میکروبی شکمبه. تنها در حدود ۶۰-۷۰ درصد از نیتروژن در باکتری‌های شکمبه‌ای به شکل پروتئین حقیقی وجود دارند که دارای کیفیت بالایی هستند. مواد باقی‌مانده شامل اسیدهای نوکلئیک و پپتیدوگلیکان‌های غیر قابل هضم موجود در دیواره سلولی باکتری‌ها می‌باشند (روکی و همکاران، ۱۹۸۳). در نتیجه افزایش فرار پروتئین از تجزیه در شکمبه می‌تواند پروتئین قابل هضم و قابل دسترس برای دام‌ها را بیافزاید. یک تفسیر این است که پروتئین‌های به آرامی قابل تجزیه در شکمبه ممکن است کارآمدترین میکروب‌های شکمبه را به عنوان هضم کننده‌های فیبر تغذیه کنند و در نتیجه تولید میکروبی را بالا ببرند. زمانی که میکروب‌های موجود در شکمبه به وسیله فرار از شکمبه به بخش‌های بعدی دستگاه گوارش می‌روند، غلظت این موجودات ریز در شکمبه کاهش می‌یابد و همین عامل سبب تحریک رشد و تکثیر بیشتر در میکروب‌های شکمبه‌ای می‌شود و در نهایت راندمان تولید میکروبی افزایش می‌یابد. دلیل این امر را می‌توان به موارد زیر نسبت داد: ۱- انرژی صرف شده برای نگهداری میکروب‌ها در شکمبه کاهش

می‌باید و ۲- کاهش غلظت میکروب‌ها در شکمبه سبب تحریک رشد و تکثیر آن‌ها و در نهایت سبب افزایش راندمان رشد میکروبی می‌شود. لیکن، از طرف دیگر مقداری ماده آلی بالقوه قابل هضم به ویژه کربوهیدرات به میکروب‌هایی که از شکمبه فرار می‌کنند چسبیده می‌باشد و در نتیجه این ترکیبات بدون اینکه به صورت کامل هضم شوند شکمبه را ترک می‌کنند. نتیجه این عمل خستگی شدن افزایش اولیه راندمان رشد میکروبی است. به عبارت دیگر آنچه که مهم است رعایت دقیق نسبت نیتروژن قابل دسترس به ماده آلی (انرژی) قابل تخمیر در شکمبه می‌باشد. داده‌های آزمایشی به دست آمده از دانشگاه کرنل (اسنیفن و رایبسون ۲۰۰۳) نشان دادند که این قضاوت بیش از حد محافظه کارانه است. در این مطالعه و سایر گزارشات (یانگ و بوچمن، ۲۰۰۷؛ تیموری و همکاران، ۲۰۰۴؛ کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۳)، افزایش در فعالیت جویدن در نتیجه افزایش اندازه ذرات نتیجه ای مرکب از افزایش نشخوار و فعالیت‌های جویدن می‌باشد. پیشنهاد شده است که جیره‌های با اندازه ذرات نسبتاً بلند سادگی برداشت خوراک و جویدن را کاهش می‌دهند و بنابراین این جیره‌ها فعالیت خوردن و همچنین فعالیت نشخوار را افزایش می‌دهند. این یافته‌ها در تضاد با گزارشات یانگ و بوچمن (۲۰۰۶) می‌باشند که افزایش در کل فعالیت جویدن تنها در نتیجه افزایش فعالیت نشخوار بود. به علاوه، زمان جویدن به ازای هر واحد از ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده ختشی، یا $peNDF_{pspsnew}$ با افزایش اندازه ذرات افزایش یافت در حالی که زمان جویدن به ازای هر واحد از $peNDF_{pspsoriginal}$ با افزایش اندازه ذرات کاهش یافت. نتایج به دست آمده در تطابق با سایر نتایج می‌باشد (بوچمن و یانگ، ۲۰۰۵) که در آن‌ها با افزایش غلظت $peNDF_{pspsoriginal}$ جیره ای، یک کاهش خطی در فعالیت جویدن (دقیقه برای هر کیلوگرم از $peNDF_{pspsoriginal}$) و فعالیت نشخوار مشاهده شد. فعالیت جویدن بر اساس کل مصرف الیاف نامحلول در شوینده ختشی در تمام تیمارها در این مطالعه با سایر مطالعاتی که در آن‌ها علوفه یونجه استفاده شده بود مشابه بود (یانگ و بوچمن، ۲۰۰۶)، اگرچه منبع دانه، منبع الیاف نامحلول در شوینده ختشی، سهم الیاف نامحلول در شوینده ختشی از علوفه و اندازه ذرات علوفه در تمام مطالعات متفاوت بود. به هر حال، سایرین (کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۳) مشاهده کردند که وقتی جیره‌ها تنها از نظر اندازه ذرات علوفه متفاوت بودند فعالیت جویدن بر اساس مصرف الیاف نامحلول در شوینده ختشی افزایش یافت. به علاوه، زبلی و همکاران (۲۰۰۸) میانگین ۹۹ تیمار منتشر شده را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که مصرف الیاف نامحلول در شوینده ختشی به‌طور قابل اطمینانی نمی‌تواند طول زمان جویدن را تخمین بزند. زمان جویدن (دقیقه در کیلوگرم) اندازه گیری

