

## تعیین اندازه ذرات علف یونجه خشک با سیستم پنیسلوانیا و اثر آن روی توان تولیدی گاوهای شیرده

علی نیکخواه<sup>۱</sup>، مسعود نصوحی<sup>۲</sup> و ابوالفضل زالی<sup>۳</sup>  
۱، ۲، ۳، استاد، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و مربی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۳/۶

### خلاصه

هدف از این پژوهش اندازه‌گیری طول قطعات علف خشک یونجه و ارزیابی اثرات اندازه ذرات یونجه در جیره مصرفی گاوهای شیرده روی توان تولیدی گاوها (خوراک مصرفی، شیر تولیدی، ترکیبات شیر، pH مایع شکمبه، ...) بود. در این پژوهش ۱۲ رأس گاو هلشتاین شیرده (۸۴±۱۹ روز پس از زایش با وزن ۵۸۰±۵۵ کیلوگرم، زایش دوم و سوم) در طرح چرخشی متوازن با چهار جیره، سه دوره و سه بلوک (چهار راس گاو در هر بلوک) تحت آزمایش قرار گرفتند. طول هر دوره ۲۸ روز بود، گاوها به طور انفرادی با جیره‌های مورد آزمون تغذیه می‌شدند، جیره‌ها از لحاظ انرژی، پروتئین و دیگر مواد مغذی و معدنی یکسان بودند فقط تفاوت آنها در اندازه ذرات یونجه مصرفی بود، یونجه با دستگاه دارای توری ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌متری خرد شد که میانگین طول هندسی آن روی الک‌های دستگاه پنیسلوانیا به ترتیب برابر ۲/۸۶، ۴/۴۴، ۴/۷۸ و ۷/۳۶ میلی‌متر بود. نتایج این پژوهش نشان داد: با افزایش طول قطعات خوراک مصرفی (برای جیره به ترتیب ۲۲/۰۸، ۲۱/۴۹، ۲۱/۰۴ و ۲۰/۶۱ کیلوگرم ماده خشک در روز) کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). جیره حاوی یونجه با میانگین هندسی ۲/۸۶ میلی‌متر کمترین درصد چربی ۲/۷۷±۰/۳۲ و بالاترین درصد چربی ۳/۴۳±۰/۴، ۳/۵۱±۰/۳ و ۳/۶۱±۰/۳۲ متعلق به جیره‌های حاوی شماره ۲ الی ۴ بود ( $P < 0/05$ ). میانگین مقدار شیر تولیدی بر اساس ۴٪ چربی تصحیح شده به ترتیب برای جیره‌های ۱ الی ۴ برابر ۲۷/۸۶±۳/۲۹، ۳۰/۴۲±۲/۱۹، ۳۲/۴۵±۵/۱۰ و ۳۳/۸۲±۵/۵۸ کیلوگرم در روز بود ( $P < 0/05$ ). ضریب تبدیل جیره به شیر تولیدی به ترتیب برابر ۰/۷۹، ۰/۷۱، ۰/۶۵ و ۰/۶۱ ( $P < 0/05$ ) بود. اختلاف بین میانگین pH شکمبه معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) بود، pH برای جیره ۱ برابر ۵/۵۸ و برای جیره‌های دیگر از ۶ بالاتر بود. طول اندازه قطعات یونجه روی متابولیت‌های خون اثر معنی‌داری نداشت.

### واژه‌های کلیدی: اندازه ذرات علوفه یونجه، سیستم پنیسلوانیا، توان تولیدی گاوهای هلشتاین شیرده

#### مقدمه

اخیرا شورای تحقیقات ملی آمریکا (NRC, 2001)<sup>۱</sup> مطرح کرده است که حداکثر دیوار سلولی<sup>۲</sup> مورد نیاز در جیره گاوهای شیرده تابع غلظت کربوهیدرات‌های غیر الیافی جیره، مؤثر بودن

آن روی خوراک مصرفی و انرژی خالص شیردهی<sup>۳</sup> می‌باشد و از طرفی بیان کرده است که حداقل دیواره سلولی مورد نیاز در جیره تابع ماهیت و توانایی جیره در راستای نگهداری اعمال شکمبه و تخمیر آن می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد افزایش الیاف در جیره و اندازه قطعات<sup>۴</sup> علوفه به طور

مکاتبه کننده: علی نیکخواه

3 . Net Lactating energy (NEL)

4 . Cut length

1 . National Research Council of America (NRC)

2 . Neutral detergent fiber (NDF)

فیزیکی علوفه را اینگونه تعریف کرده است که آن قسمت از منبع الیافی جیره که نشخوار کردن و ترشح بزاق را به طور مؤثری تحریک کند. گرت و همکاران (۱۹۹۰a) این تعریف را اینگونه ارائه کرده‌اند که الیاف مؤثر علوفه عبارتست از مقدار ذراتی که نمی‌توانند از غربال با منافذ ۱ میلی‌متری عبور کنند. نتایج تحقیقات نشان داده است که ذراتی که روی الک با منافذ ۱/۱۸ میلی‌متری (سیستم پنسیلوانیا) باقی می‌ماند کندتر از آنهایی که روی این توری باقی‌نمی‌مانند از شکمبه عبور می‌کنند (۱۲، ۱۶).

