



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد چهارم، شماره سوم، ۱۳۹۵

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

اثر اندازه ذرات و الیاف نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم جیره بر عملکرد بره‌های پرواری

سارا یوسفیان^۱، اسداله تیموری یانسری^۲ و یداله چاشنی‌دل^۳

^۱ دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱

چکیده

سابقه و هدف: الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، به‌عنوان عامل پیش‌بینی مقدار مصرف خوراک مطرح شده است. به‌هرحال، تنظیم جیره با سطح ویژه‌ای از NDF بدون توجه به الیاف نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم (iNDF)، اثر قابل توجهی بر مصرف خوراک، قابلیت هضم و محتوای انرژی قابل متابولیسم جیره به جا می‌گذارد. بنابراین توجه به مقدار iNDF جیره در حیوانات پرتولید بسیار اهمیت دارد. از طرف دیگر، اندازه ذرات به طور انتخابی در شکمبه می‌مانند که توجه‌کننده تفاوت در قابلیت هضم جیره‌های با مقدار ترکیبات شیمیایی مشابه است. بنابراین هدف از این آزمایش، ترکیب اثر اندازه ذرات و iNDF جیره و ارتباط آن با عملکرد بره‌های پرواری است.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش، تعداد ۲۰ رأس بره‌ی نر نژاد لری با میانگین وزن $25/15 \pm 2/82$ کیلوگرم و سن مشابه (نزدیک به ۸ ماه)، در یک طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل با ۴ تیمار (در ۵ تکرار) مورد استفاده قرار گرفته است. تیمارهای آزمایشی در این مطالعه شامل جیره‌هایی که از نظر محتوای NDF یکسان بوده اما حاوی: ۱) یونجه با اندازه ذرات متوسط و مقدار iNDF کم، ۲) یونجه با اندازه ذرات کوتاه و مقدار iNDF کم، ۳) یونجه با اندازه ذرات متوسط و مقدار iNDF زیاد و ۴) یونجه با اندازه ذرات کوتاه و مقدار iNDF زیاد بودند. مقدار iNDF با استفاده از میس‌های فیستولاگذاری شده و انکوباسیون شکمبه‌ای نمونه‌ها به مدت ۲۸۸ ساعت محاسبه شد و مقدار الیاف موثر فیزیکی با استفاده از تکنیک الک‌های خشک تعیین شد. دام‌ها

*نویسنده مسئول: astymori@yahoo.com

به صورت تصادفی انتخاب شدند و در جایگاه‌های انفرادی مستقر و پس از ۱۴ روز عادت‌دهی به محیط و جیره‌ی آزمایشی به مدت ۸۰ روز با دریافت جیره در حد اشتها، نگهداری شدند. مقدار مصرف خوراک روزانه اندازه‌گیری و وزن‌کشی دام‌ها هر ۱۵ روز انجام شد. مقدار قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و ترکیبات آلی جیره و نیز قابلیت هضم حقیقی، عملکرد شکمبه و ضریب تبدیل خوراکی محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بخش iNDF جیره بر مصرف ماده خشک، مصرف ترکیبات شیمیایی جیره و قابلیت هضم خوراک اثر معنی‌داری داشت اما اثر NDF موثر فیزیکی (peNDF) بر آن‌ها معنی‌دار نبود. جیره‌های حاوی iNDF بیشتر، مقدار مصرف خوراک بیشتر و قابلیت هضم ماده خشک کمتری داشتند، اما قابلیت هضم حقیقی بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. اثر iNDF و ویژگی‌های فیزیکی الیاف و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت جویدن و نشخوار و کل فعالیت جویدن بره‌ها (دقیقه به ازای ماده خشک، دقیقه به ازای الیاف نامحلول در شوینده خنثی، دقیقه به ازای الیاف نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم، دقیقه به ازای NDF قابل هضم در کل دستگاه گوارش و دقیقه به ازای الیاف موثر فیزیکی) معنی‌دار بود اما اثر آن‌ها بر ویژگی‌های شکمبه (pH و غلظت نیترژن آمونیاکی) معنی‌دار نبود. همچنین، اثر iNDF و peNDF بر عملکرد رشد بره‌ها معنی‌دار نبود اما اثر اندازه ذرات بر ضریب تبدیل معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این آزمایش نشان داد که سطوح متفاوت اندازه ذرات و iNDF با وجود اینکه توانست بر برخی پارامترهای حیوانی موثر باشد اما نتوانست بر عملکرد تولیدی و رشد دام‌ها اثر بگذارد. نتایج نشان داد که iNDF نسبت به NDF، شاخص الیافی دقیق‌تری در تنظیم جیره‌های نشخوارکنندگان است.

واژه‌های کلیدی: الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف موثر فیزیکی، قابلیت هضم، عملکرد رشد، بره پرواری

مقدمه

دو چالش اصلی در سیستم‌های رایج تغذیه دام‌های پر تولید، تأمین جیره با انرژی بالا برای دستیابی به حداکثر تولید و تأمین peNDF^۱ برای پیشگیری از بروز ناهنجاری‌های شکمبه‌ای است بنابراین حفظ تعادل مناسب بین peNDF و کربوهیدرات‌های قابل هضم جیره در حفظ متابولیسم بهینه و پایداری شکمبه ضروری است (۱۷ و ۳۱). در این راستا اثرات peNDF جیره و اندازه ذرات مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفت و نشان داد با سنجش و تنظیم peNDF می‌توان از بروز بسیاری از مشکلات تغذیه‌ای رایج که ناشی از عدم توجه کافی به ویژگی‌های فیزیکی مواد خوراکی است، پیشگیری نمود (۱۷، ۳۱). در واقع، peNDF تلفیقی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی الیاف است (۱۶) که دارای اثر معنی‌داری بر پاسخ‌های دام به ویژه کتیک هضم شکمبه‌ای، فرایندهای متابولیک، فعالیت جویدن، و نیز عملکرد تولیدی است (۱۷، ۲۲). تعیین اندازه ذرات بهینه علوفه در جیره نیز مشکل است زیرا دارای دو اثر متضاد بر عملکرد حیوان است؛ از یک سو، تغذیه علوفه با اندازه ذرات بلند با افزایش peNDF جیره دارای اثر مثبت بر تخمیر و وضعیت بافری شکمبه است (۲۲، ۱۶) و از سوی دیگر، با افزایش اندازه ذرات نرخ عبور مواد گوارشی از دستگاه گوارش کاهش یافته که سبب کاهش تجزیه‌پذیری خالص الیاف در شکمبه، به دلیل کاهش سطح قابل دسترس برای حمله میکروارگانیسم‌های شکمبه، و در نهایت کاهش مصرف خوراک و جذب مواد مغذی از دستگاه گوارش می‌شود (۲۱).