شده با $peNDF_{pspsnew}$. نتایج سازگارتری را نسبت به زمان جویدن تخمین زده شده به وسیله $peNDF_{pspsoriginal}$ نشان می‌دهد. این نتایج موافق با یافته‌های دیگران می‌باشند (یانگ و بوچمن، ۲۰۰۷) که در آن‌ها زمانی که الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی به صورت $peNDF_{pspsnew}$ اندازه گیری می‌شد فعالیت جویدن (دقیقه در هر کیلوگرم از الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی) در بین جیره‌ها نسبتاً ثابت بود. سایر مطالعات تغییرات متوسطی را در میان جیره‌ها از نظر فعالیت جویدن هم بر اساس $peNDF_{pspsoriginal}$ و هم بر اساس $peNDF_{pspsoriginal}$ گزارش دادند (کونوناف و هینریچز، ۲۰۰۳). زمانی که درصد $peNDF_{pspsoriginal}$ (بوچمن و همکاران، ۲۰۰۸) افزایش یافت فعالیت جویدن و نشخوار کردن کاهش یافت، در حالی که با افزایش درصد $peNDF_{pspsnew}$ (زبلی و همکاران، ۲۰۰۸) در جیره‌ها فعالیت جویدن افزایش را نشان داد. بوچمن و همکاران (۲۰۰۶) تخمین زدند که در جیره‌های دارای محتوای پایین از لحاظ الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی، هر کیلوگرم افزایش الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی فعالیت جویدن را به میزان ۷ ساعت در روز بالا می‌برد؛ در جیره‌های حاوی مقادیر کافی از نظر الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی، هر کیلوگرم از الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی فعالیت جویدن را تنها ۲ ساعت در روز می‌افزاید. بنابراین، میزان مؤثر بودن الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی وابسته به جیره پایه می‌باشد. سیستم رایج موجود از الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی یک تخمین رضایت بخش را از فعالیت جویدن فراهم نمی‌کند (زبلی و همکاران، ۲۰۰۸) زیرا فعالیت جویدن (دقیقه در هر کیلوگرم از مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی یا الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی) در یک محدوده از مصرف ثابت نمی‌باشد. کنجاله کائولا دارای مقادیر زیادی الیاف خام است. لیگنین همراه با همی سلولز در کنجاله کائولا یک زمینه برای اتصال با سلولز ایجاد می‌نماید و هضم الیاف را توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه محدود کرده و احتمالاً بر رفتار جویدن جیره‌های حاوی کنجاله کائولا تیمار شده با اسید نیز اثرگذار است. پیوند میان لیگنین و سایر مواد مغذی در مجاورت اسید هیدرولیز می‌شود که تصور می‌شود همین امر در کاهش کل فعالیت جویدن جیره‌های حاوی کنجاله تیمار شده با اسید دخیل باشد (موریسون، ۱۹۸۹). به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که، کاهش اندازه ذرات، مقدار فاکتور مؤثر فیزیکی را در دو سیستم مؤثر کاهش داد. کاهش اندازه ذرات مقدار مصرف ماده خشک، و مصرف الیاف نامحلول در شوینده خنثی را افزایش داد اما سهم الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی را در جیره کاملاً مخلوط، قابلیت هضم