تعیین اندازه ذرات علوفه تا قبل از ابداع سیستم پنسیلوانیا<sup>۲</sup> خیلی دشوار بود، ولی پس از اختراع این سیستم که روشی آسان و ارزان است، اندازه‌گیری ذرات علوفه به سهولت انجام می‌شود (۱۱).

مصرف مقدار کافی مواد خشبی با شکل فیزیکی مشخصی برای تأمین بزاق کافی در نشخوار کنندگان لازم است (۸)، علاوه بر مقدار مصرف الیاف، اندازه قطعات الیاف عامل تحریک نشخوار و تولید بزاق می‌باشد در جیره غذایی گاوهای پرتولید باید حداقل الیاف مؤثر تأمین شود تا حیوان به ناهنجاریهای متابولیکی منجمله اسیدوز مبتلا نشود (۸). در سالهای اخیر برای تنظیم وضعیت شکمبه و جلوگیری از بعضی ناهنجاریهای متابولیکی به ویژه در حد مطلوب ماندن pH شکمبه از جیره کاملاً مخلوط<sup>۳</sup> (TMR) استفاده می‌کنند، زیرا نحوه خرد کردن علوفه و شکل ذرات علوفه نقش مهمی در ویژگی‌های جیره کاملاً مخلوط ایفا می‌کنند (۸، ۱۰).

اهداف این پژوهش استفاده از سیستم پنسیلوانیا برای اندازه‌گیری قطعات یونجه، قطعات علوفه در جیره کاملاً مخلوط و اثر آنها روی pH شکمبه، بعضی متابولیت‌های خون و ترکیبات شیر و تولید شیر گاوهای شیرده هلشتاین بود.

### مواد و روش‌ها

چهار جیره غذایی بر حسب نیاز گاوهای شیرده (NRC, 1989) فرموله و آماده گردید (جدول ۱ و ۲). جیره‌ها از لحاظ انرژی خالص شیردهی (NEL)، پروتئین قابل تجزیه،

مؤثری موجب افزایش فعالیت جویدن و در نتیجه افزایش ترشح بزاق، افزایش pH شکمبه و افزایش نسبت استات به پروپیونات و شیر تولیدی گاوهای شیرده می‌گردد (۵، ۱۵). جویدن در زمان نشخوار کردن به خالی شدن مواد هضمی از شکمبه و نگاری کمک می‌کند و موجب کاهش فیزیکی اندازه قطعات مواد خوراکی می‌گردد (۲۰). مشاهده شده است که اندازه ذرات جیره روی خوراک مصرفی و فعالیت‌های جویدن و تخمیر در شکمبه اثر گذار است و با توانائی جیره از لحاظ دیواره سلولی مؤثر جهت تأمین الیاف مورد نیاز حیوان ارتباط دارد (۷). اختلاف در تخمیر شکمبه و اعمال آن می‌تواند به واسطه مصرف جیره‌های غذایی با فیبر مؤثر همراه باشد. البته کاهش اندازه ذرات علوفه به عنوان وسیله‌ای برای افزایش خوراک مصرفی در گاوها در دوره اولیه شیردهی استفاده می‌شود (۲۲).