الیاف نامحلول در شوینده خنثی به دو بخش بالقوه قابل تجزیه (pdNDF)^۲ و غیرقابل دسترس برای میکروارگانیسم‌های شکمبه (iNDF)^۳ تفکیک می‌شود. مقدار pdNDF برابر است با iNDF-NDF، که نشان دهنده قابلیت دسترسی NDF است. سنجش iNDF برای پیش‌بینی دقیق و صحیح مقادیر انرژی و ساخت پروتئین میکروبی از NDF تجزیه شده در شکمبه ضروری است (۱۹). قابلیت هضم علوفه تحت تأثیر مقدار iNDF و نرخ هضم pdNDF قرار می‌گیرد (۲۵). به علاوه، iNDF یک عامل بسیار موثر بر قابلیت هضم ماده آلی کل جیره، تعیین pdNDF و تنظیم فشار مواد گوارشی شکمبه^۴ است (۱۹) لذا تنظیم دقیق بخش الیافی جیره‌ها باید مورد توجه قرار گیرد و تعیین iNDF باید در همه

1. Physically effective NDF (peNDF)
2. Potential degradability NDF (pdNDF)
3. Indigestible NDF (iNDF)
4. Rumen digesta load

آنالیزهای پایه‌ای خوراک انجام شود. اخیراً مدل NDF قابل هضم در کل دستگاه گوارش^۱، برای محاسبه‌ی هضم شکمبه‌ای و پسا شکمبه‌ای الیاف معرفی شد که قابلیت هضم شکمبه‌ای الیاف را با استفاده از نرخ تجزیه و نرخ عبور pdNDF و نسبت کل pdNDF تخمین می‌زند (۴). عبور (kp) الیاف بالقوه قابل تجزیه از مدل رگرسین (۱۱) برای iNDF که با محاسبه‌ی ابقای انتخابی pdNDF تصحیح می‌شود (۱۴) تخمین زده می‌شود. مخزن الیاف غیرقابل هضم نیز با تعیین بقایای NDF پس از ۲۸۸ ساعت انکوباسیون به روش *in situ* تعیین می‌شود (۴). از آنجا که تنوع موجود بین پاسخ‌های حیوانی ممکن است ناشی از عدم یکنواختی بین بخش‌های شیمیایی NDF در ترکیبات خوراکی مختلف باشد و برخی نتایج را نمی‌توان فقط از طریق اندازه ذرات و NDF تفسیر کرد، این آزمایش به منظور بررسی اثرات اندازه ذرات و iNDF جیره و نیز اثر ترکیبی آنها بر عملکرد بره‌های پرواری طراحی و انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از ۲۰ رأس بره‌ی نر لری با میانگین وزن $25/15 \pm 2/82$ کیلوگرم و سن برابر (حدود ۸ ماه) استفاده شد. دام‌ها پس از انتقال به جایگاه و طی مدت زمان ۱۵ روز دوره‌ی عادت‌پذیری، به مدت ۸۰ روز پروار شدند. حیوانات مورد استفاده در چهار تیمار آزمایشی شامل جیره‌هایی که از نظر محتوای NDF یکسان بوده اما حاوی: ۱) یونجه با میانگین اندازه ذرات متوسط (۱۵/۳۳ میلی‌متر) و مقدار iNDF کم (۸/۴۳ درصد ماده خشک)، ۲) یونجه با میانگین اندازه ذرات کوتاه (۳/۲۰ میلی‌متر) و مقدار iNDF کم (۸/۴۳ درصد ماده خشک)، ۳) یونجه با میانگین اندازه ذرات متوسط (۱۵/۳۳ میلی‌متر) و مقدار iNDF زیاد (۱۰/۲۸ درصد ماده خشک) و ۴) یونجه با میانگین اندازه ذرات کوتاه (۳/۲۰ میلی‌متر) و مقدار iNDF زیاد (۱۰/۲۸ درصد ماده خشک)، با پنج تکرار به صورت تصادفی در جایگاه‌های انفرادی قرار داده شدند. انرژی قابل متابولیسم در جیره‌های حاوی علوفه یونجه، ماده سیلویی ذرت و کاه (جیره ۱ و ۲)، ۲/۴ مگاکالری در کیلوگرم و جیره‌های حاوی علوفه یونجه و کاه (جیره ۳ و ۴)، ۲/۳ مگاکالری در کیلوگرم بود. در طول عادت‌پذیری، واکسن آنتروتوکسمی و داروی ضد انگل تجویز شد. جیره‌ی دام‌ها با نرم‌افزار جیره‌نویسی CNCPS Sheep (2007) تنظیم و به صورت کاملاً مخلوط در حد اشتها (۸:۰۰ صبح و ۲۰:۰۰ عصر) در اختیار دام‌ها

1. Total Tract NDF Digestibility (TTNDFD)

قرار می‌گرفت. آب به صورت آزاد و بلوک مواد معدنی همواره در اختیار دام‌ها قرار گرفتند. ترکیب شیمیایی اقلام خوراکی و جیره‌ها (جدول ۱) شامل درصد ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، عصاره‌ی اتری (۲)، NDF (با استفاده از آلفا‌میلز مقاوم به حرارت) و ADF (۲۴)، iNDF (۱۱) و TTNDFD (۱۳) تعیین شد. محاسبه iNDF با استفاده از تکنیک انکوباسیون شکمبه‌ای به روش *in situ* (۲۸۸ ساعت) انجام شد. برای تعیین اندازه ذرات جیره‌های مصرفی از الک‌های جداکننده (PSPS) استفاده شد. عامل موثر فیزیکی با تعیین مجموع ذرات باقی‌مانده بر روی دو الک ۱۹ و ۸ میلی‌متر ($pef_{>8}$ ؛ ۱۲) و مجموع ذرات باقی‌مانده بر روی سه الک ۱۹ و ۸ و ۱/۱۸ میلی‌متر ($pef_{>1.18}$ ؛ ۱۰) تعیین شد. سپس مقدار NDF ترکیبات موجود بر روی الک‌ها تعیین و با ضرب آن در مقدار $pef_{>8}$ و $pef_{>1.18}$ مقادیر $peNDF_{>8}$ و $peNDF_{>1.18}$ محاسبه شد. همچنین برای تعیین مقادیر $peNDF_{>8}$ و $peNDF_{>1.18}$ مقادیر iNDF ترکیبات موجود روی الک‌ها در مقدار $pef_{>8}$ و $pef_{>1.18}$ ضرب شد. سپس میانگین هندسی و انحراف استاندارد میانگین ذرات محاسبه شد (جدول ۲).

جدول ۱- ترکیب شیمیایی و نسبت اقلام خوراکی در جیره‌های مصرفی

Table 1: Chemical compositions of the ingredients and experimental rations

خاکستر (%) Ash (%)	عصاره اتری (%) EE (%)	پروتئین خام (%) CP (%)	الیاف نامحلول در شوشیده اسیدی (%) ADF (%)	الیاف نامحلول در شوشیده خنثی غیر قابل هضم (% از iNDF) iNDF (% of NDF)	الیاف نامحلول در شوشیده خنثی غیر قابل هضم (% از کل) iNDF (% of total)	الیاف نامحلول در شوشیده خنثی (%) NDF (%)	ماده خشک (%) DM (%)	درصد در جیره ۳٫۴ % in ration 3.4	درصد در جیره ۱٫۲ % in ration 1.2	
2.57	5.70	11.24	8.20	16.22	4.77	29.48	88.14	33.61	34.36	دانه جو Barley grain
1.57	4.30	9.80	3.40	5.79	0.60	11.50	88.00	22.81	13.56	دانه ذرت Corn grain
5.29	8.38	17.10	15.50	26.99	11.75	43.53	89.00	5.12	13.56	سبوس گندم Weat bran
4.96	0.48	8.73	23.10	8.69	4.54	35.80	91.00	1.40	4.52	تفاله چغندر Beet pulp
8.10	18.80	42.80	10.00	4.25	1.10	13.40	90.00	3.63	1.36	کنجاله سویا Soybean meal
100.00	—	—	—	—	—	—	97.00	1.58	1.54	دی‌کلسیم فسفات DCP