الیاف نامحلول در شوینده خنثی و خاکستر، کل فعالیت جویدن و زمان نشخوار را کاهش داد. نتایج حاصل از این آزمایش تأکید دارد که اندازه ذرات علوفه یا جیره کاملاً مخلوط می‌تواند فاکتور مؤثر فیزیکی را تحت تأثیر قرار دهد. علوفه یونجه به دلیل داشتن ویژگی‌های فیزیکی مناسب می‌تواند به عنوان یک منبع الیاف نامحلول در شوینده خنثی مؤثر فیزیکی مناسب در تولید یک سیستم تخمیری مناسب در شکمبه نشخوارکنندگان مطرح باشد. همچنین کنجاله کانولای تیمار شده با اسید هیدروکلریک هیچ اثر معنی‌داری بر مؤثر بودن فیزیکی یونجه نداشت. این امر ناشی از این حقیقت است که کنسانتره‌ها فاقد اندازه ذرات می‌باشند که مهمترین ویژگی در ارتباط با مؤثر بودن فیزیکی است. به هر حال، کنجاله کانولا دارای برخی اثرات روی هضم مواد مغذی و مصرف ماده خشک بود که به دلیل القاء تغییرات در متابولیسم شکمبه و روده ناشی از تجزیه پایین پروتئین آن در شکمبه و قابل دسترس شدن در روده می‌باشد. اگرچه، پژوهش‌های بیشتری نیاز است تا تعیین شود که چگونه تغییرات در اندازه ذرات علوفه و جیره کاملاً مخلوط و پروتئین تیمار شده با اسید شرایط شکمبه را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

منابع

1. AFRC. 1992. Technical Committee on Responses to Nutrients. Report No. 9. Nutritive Requirements of Ruminant Animals Protein. Nutrition Abstracts and Reviews, CAB International, Oxon. Series B. 62:787-835.
2. Association of Official Analytical Chemists., 2002. Official method of Analysis. Vol.1. 17th ed. AOAC, Arlington, VA. P: 120-155.
3. Aherne, F.X., Bowl, J.P., Robblee, A.R., Baidoo, S., Mathison, G. W., and Kenuelly, J.J. 1986. Use of canola meal in poultry and livestock diets in Canada. In: A.R. Baldwin (Ed.) Proc. World Conference on Emerging Technologies in the Fats and Oils Industry. pp 400-405. Am. Oil Chem. Soc., champaign, IL.
4. Allen, D.M., and Grant, R.J. 2000. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 83:322-331.
5. Beauchemin, K.A., and Yang, W.Z. 2003. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. J. Dairy Sci. 88:2117-2129.
6. Beauchemin, K.A., and Yang, W.Z. 2005. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. J. Dairy Sci. 88:2117-2129.

7. Beauchemin, K.A., Eriksen, L., Nørgaard, P., and Rode, L.M. 2008. Short Communication: Salivary secretion during meals in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 91:2077–2081.
8. Chamberlain, D.G., and Quig, J. 1987. The effect of the rate of addition of formic acid and hydrochloric acid on the ensilage of perennial ryegrass in laboratory silos. *J. Sci. Food Agri.* 38: 217-228.
9. CNCPS Sheep. Version 1.0.21. Department of Animal Sciences. Cornell University.
10. Golchin-Gelehdooni, S., Teimouri-Yansari, A., and Farhadi, A. 2011. The effects of alfalfa particle size and acid treated protein on ruminal chemical composition, liquid, particulate, escapable and non escapable phases in Zel sheep. *African Journal of Biotechnology.* 10(63), pp. 13956-13967.
11. Kaske, M., Engelhardt, W.V. 1990. The effect of size and density on mean retention time of particles in the gastrointestinal tract of sheep. *Br. J. Nutr.*, 63: 457-465.
12. Kendall, E.M., Ingalls, J.R., and Boila, R.J. 1991. Variability in the rumen degradability and postruminal digestion of dry matter, nitrogen and amino acids of canola meal. *Can. J. Anim. Sci.* 71:739–754.
13. Khorasani, G. R., Robinson, P.H., and Kennelly, J.J. 1993. Effects of canola meal treated with acetic on rumen degradation and intestinal digestibility in lactating dairy cows. *J. dairy Sci.* 76:1607.
14. Kononoff, P.J., and Heinrichs, A.J. 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. DAS-02-042. College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension. Penn State Univ., University Park, PA.
15. Kononoff, P.J., and Heinrichs, A.J. 2003. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 86:1445–1457.
16. Krause, K.M., Combs, D.K., and Beauchemin, K.A. 2003. Effects of increasing levels of refined cornstarch in the diet of lactating dairy cows on performance and ruminal pH. *J. Dairy Sci.* 86:1341–1353.
17. Lammers, B.P., Buckmaster, D.R., and Heinrichs, A.J. 1996. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 79:922– 928.
18. Leonardi, C., and Armentano, L.E. 2003. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:557–564.
19. Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1463–1481.
20. Rooke, L.A., Brookes, I.M., and Annstrong, D.G. 1983. The digestion of untreated and formaldehyde treated soybean and rapeseed meals by cattle fed a silage diet. *1. Agric. Sci. (Camb.)* 100:329.

21. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12 Edition. 1996. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
22. Sniffen, C.J., and Robinson, P.H. 2003. Nutritional strategy. *Can. J. Anim. Sci.* 64:529-542.
23. Teimouri Yansari, A., Valizadeh, R., Naserian, A., Christensen, D.A., Yu, P., and Eftekhari Shahroodi, F. 2004. Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:3912- 3924.
24. Yang, W.Z., and Beauchemin, K.A. 2006. Increasing the physically effective fiber content of dairy cow diets may lower efficiency of feed use. *J. Dairy Sci.* 89:2694– 2704.
25. Yang, W.Z., and Beauchemin, K.A. 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and rumen pH. *J. Dairy Sci.* 90:2826–2838.
26. VanSoest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch carbohydrates in relation to animal nutrition. *Jurnal of Dairy Science.* 74, 3583- 3597.
27. Zebeli, Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., Steingass, H.B., Ametaj, N., and Drochner, W. 2008. Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *J. Dairy Sci.* 91:2046–2066.

Archive



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 1 (2), 2013
<http://ejrr.gau.ac.ir>

The effects of alfalfa particle size and Canola meal treated with hydrochloric acid on physical effectiveness, intake, digestibility and chewing behavior in Zel sheep

*** S. Golchin-Gelehdooni¹, A. Teimouri-Yansari² and L. Khalvati³**

¹Ph.D Candidate, Dept. of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, ²Assistant Prof., Dept. of Animal Science, College of Animal Science and Fishery, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, ³Graduated in Agriculture, College of Horticulture, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of alfalfa particle sizes (long vs. fine) and treating canola meal with hydrochloric acid solution (with purity of 38 percent and level of 5 percent) on physical effectiveness, intake, apparent total tract digestibility of nutrients and feeding behavior in sheep. Four ruminally cannulated sheep fed with TMR. Experimental diets were including: 1) canola meal treated and long alfalfa 2) canola meal treated and fine alfalfa 3) not treated canola meal and long alfalfa 4) not treated canola meal and fine alfalfa. Obtained data from experiment were analyzed by a 4×4 Latin square experimental design. Particle size distribution was determined by dry- sieving procedure and used to partition of feed component and TMR among percentage of long (larger than 19 mm), medium (between 19 and 8 mm) and small (between 8 and 1.18 mm) particles. According to study results, Reduction of particle size increased daily NDF intake (kg) ($P<0.05$), but decreased the proportion of physically effective NDF (peNDF) in the ingested rations ($P<0.05$), however canola meal treatment had no effect on them ($P>0.05$). Reduction of particle size increased DM intake but decreased digestibility of NDF and OM ($P<0.05$). Treatment of canola meal with hydrochloric acid solution decreased DM intake but increased CP digestibility ($P<0.05$). Total chewing activity, rumination and eating time reduced when particle size decreased and canola meal was treated ($P<0.05$). This study showed that reduction of forage particle size was the most effectiveness factor on DMI and chewing behavior ($P<0.05$).

Keywords: Canola meal; Physical effective fiber; Alfalfa particle size; Ruminant cannula

*Corresponding Author; Email: sobhan_1363@yahoo.com