سارا یوسفیان و همکاران

—	—	270.00	—	—	—	—	99.50	1.02	0.81	اوپتیژن ^۱ Optigen
7.42	2.00	3.50	49.40	36.88	27.38	74.23	89.00	21.51	7.23	کاه گندم Weat straw
6.26	9.80	9.50	34.10	26.34	16.26	61.74	33.00	0	15.37	سیلاژ ذرت Corn silage
12.95	6.48	19.00	32.80	35.36	16.07	45.44	91.00	9.31	7.69	یونجه خشک Alfalfa hay
4.89	4.53	15.22	17.19	21.67	8.43	38.91	56.34	—	—	جیره ۱ و ۲ ration 1,2
5.17	4.39	14.18	18.78	26.31	10.28	39.08	90.71	—	—	جیره ۳ و ۴ ration 1,2

* جیره‌های ۱ و ۳ حاوی یونجه با اندازه ذرات متوسط و جیره‌های ۲ و ۴ حاوی یونجه با اندازه ذرات کوتاه هستند.
^۱ Optigen (اوره آهسته رهش)

مقدار خوراک مصرفی روزانه و درصد خوراک باقی‌مانده در هر آخور تعیین شد. دام‌های پرواری در طول دوره پرواربندی به طور مرتب هر ۱۵ روز و در حالت ناشتا، وزن‌کشی شدند و افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل آن‌ها محاسبه شد. از روز ۵۰ پرواربندی به مدت پنج روز مقدار خوراک مصرفی، باقی‌مانده‌ی خوراک و وزن مدفوع اندازه‌گیری و از آن‌ها نمونه‌برداری شد. قابلیت هضم ظاهری خوراک با تعیین مقدار کل مدفوع و خوراک مصرفی تعیین شد. قابلیت هضم ترکیبات آلی جیره‌ها نیز محاسبه شد. قابلیت هضم حقیقی جیره‌ها با تعیین غلظت iNDF در جیره مصرفی و مدفوع، به عنوان مارکر تعیین شد. در روز ۶۰ پرواربندی فعالیت جویدن دام‌ها با روش دیداری با فاصله ۵ دقیقه، به مدت ۲۴ ساعت ثبت شد. در پایان داده‌ها با طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل با چهار تیمار در پنج تکرار با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS 9.3 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج و بحث

توزیع اندازه ذرات و الیاف موثر فیزیکی: تیمارهای حاوی یونجه با اندازه ذرات متوسط (۱، ۳) بیشترین مقدار ماده خشک باقی‌مانده روی الک‌های ۱۹ و ۸ میلی‌متری را داشتند و در تیمارهای حاوی یونجه با اندازه ذرات کوتاه (۲، ۴) بیشترین درصد ماده خشک روی الک ۱/۱۸ میلی‌متری وجود

داشت ($P < 0/0001$). مقدار الیاف موثر فیزیکی، $peNDF_{>8}$ و $peiNDF_{>8}$ در تیمارهای ۱ و ۳ بیشترین مقدار بود و $peNDF_{>1.18}$ در تیمارهای ۳ و ۴ بیشتر بود ($P < 0/0001$) (جدول ۲). کاهش اندازه ذرات سبب افزایش مقدار ماده خشک باقی مانده روی الک ۱/۱۸ میلی متری و صفحه زیرین می شود که به دلیل عبور بیشتر ذرات از الک های با اندازه منافذ بزرگتر است. اندازه ذرات و $peNDF$ در شکل گیری، حفظ و پایداری سقف شکمبه ای و عملکرد فیزیولوژیک شکمبه نقش ایفا می کنند (۳۱). پایداری سقف شکمبه ای تعیین کننده اصلی نرخ عبور مواد جامد شکمبه ای است. از آنجا که افزایش فرار ترکیبات بالقوه قابل هضم از شکمبه دارای اثر منفی بر تجزیه ی الیاف و مورد استفاده قرار گرفتن مواد خوراکی است (۲۶)، پایداری مناسب سقف شکمبه ای با به دام انداختن ذرات خوراکی، سبب کاهش احتمال فرار مواد خوراکی به ویژه ذرات ریز، پیش از تجزیه شدن به سمت شیردان می شود (۳۱). از آنجا که کاهش اندازه ذرات احتمال بروز اسیدوز را در حیوان افزایش می دهد تعیین اندازه ذرات مناسب خوراک برای حفظ عملکرد طبیعی شکمبه و پیشگیری از بروز بسیاری از ناهنجاری های متابولیک، به ویژه اسیدوز تحت حد^۱ (۱۶) به ویژه در حیواناتی که از جیره های حاوی مقادیر زیادی کنسانتره تغذیه می شوند ضروری است. از طرفی، افزایش بیش از حد اندازه ذرات خوراک با افزایش ماندگاری مواد خوراکی در شکمبه و کاهش مصرف خوراک می تواند سبب کاهش عملکرد کلی دام شود.

اندازه ذرات مناسب خوراک علاوه بر تجزیه بهتر الیاف در شکمبه، می تواند سبب بهبود یکنواختی جیره شود. یکنواختی جیره با کاهش اثر انتخاب حیوان در آخور^۲ می تواند سبب کاهش بروز ناهنجاری های متابولیک ناشی از عدم توزیع یکنواخت $peNDF$ در طی مصرف خوراک روزانه شود (۳۱). مفهوم $peNDF$ برای نشان دادن موثر بودن فیزیکی جیره و تعیین کیفیت الیاف، بسیار

1. Sub Acute Rumen Acidosis (SARA)

2. Sorting

جدول ۲- توزیع اندازه ذرات و الیاف موثر فیزیکی جیره‌های مصرفی

Table 2. Particle sizes distribution of experimental diets using of the Penn State Particles Separator

احتمال معنی‌داری P-value	انحراف استاندارد میانگین‌ها SEM	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments				اندازه ذرات یونجه alfalfa particle size سطح iNDF iNDF level
		کوتاه	متوسط	کوتاه	متوسط	
		short	medium	short	medium	
		زیاد high	زیاد high	کم low	کم low	
مقدار ماده خشک باقی‌مانده بر روی الک (درصد ماده خشک) DM remained on top of sieves						
0.0002	0.337	0.00 ^b	9.61 ^a	0.00 ^b	8.43 ^a	الک ۱۹ میلی‌متری 19 mm sieve
<0.0001	0.147	0.00 ^d	3.81 ^b	1.37 ^c	6.62 ^a	الک ۸ میلی‌متری 8 mm sieve
<0.0001	0.355	88.25 ^a	75.48 ^b	87.65 ^a	72.51 ^c	الک ۱/۱۸ میلی‌متری 1.18 mm sieve
0.6468	0.383	11.74	11.08	10.97	12.42	پن Pen
0.0012	0.048	3.07 ^b	4.06 ^a	3.19 ^b	4.11 ^a	میانگین هندسی اندازه ذرات (میلی‌متر) d _{gm} (mm)
<0.0001	0.013	4.69 ^a	4.20 ^b	4.67 ^a	4.09 ^c	انحراف استاندارد میانگین هندسی (میلی‌متر) s _{gm} (mm)
<0.0001	0.388	0.00 ^b	0.13 ^a	0.01 ^b	0.15 ^a	pef _{>8}
0.6468	0.383	0.88	0.88	0.89	0.87	pef _{>1.18}
0.0001	0.172	0.00 ^b	5.24 ^a	0.53 ^b	5.72 ^a	NDF موثر فیزیکی <۸ (درصد ماده خشک) peNDF _{>8} (%DM)
0.5808	0.149	34.48	34.74	34.64	34.07	NDF موثر فیزیکی <۱/۱۸ (درصد ماده خشک) peNDF _{>1.18} (%DM)
<0.0001	0.034	0.00 ^b	1.38 ^a	0.11 ^b	1.27 ^a	iNDF موثر فیزیکی <۸ (درصد ماده خشک) peiNDF _{>8} (%DM)
<0.0001	0.038	9.07 ^a	9.14 ^a	7.50 ^b	7.38 ^b	iNDF موثر فیزیکی <۱/۱۸ (درصد ماده خشک) peiNDF _{>1.18} (%DM)

* اعدادی که در هر ردیف با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند از نظر آماری معنی‌دار هستند.

کارا است زیرا از ترکیب ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی الیاف جیره در تعریف آن استفاده شده است. همچنین، زبلی و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند مقدار $31/2$ درصد برای $peNDF_{>1.18}$ یا مقدار $18/5$ درصد برای $peNDF_{>8}$ بر اساس ماده خشک جیره برای پیشگیری از بروز اسیدوز در گاوهای شیری لازم است (۳۱). به هر حال، مقادیر بیشتر از $14/9$ درصد ماده خشک جیره برای $peNDF_{>8}$ با کاهش ماده خشک مصرفی روزانه سبب کاهش عملکرد تولیدی حیوان می‌شود. از آنجا که $iNDF$ نسبت به NDF می‌تواند شاخص دقیق‌تری در تنظیم جیره محسوب شود، برای اولین بار واژه $peiNDF$ در این مقاله تعریف و تعیین شده است.

مقدار خوراک مصرفی، قابلیت هضم خوراک و عملکرد شکمبه‌ای: اثر $iNDF$ بر مقدار ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خشی و اسیدی ($P < 0/0001$)، $TTNDFD$ ($P < 0/01$) و پروتئین مصرفی ($P < 0/01$) معنی‌دار بود (جدول ۳). منابع علوفه‌ای جیره‌های ۳ و ۴ فقط شامل یونجه خشک و کاه گندم بود که دارای مقدار $iNDF$ بیشتر و مقدار مصرف خوراک بیشتری بودند. اندازه ذرات علوفه اثری بر مصرف ماده خشک و ترکیبات شیمیایی جیره نداشت (جدول ۳). تیمارهایی که در آن‌ها فقط از کاه و یونجه به عنوان منبع علوفه استفاده شده بود (جیره ۳ و ۴) نسبت به جیره‌های حاوی ماده سیلویی ذرت (جیره ۱ و ۲)، مقدار $iNDF$ و مصرف خوراک بیشتری داشتند ولی قابلیت هضم خوراک و مواد مغذی در این تیمارها کمتر از تیمارهای حاوی مواد سیلویی ذرت بود که می‌تواند به دلیل نرخ عبور سریعتر جیره‌های ۳ و ۴ در دستگاه گوارش و در نتیجه فرصت کمتر برای فرایند هضم باشد. قابلیت هضم حقیقی بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت.

مصرف خوراک تحت تأثیر کنتیک هضم شکمبه‌ای (نرخ هضم و نرخ عبور) و برخی از عوامل فیزیولوژیک مرتبط با فراسنجه‌های خونی قرار می‌گیرد (۳۰). اگرچه با کاهش اندازه ذرات نرخ عبور مواد خوراکی از شکمبه افزایش می‌یابد اما ممکن است مقدار مصرف خوراک در نرخ عبور متفاوت یکسان باقی بماند (۲۷). همچنان که در این آزمایش نیز اثر اندازه ذرات بر مقدار مصرف خوراک و قابلیت هضم معنی‌دار نبود. در نشخوارکنندگان، ارتباط ثابتی^۱ بین اندازه ذرات و مصرف خوراک وجود ندارد. متاآنالیز انجام شده توسط کاناز و همکاران (۲۰۰۴)، که برای دستیابی به یک مدل مکانیستیک به منظور پیش‌بینی احتیاجات تغذیه‌ای و ارزش بیولوژیک خوراک در گوسفندان انجام شد

نشان داد که متوسط مصرف خوراک روزانه بره‌های پرواری $1111/00 \pm 312$ گرم است (۳) که با داده‌های این آزمایش همخوانی دارد. کاهش اندازه ذرات مواد سیلویی ذرت سبب افزایش مصرف خوراک و عملکرد در میش‌های آبستن و شیرده (۵) و افزایش مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه بره‌های پرواری (۷) شده است. در آزمایشی با بررسی اثر اندازه ذرات و peNDF بر عملکرد بزها مشخص شد که اندازه ذرات و peNDF متفاوت جیره، اثری بر مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی و تخمیر و قابلیت هضم الیاف در شکمبه نداشت اما بر قابلیت هضم NDF در روده و کل دستگاه گوارش اثرگذار بود (۳۰). در مطالعه‌ای که بر روی اثر الیاف موثر فیزیکی بر عملکرد بزها صورت گرفت، با افزایش peNDF در جیره‌های حاوی علوفه یونجه خشک، مقدار مصرف و بازده استفاده از خوراک کاهش یافت (۲۹).

در میان عوامل شیمیایی خوراک، NDF مهمترین عامل تعیین کننده مقدار مصرف خوراک است (۲۵)؛ اما در مورد اثر فیزیکی خوراک، اندازه ذرات، قابلیت شکنندگی^۱ ذرات، نرخ هضم و عبور NDF اثرگذار هستند (۱). در آزمایشی با مطالعه بر روی مقدار مصرف خوراک، مشخص شد که مقدار NDF و iNDF جیره، اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک دارند (۸). مقدار iNDF جیره نقش مهمی در فشار^۲ مواد گوارشی شکمبه و مصرف اختیاری خوراک ایفا می‌کند (۶). در آزمایشی که با بررسی ارتباط بین مقدار iNDF و مقدار ماده خشک مصرفی روزانه در بره‌های پرواری انجام شد مشخص شد که با افزایش سطح iNDF از ۱۵ تا ۲۷ درصد کل جیره، مقدار ماده خشک مصرفی کاهش و مقدار iNDF مصرفی ثابت ماند و هنگامی که مقدار iNDF به ۲۰ درصد جیره رسید مقدار ماده خشک مصرفی روزانه به‌طور خطی افزایش یافت که با افزایش نسبی مقدار NDF و iNDF همراه بود (۹).

همان‌گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است اثر iNDF و اندازه ذرات بر pH و غلظت نیترژن آمونیاکی شکمبه معنی‌دار نبود. با کاهش اندازه ذرات انتظار می‌رفت غلظت pH شکمبه کاهش پیدا کند اما چنین نشد. به‌نظر می‌رسد جیره‌ها از نظر نسبت الیاف و میانگین اندازه ذرات به‌منظور تحریک فعالیت جویدن مناسب بودند و کاهش اندازه ذرات نتوانست اثر منفی بر این بخش بگذارد. اندازه ذرات متوسط علوفه (۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر)، به خاطر افزایش سطح قابل دسترس برای باکتری‌های فیبرولیتیک و پروتوزوآها، بدون اثر منفی بر فعالیت‌های سلولیتیک و سایر فرایندهای تخمیری سبب

1. Fragility

2. Load

بهبود تخمیر شکمبه می‌شود (۳۱). روشن است که در جیره‌های کاملاً مخلوط، اثر اندازه ذرات بر عملکرد دام فراتر از موثر بودن فیزیکی و کینتیک تجزیه الیاف است (۲۲). برای مثال، اندازه ذرات متوسط سبب بهبود یکنواختی جیره کاملاً مخلوط و کاهش اثر انتخاب هنگام مصرف خوراک می‌شود. کاهش اثر انتخاب در آخور، با سایر اثرات مثبت، از جمله بهبود ریتم شبانه‌روزی مصرف خوراک، کاهش تغییرات روزانه مصرف خوراک و کاهش احتمال بروز ناهنجاری‌های متابولیک در دام‌هایی که درصد بالایی از کنسانتره مصرف می‌کنند، همراه است (۳۱).

جدول ۳- مقدار مصرف و قابلیت هضم خوراک و عملکرد شکمبه‌ای بره‌ها

Table 3. Feed intake and digestibility and rumen performance in lambs

احتمال معنی‌داری P-value			انحراف استاندارد میانگین‌ها SEM	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments				اندازه ذرات یونجه alfalfa particle size
PS×iNDF	iNDF	'PS		کوتاه short	متوسط medium	کوتاه short	متوسط medium	
				زیاد high	زیاد high	کم low	کم low	سطح iNDF iNDF level
								میانگین مصرف روزانه (گرم) Daily feed intake (g)
0.3125	<0.0001	0.1581	20.897	1245.25 ^a	1229.41 ^a	1040.93 ^b	949.61 ^b	ماده خشک Dry matter
0.3142	<0.0001	0.1590	8.155	486.66 ^a	480.47 ^a	405.08 ^b	369.54 ^b	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral Detergent Fiber
0.4014	<0.0001	0.2040	2.034	128.07 ^a	126.44 ^a	87.79 ^b	80.09 ^b	الیاف نامحلول در شوینده خنثی غیرقابل هضم Indigestible NDF
0.3508	<0.0001	0.1775	3.823	233.92 ^a	230.94 ^a	178.96 ^b	163.26 ^b	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid Detergent Fiber
0.2893	0.0001	0.1466	3.370	227.67 ^a	224.77 ^a	201.45 ^b	183.77 ^b	NDF قابل هضم در کل دستگاه گوارش Total Tract NDF Digestibility
0.2839	0.0003	0.1440	3.035	176.65 ^a	174.41 ^a	158.48 ^b	144.57 ^b	پروتئین خام Crude Protein
0.8558	0.0127	0.7987	1.435	68.15 ^b	68.02 ^b	73.12 ^a	72.35 ^a	قابلیت هضم ظاهری (درصد) Apparent digestibility (%)
0.9490	0.0105	0.6232	1.345	70.37 ^{ab}	69.66 ^b	74.97 ^a	74.04 ^{ab}	ماده خشک Dry matter
								ماده آلی

سارا یوسفیان و همکاران

Organic Matter								
0.8519	0.0220	0.1228	2.183	53.24 ^{ab}	49.50 ^b	60.19 ^a	55.44 ^{ab}	الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral Detergent Fiber
0.6814	0.0488	0.2240	2.806	41.06 ^{ab}	35.38 ^b	46.69 ^a	43.85 ^{ab}	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی Acid Detergent Fiber
0.9147	0.0012	0.1018	1.849	51.52 ^c	55.58 ^{bc}	59.86 ^{ab}	63.43 ^a	عصاره اتری Ether Extract
0.7826	0.4331	0.3691	1.395	70.65	71.73	68.81	70.85	پروتئین خام CP
0.8937	0.0654	0.3511	0.861	66.54	68.60	71.13	72.70	قابلیت هضم حقیقی ^۳ (درصد) Real digestibility (%)
								عملکرد شکمبه Ruminal Fermentation pattern
0.4221	0.2645	0.9263	0.121	6.55	6.38	6.10	6.31	pH
0.4031	0.1071	0.1071	0.646	7.84	8.38	10.96	9.42	نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم در دسی لیتر) NH ₃ -N (mg/dl)

* اعدادی که در هر ردیف با حروف متفاوت نشان داده شده اند از نظر آماری معنی دار هستند.

^۱ اندازه ذرات

فعالیت جویدن: فعالیت جویدن و نشخوار تحت تأثیر اندازه ذرات، iNDF و اثر متقابل اندازه ذرات و فعالیت جویدن قرار گرفتند، جیره‌های حاوی iNDF کم فعالیت جویدن و نشخوار کمتری داشتند (جدول ۴). همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود فعالیت جویدن، نشخوار و کل فعالیت جویدن به ازای گرم ماده خشک، NDF، iNDF، TTNDFD، $\text{peNDF}_{>1.18}$ ، $\text{peNDF}_{>8}$ و $\text{peiNDF}_{>1.18}$ و $\text{peiNDF}_{>8}$ تحت تأثیر اندازه ذرات و iNDF قرار گرفتند.

زمان سپری شده برای مصرف خوراک، نشخوار و جویدن به ازای هر کیلوگرم ماده خشک یا NDF به عنوان شاخص الیافی علوفه‌ها در نظر گرفته می‌شود که با توجه به نژاد حیوان، اندازه بدن، سطح مصرف خوراک، ماهیت و محتوای الیاف، اندازه ذرات، سطح مصرف ماده خشک و peNDF وضعیت فیزیولوژیک حیوان، دانسیته توده‌ای ویژه علوفه^۱، قابلیت شکنندگی و قابلیت هضم یا عدم قابلیت هضم علوفه تغییر می‌کند (۱۶ و ۲۸). در نظر گرفتن محتوای اندازه ذرات و NDF در مقایسه با تنها محتوای NDF علوفه‌ها، شاخص دقیق‌تری برای فعالیت جویدن است (۱۶).

1- Forage functional specific gravity

فرض اصلی در سیستم peNDF این است که اندازه ذرات همه تنوع موجود در مورد پاسخ فعالیت جویدن را توضیح می‌دهد، اما این فرض همواره صحیح نیست زیرا علوفه‌های با مقدار اندازه ذرات یا NDF یکسان ممکن است زمان نشخوار به ازای هر کیلوگرم NDF یا peNDF متفاوتی داشته باشند زیرا طبیعت NDF منابع مختلف یکسان نیست و از بخش‌های غیر یکنواخت تشکیل شده است (۲۸). به دلیل تنوع در تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای دانستن قابلیت هضم NDF علوفه‌ها برای تغذیه بهینه حیوانات نشخوارکننده حیاتی است. بنابراین در ارزیابی خوراک، تعیین iNDF در پیش‌بینی تداوم سقف شکمبه-ای مفید است.

راندمان جویدن^۱ با مدت زمان سپری شده به ازای هر واحد خوراک مصرفی اندازه‌گیری می‌شود. با افزایش اندازه ذرات و محتوای iNDF خوراک، راندمان جویدن و نشخوار به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. در آزمایشی بره‌های پرواری تغذیه شده با علوفه درشت‌تر، فعالیت جویدن و نشخوار (به ازای روز، گرم ماده خشک، گرم NDF، گرم pdNDF و گرم iNDF) بیشتری داشتند (۲۸). نشخوار ارتباط نزدیکی با زمان مصرف خوراک و ماده خشک مصرفی دارد. گاوها به ازای هر کیلوگرم ماده خشکی مصرفی ۲۵-۸۰ دقیقه و به ازای هر کیلوگرم NDF در علوفه‌های گراسه خشک بلند، ۱۵۰ دقیقه نشخوار می‌کنند (۱۶).

به منظور بررسی اثر قابلیت هضم NDF علوفه‌ها بر عملکرد شکمبه‌ای تحقیقات زیادی شده است. استفاده از علوفه‌های با مقدار بیشتری NDF قابل هضم، احتمالاً قابلیت شکنندگی بیشتری دارند و اثر کمتری بر تحریک فعالیت جویدن و pH شکمبه‌ای به‌جا می‌گذارند (۲۳). اما در تحقیقات مختلف، اثر افزایش قابلیت هضم NDF بر فعالیت جویدن و pH شکمبه‌ای متفاوت بود. در آزمایش‌هایی که بر روی گاوهای شیری صورت گرفت، افزایش قابلیت هضم NDF علوفه دارای اثر مثبت (۳۲)، اثر منفی (۲۳) و بدون اثر (۱۸) بر فعالیت جویدن بوده است. در این آزمایش به نظر می‌رسد افزایش قابلیت هضم NDF سبب افزایش فعالیت جویدن شده است. با این وجود اثر اندازه ذرات نیز بر فعالیت جویدن موثر بود؛ به طوری که با افزایش اندازه ذرات، فعالیت نشخوار و کل فعالیت جویدن افزایش یافت ($P < 0.0001$). به‌منظور تعیین اثر بین ویژگی‌های تجزیه‌پذیری علوفه بر فعالیت جویدن و

بنابراین تعیین اثر متقابل بین قابلیت تجزیه پذیری و موثر بودن فیزیکی الیاف باید تحقیقات بیشتری صورت بگیرد.

جدول ۴- فعالیت جویدن در تیمارهای آزمایشی

Table 4. Chewing activity in lambs fed four experimental diets

احتمال معنی داری P-value			انحراف استاندارد میانگین ها SEM	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments				اندازه ذرات یونجه alfalfa particle size سطح iNDF iNDF level فعالیت جویدن (دقیقه) Eating (min)
PS×iNDF	iNDF	'PS		کوتاه short	متوسط medium	کوتاه short	متوسط medium	
				زیاد high	زیاد high	کم low	کم low	به ازای روز min/day
0.0324	<0.0001	<0.0001	1.848	141.00 ^c	205.00 ^b	209.00 ^b	258.00 ^a	به ازای گرم ماده خشک
0.2694	<0.0001	<0.0001	0.003	0.11 ^d	0.16 ^c	0.20 ^b	0.27 ^a	min/g of DM به ازای گرم
0.2624	<0.0001	<0.0001	0.010	0.29 ^d	0.43 ^c	0.51 ^b	0.70 ^a	min/g of NDF به ازای گرم
0.0686	<0.0001	<0.0001	0.042	1.10 ^d	1.63 ^c	2.38 ^b	3.24 ^a	iNDF min/g of iNDF به ازای گرم
0.3757	<0.0001	<0.0001	0.020	0.62 ^c	0.92 ^b	1.03 ^b	1.41 ^a	TTNDFD min/g of TTNDFD به ازای گرم
<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.094	0.00 ^d	3.20 ^c	37.55 ^a	4.77 ^b	peNDF _{>8} min/g of peNDF _{>8} به ازای گرم
0.1561	<0.0001	<0.0001	0.011	0.32 ^d	0.48 ^c	0.57 ^b	0.80 ^a	peNDF _{>1.18} min/g of peNDF _{>1.18} به ازای گرم
<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.413	0.00 ^d	12.19 ^c	173.27 ^a	21.51 ^b	peiNDF _{>8} min/g of peiNDF _{>8} به ازای گرم
0.0357	<0.0001	<0.0001	0.047	1.25 ^d	1.84 ^c	2.67 ^b	3.70 ^a	peiNDF _{>1.18} min/g of peiNDF _{>1.18}

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان (۴)، شماره (۳) ۱۳۹۵

								فعالیت نشخوار (دقیقه)
								Ruminating (min)
<0.0001	<0.0001	<0.0001	1.860	409.00 ^c	605.00 ^a	398.00 ^d	427.00 ^b	به ازای روز min/day
0.0073	0.7658	<0.0001	0.007	0.32 ^c	0.49 ^a	0.38 ^b	0.45 ^a	به ازای گرم ماده خشک min/g of DM
0.0076	0.6835	<0.0001	0.020	0.84 ^c	1.26 ^a	0.98 ^b	1.16 ^a	به ازای گرم min/g of NDF
0.0287	<0.0001	<0.0001	0.082	3.20 ^c	4.82 ^b	4.53 ^b	5.36 ^a	به ازای گرم iNDF min/g of iNDF
0.0051	0.2556	<0.0001	0.042	1.80 ^c	2.71 ^a	1.97 ^c	2.33 ^b	به ازای گرم TTNDFD min/g of TTNDFD
<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.312	0.00 ^c	9.45 ^b	71.57 ^a	7.89 ^b	به ازای گرم peNDF _{>8} min/g of peNDF _{>8}
0.0149	0.5979	<0.0001	0.022	0.95 ^c	1.42 ^a	1.10 ^b	1.32 ^a	به ازای گرم peNDF _{>1.18} min/g of peNDF _{>1.18}
<0.0001	<0.0001	<0.0001	1.409	0.00 ^c	35.92 ^b	330.24 ^a	35.60 ^b	به ازای گرم peiNDF ₋₈ min/g of peiNDF ₋₈
0.0569	<0.0001	<0.0001	0.093	3.62 ^c	5.42 ^b	5.09 ^b	6.12 ^a	به ازای گرم peiNDF _{>1.18} min/g of peiNDF _{>1.18}
								کل فعالیت جویدن (دقیقه)
								Total chewing (min)
<0.0001	<0.0001	<0.0001	2.724	550.00 ^d	810.00 ^a	607.00 ^c	685.00 ^b	به ازای روز min/day
0.1081	0.0005	<0.0001	0.011	0.44 ^c	0.66 ^a	0.58 ^b	0.72 ^a	به ازای گرم ماده خشک min/g of DM
0.1111	0.0004	<0.0001	0.029	1.13 ^c	1.70 ^a	1.49 ^b	1.86 ^a	به ازای گرم min/g of NDF
0.3560	<0.0001	<0.0001	0.122	4.30 ^c	6.45 ^b	6.91 ^b	8.60 ^a	به ازای گرم iNDF min/g of iNDF
0.0745	0.0119	<0.0001	0.062	2.42 ^c	3.63 ^a	3.01 ^b	3.74 ^a	به ازای گرم TTNDFD min/g of TTNDFD

<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.336	0.00 ^c	12.66 ^b	109.12 ^a	12.66 ^b	به ازای گرم peNDF _{>8} min/g of peNDF _{>8}
0.1957	0.0003	<0.0001	0.033	1.28 ^d	1.91 ^b	1.68 ^c	2.12 ^a	به ازای گرم peNDF _{>1.18} min/g of peNDF _{>1.18}
<0.0001	<0.0001	<0.0001	1.488	0.00 ^d	48.11 ^c	503.52 ^a	57.12 ^b	به ازای گرم peiNDF _{>8} min/g of peiNDF _{>8}
0.5622	<0.0001	<0.0001	0.138	4.88 ^c	7.26 ^b	7.76 ^b	9.82 ^a	به ازای گرم peiNDF _{>1.18} min/g of peiNDF _{>1.18}

* اعدادی که در هر ردیف با حروف متفاوت نشان داده شده اند از نظر آماری معنی دار هستند.

¹ اندازه ذرات

متوسط افزایش وزن بره‌ها و مقدار افزایش وزن روزانه: به نظر می‌رسد تفاوت اندازه ذرات و NDF غیرقابل هضم نتوانسته اثری بر عملکرد رشد بره‌های پرواری داشته باشد، اما ضریب تبدیل بره‌ها تحت تاثیر تفاوت در اندازه ذرات قرار گرفت. جیره‌های حاوی اندازه ذرات ریزتر ضریب تبدیل بالاتری داشتند (جدول ۵). به‌کار رفتن iNDF در مدل‌های تغذیه‌ای از قبیل CNCPS، اگرچه به‌طور غیرمستقیم، نشان دهنده‌ی اهمیت آن در پیش‌بینی عملکرد حیوان است، این مدل‌ها به‌طور واضح نشان می‌دهند که چگونه مقدار حقیقی iNDF می‌تواند پیش‌بینی‌های مربوط به احتیاجات انرژی قابل متابولیسم و تولید شیر را در گاوهای شیری تغییر دهد (۶). اندازه‌گیری مستقیم iNDF می‌تواند دقت مدل‌ها را در پیش‌بینی احتیاجات افزایش دهد. متاآنالیز انجام شده توسط کاناز و همکاران (۲۰۰۴)، نشان داد که متوسط افزایش وزن بره‌های پرواری $189 \pm 103/7$ گرم در روز است (۳). در آزمایشی مقدار NDF و iNDF جیره بر عملکرد بره‌های پرواری مقایسه شد و مشاهده شد که با ثابت ماندن مقدار NDF، افزایش مقدار iNDF جیره از ۲۵ تا ۶۰ درصد NDF، با وجود تغییر در مصرف خوراک تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن بره‌ها مشاهده نشد که نشان می‌دهد بره‌ها می‌توانند خود را با سطوح بالای iNDF جیره سازگار کنند (۸). در آزمایشی متوسط افزایش وزن بره‌هایی که از جیره‌های با سطوح NDF متفاوت (۱۵، ۲۵ و ۳۰ درصد) تغذیه شدند، با هم تفاوت داشت اما هنگام مصرف سطوح مشابه NDF تفاوتی بین تیمارها مشاهده نشد (۹) که با داده‌های به‌دست آمده از این آزمایش

همخوانی دارد. در آزمایشی با کاهش اندازه ذرات علوفه، رشد بره‌های پرواری بهبود یافت (۲۸). با کاهش اندازه ذرات، به دنبال افزایش سطح دسترسی ذرات، تخمیر باکتریایی افزایش یافته و سبب افزایش دریافت انرژی در حیواناتی که از ذرات ریزتر تغذیه می‌کنند، می‌شود (۲۸). احتمالاً به همین دلیل مکمل‌سازی با کنسانتره بازدهی دسترسی به خوراک و متوسط افزایش وزن روزانه‌ی بره‌ها را بدون افزایش مصرف خوراک افزایش می‌دهد (۷). مکمل‌سازی با کنسانتره سبب می‌شود جیره حیوانات پرواری از نظر مقدار انرژی محدودکننده نباشد و دام‌ها بدون افزایش مصرف خوراک بتوانند مقدار انرژی مورد نیاز خود به منظور افزایش وزن و تولید را دریافت کنند. در این آزمایش، با وجود تفاوت در سطح مصرف خوراک، متوسط افزایش وزن روزانه بره‌ها ثابت باقی ماند.

جدول ۵- متوسط وزن بدن و افزایش وزن روزانه بره‌ها

Table 5. mean body weight and gain of lambs

احتمال معنی‌داری P-value			انحراف استاندارد میانگین‌ها SEM	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments				اندازه ذرات یونجه alfalfa particle size سطح iNDF level
PS×iNDF	iNDF	PS		کوتاه short	متوسط medium	کوتاه short	متوسط medium	
				زیاد high	زیاد high	کم low	کم Low	
وزن بره (کیلوگرم)								
Lamb weight (kg)								
0.9298	0.6427	0.8308	0.903	27.04	26.84	27.92	27.44	ابتدای دوره Day 1
0.8893	0.6560	0.7642	0.776	29.96	29.74	30.76	30.16	در ۱۵ روزگی Day 15
0.6366	0.9593	0.5377	0.779	32.44	32.24	33.16	31.66	در ۳۰ روزگی Day 30
0.8134	0.5606	0.9797	0.782	35.26	35.62	36.39	36.10	در ۴۵ روزگی Day 45
0.7496	0.4713	0.7496	0.978	37.70	38.80	39.50	39.50	در ۶۰ روزگی Day 60
0.8610	0.9302	0.3665	1.168	40.24	42.48	40.78	42.30	در ۸۰ روزگی Day 80
افزایش وزن روزانه (گرم)								
Daily gain (g)								
0.9242	0.8048	0.8940	0.019	194.67	193.33	189.33	181.33	در ۱۵ روزگی 0-15
0.4498	0.3766	0.4694	0.024	177.14	178.57	171.43	107.14	در ۳۰ روزگی 15-30

0.6218	0.2720	0.1897	0.026	201.43	241.43	230.71	317.14	در ۴۵ روزگی 30-45
0.7391	0.5122	0.4492	0.025	162.67	212.00	207.33	226.67	در ۶۰ روزگی 45-60
0.8338	0.2472	0.1549	0.025	127.00	184.00	64.00	140.00	در ۸۰ روزگی 60-80
0.5628	0.0850	0.0546	0.282	7.40 ^a	6.57 ^{ab}	6.70 ^{ab}	5.19 ^b	ضریب تبدیل Feed conversation

* اعدادی که در هر ردیف با حروف متفاوت نشان داده شده اند از نظر آماری معنی دار هستند.

^۱ اندازه ذرات

نتیجه گیری کلی

در این مقاله اثر توام ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی الیاف بر عملکرد بره‌ها بررسی و برای اولین بار اصطلاح الیاف نامحلول در شوینده خنثی غیر قابل هضم موثر فیزیکی (peiNDF) تعریف شد. با این که متفاوت بودن اندازه ذرات و مقدار iNDF خوراک توانسته بر برخی پارامترهای اندازه گیری شده (فعالیت جویدن، قابلیت هضم ظاهری و مقدار مصرف خوراک) اثرگذار باشد اما بر قابلیت هضم حقیقی خوراک و افزایش وزن بره‌ها اثر معنی داری نداشت. با این وجود با محاسبه بخش‌های قابل و غیر قابل هضم الیاف جیره توانستیم جیره را با دقت بیشتری تنظیم کنیم. به نظر می‌رسد سیستم‌های تغذیه‌ای برای تنظیم دقیق‌تر جیره‌ها باید از نظر تنظیم الیاف دقیق‌تر شوند.

منابع

- Allen, M.S., and Mertens, D.R. 1988. Evaluating the constraints of fibre digestion by rumen microbes. *J. Nutr.* 118: 261–270.
- AOAC. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists international, Gaithersburg, MD.
- Cannas, A., Tedeschi, L.O., Fox, D.G., Pell, A.N., and Van Soest, P.J. 2004. A mechanistic model to predict nutrient requirements and feed biological values for sheep. *J. Anim. Sci.* 82: 149-169.
- Combs, D.K. 2013. TTNDFD: A new approach to evaluate forages. Department of Dairy Science. University of Wisconsin-Madison.
- Elizalde, H.F., and Henríquez, R.I. 2009. Effects of alfalfa haylage harvesting systems on dry matter intake and feeding behaviour of east friesland ewes in late pregnancy. *Archivos de Medicina Veterinaria* 41: 107-113.
- Harper, K. J., and McNeill, D.M. 2015. The role iNDF in the regulation of feed intake and the importance of its assessment in subtropical ruminant systems (the role of iNDF in the regulation of forage intake). *J. Agriculture.* 5: 778-790.

7. Helander, C. 2014. Forage feeding in intensive lamb production: intake and performance in ewes and lambs. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences, Skara.
8. Hogue, D.E. 1987. Estimated indigestible neutral detergent fiber as an indicator of voluntary feed intake by lambs. page 61 in proceedings of the Cornell Nutrition Conference. Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, NY.
9. Hogue, D.E. 1991. Intake and fermentation rates of diets in growing lambs. page 83 in proceedings of the Cornell Nutrition Conference. Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, NY.
10. Kononoff, P.J. 2002. The effect of ration particle size on dairy cows in early lactation. Ph. D. Thesis. The Pennsylvania State University.
11. Krizsan, S.J., Ahvenjärvi, S., and Huhtanen, P. 2010. A meta-analysis of passage rate estimated by rumen evacuation with cattle and evaluation of passage rate prediction models. J. Dairy Sci. 93: 5890–5901.
12. Lammers, B., Buckmaster, D., and Heinrichs, A. 1996. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. J. Dairy Sci. 79: 922-928.
13. Lopes, F., Cook, D.E., and D. K, Combs. 2014. Validation of an *in vitro* model for predicting rumen and total-tract fiber digestibility in dairy cows fed corn silages with different *in vitro* neutral detergent fiber digestibilities at 2 levels of dry matter intake. J. Dairy Sci. 98: 574–585.
14. Lund, P., Weisbjerg, M.R., and Hvelplund, T. 2006. Digestible ndf is selective lyretained in the rumen of dairy cows compared to indigestible NDF. J. Anim. Feed Sci and Tech. 134: 1-17.
15. Mertens, D.R. 1993. Rate and extent of digestion. quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 13–51.
16. Mertens, D.R. 1997. Creating a system of meeting the fiber requirements of dairy cows. J. Dairy Sci. 80: 1463-1481.
17. NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
18. Oba, M., and Allen, M.S. 2000. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 2. chewing activities. J. Dairy Sci. 83: 1342–1349.
19. Raffrenato, E., and Erasmus, L.J. 2013. Variability of indigestible ndf in c3 and c4 forages and implications on the resulting feed energy values and potential microbial protein synthesis in dairy cattle. J. Animal Sci. 43: 93-97.
20. SAS. 2002. SAS user's guide statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
21. Storm, A. C., and Kristensen, N.B. 2010. Effects of particle size and dry matter content of a total mixed ration on intraruminal equilibration and net portal flux of volatile fatty acids in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 93: 4223–4238.

22. Tafaj, M., Zebeli, Q., Baes, Ch., Steingass, H., and Drochner, W. 2007. A meta-analysis examining effects of particle size of total mixed rations on intake, rumen digestion and milk production in highyielding dairy cows in early lactation. *J. Anim. Feed Sci. Technol.* 138: 137–161.
23. Taylor, C.C., and Allen, M.S. 2005c. Corn grain endosperm type and brown midrib 3 corn silage: feeding behavior and milk yield of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 88: 1425–1433.
24. Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch poly saccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
25. Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY. pp. 354-370.
26. Weidner, S. J., and Grant, R. J. 1994. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soyabean hulls to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 77: 522–532.
27. 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.
28. Zali, S.M., Teimouri Yansari, A., and Jafari Sayyadi, A. 2015. Effect of particle size and fragility of corn silage and alfalfa hay on intake, digestibility, performance, and chewing activity of fattening male lambs. *J. Veterinary Sci.* 1: 47-57.
29. Zhao, X.H., Zhang, T., Xu, M., and Yao, J.H. 2011. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. *J. Anim Sci.* 89: 501–509.
30. Zhao, X.G., Wang, M., Tan, Z.L., Tang, S.X., Sun, Z.H., Zhou, C.S., and Han, X.F. 2009. Effects of rice straw particle size on chewing activity, feed intake, rumen fermentation and digestion in goats. *Asian-Aust. J. Anim Sci.* 22: 1256 – 1266.
31. Zebeli, Q., Aschenbach, J.R., Tafaj, M., Boguhn, J., Ametaj, B.N., and Drochner, W. 2012. Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95: 1041–1056.
32. Zebeli, Q., Tafaj, M., Steingass, H., Metzler, B., and Drochner, W. 2006. Effects of physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 89: 651–668.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 4(3), 2016
<http://ejrr.gau.ac.ir>

The effect of particle size and indigestible NDF on growing lamb performance

S. Yousefian¹, * A. Teimouri Yansari², Y. Chashnidel³

¹Ph.D. Student., ²Associate Prof., and ³Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Animal and Fisheries Sciences, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Sari, Mazandaran, Iran

Received: 09/06/2016; Accepted: 11/21/2016

Abstract

Background and objectives: The NDF has been proposed as a reliable predictor of voluntary DMI under certain conditions. However, as formulating a diet to a specific level of NDF without reference to the iNDF could markedly affect the resulting intake, digestibility, and metabolizable energy content of the diet, therefore, adjusting the amount of iNDF in the diet of high production animals is very useful. On the other hand, Feed particles are retained selectively in the rumen that can explain the variable digestibility of rations with similar chemical characteristics. Therefore, the objectives of this experiment were to combination of Particle Size and iNDF of rations for its relation to lamb performance.

Materials and methods: For this experiment, 20 lambs used with an average weight of 25.15 ± 2.82 kg and similar age (8 month) in a completely randomized design with 4 treatments in 5 replications. The NDF content of rations in experimental treatments were similar and including: 1) alfalfa with medium particle size and low iNDF, 2) alfalfa with fine particle size and low iNDF, 3) alfalfa with medium particle size and high iNDF and 4) alfalfa with fine particle size and high iNDF. For determination of iNDF, using ruminal fistulated ewes and samples incubated in the rumen for 288h; and peNDF was determined by dry sieving technique. Animals were housed in individual cages and after adaptation on environment and ration, offered treatments for *ad libitum* intake over 80 days. Weight in 15 days and daily feed consumption was determined. Apparent and real digestibility of dry matter and organic matter of ration, ruminal parameters, and feed conversion were determined.

*Corresponding authors: astymori@yahoo.com

Results: The Results of this experiment showed that the effect of dietary iNDF on dry matter intake, chemical characteristics of rations and nutrients digestibility was significant but this effect on peNDF was not significant. Rations for higher iNDF had higher feed intake and lower dry matter digestibility, But really digestibility were similar between treatments. The effect of iNDF and physical characteristics of fiber ($P<0.0001$) and their interaction on eating, ruminating and total chewing activity (min per day, DM, NDF, iNDF, TTNDFD and peNDF) were significant, but their effect on ruminal characteristics (pH, NH₃-N) were not significant. Also, The effect of iNDF and peNDF on lambs were not significant but the effect of particle size on Feed conversation was significant.

Conclusion: The Results from this experiment showed that different levels of particle size and iNDF could effect on some animal parameters but their effect on Production performance and animal growth was not significant. the results showed that using iNDF as a fibrous index is more sensitive than NDF in fiber regulation of ruminant rations.

Keywords: iNDF, Physically effective fiber, Digestibility, Performance, ١٥٦Lambing