تغذیه گاوهای شیرده با جیره فاقد الیاف ساختمانی مناسب، در عمل می‌تواند در تخمیر شکمبه اختلال ایجاد کند، مقدار الیاف زیاد طویل و زبر می‌تواند خوراک مصرفی و قابلیت هضم جیره را محدود کند و در نهایت روی توازن انرژی حیوان مؤثر باشد (۱۳). میزان اتساع شکمبه - نگاری از عواملی است که روی مقدار مصرفی خوراک نشخوارکنندگان نقش دارد و این میزان تابع انرژی مورد نیاز حیوان یا پرشدگی شکمبه می‌باشد. علوفه با ذرات طویل سبب پرشدگی بیشتر شکمبه می‌شود، زیرا سرعت عبور ذرات در شکمبه کندتر می‌گردد (۲، ۲۲). دیواره سلولی که سبب حجیم شدن علوفه می‌شود، ماهیت شیمیایی دارد و نمی‌تواند به تنهایی در فرموله کردن جیره غذایی گاوهای شیرده پرتولید در نظر گرفته شود، زیرا خاصیت فیزیکی یعنی طول و شکل ذرات علوفه متفاوت است و میزان مؤثر بودن آنها فرق می‌کند. دیواره سلولی (NDF)، خصوصیت فیزیکی الیاف را از لحاظ چگالی، اندازه و کل ذرات، به حساب نمی‌آورد. در صورتیکه خصوصیات فیزیکی می‌تواند سلامتی حیوان، تخمیر شکمبه، متابولسم حیوان و تولید چربی شیر (مستقل از ترکیبات شیمیایی NDF را) تحت تأثیر قرار دهد (۲۱).

برای آمیختن ماهیت فیزیکی و شیمیایی و کمی کردن ارزش غذایی علوفه از لحاظ وظایف شکمبه فرضیه الیاف مؤثر<sup>۱</sup> ابداع گردیده است (۱۰)، مرتنس (۲۰۰۱) دیواره سلولی مؤثر

2 . Penn state particle separator

3 . Total mixed ration

1 . Effective fiber

جدول ۱- درصد مواد خوراکی تشکیل دهنده جیره آزمایشی  
(بر اساس ۱۰۰ درصد ماده خشک)

درصد در جیره بر حسب ماده خشک	مواد خوراک
۳۱/۶	یونجه
۸/۴	ذرت سیلو شده
۱۰/۵۳	سیوس گندم
۰/۶۸	بلغور دانه ذرت
۲۸/۹۶	بلغور دانه جو
۱/۹۵	کنجاله سویا
۶/۰۵	کنجاله تخم پنبه
۱۰/۴۹	تخم پنبه
۰/۳	نمک
۰/۶۵	سنگ آهک

جدول ۲- انرژی و ترکیبات شیمیایی جیره آزمایشی  
(۱۰۰٪ ماده خشک)

درصد	مواد مغذی
۱۷/۴	پروتئین خام
۲۹/۸	پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه
۷۰/۲	پروتئین قابل تجزیه در شکمبه
۳۵/۶	دیواره سلولی
۶۳/۰	دیواره سلولی
۱/۶۸	انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم)
۰/۷۸	کلسیم
۰/۵۱	فسفر
۰/۳۴	منیزیم
۰/۱۸	سدیم
۰/۳۱	کلر
۱/۴۶	پتاسیم
۰/۲۴	گوگرد
۲۰/۱۲	توازن کاتیون - آنیون (میلی اکی والان)

در طول دوره آزمایش شیر روزانه (صبح، ظهر و عصر) توزین و ثبت می‌شد. برای اندازه‌گیری ترکیبات شیر گاوها، دوبار هر هفته از شیر دوشیده شده صبح، ظهر و شب (درصد چربی، پروتئین خام، درصد لاکتوز، درصد مواد جامد بدون چربی، درصد کل مواد جامد) توسط دستگاه میلکواسکن مدل ب اندازه‌گیری و یا فرمول زیر:

$$\text{شیر صبح} \times \text{غلظت شیر ظهر} \times \text{غلظت شیر شب} \times \text{غلظت هر فراسنجه} = \text{مقدار شیر (۳ وعده)} \quad (24 \text{ ساعت})$$

غیر قابل تجزیه و پروتئین خام و سایر مواد مغذی و عناصر معدنی یکسان بودند، اختلاف جیره‌ها فقط در طول قطعات یونجه بود.

در طول دوره آزمایش، هفته‌ای یک دفعه از یونجه‌های خرد شده با علف خرد کن با نصب توریهای با قطر منافذ ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌متر و خوراک‌های کاملاً مخلوطی مصرفی نمونه‌برداری می‌شد. اندازه قطعات آنها در آزمایشگاه با سیستم پنسیلوانیا (دارای دو الک و یک سینی) اندازه‌گیری می‌شد. اندازه قطر منافذ الک اول ۱۹ و الک دوم ۸ میلی‌متر بود. برای اندازه‌گیری قطعات مقدار ۵۰ گرم از یونجه خشک یا جیره مخلوط روی الک اول گذاشته می‌شد و با عقب و جلو بردن دستگاه (به مسافت ۳۰ سانتی‌متر) و چرخاندن الک (۳) نمونه غربال می‌شد. پس از الک کردن مواد باقیمانده روی هر الک جداگانه توزین و درصد آن روی هر الک محاسبه می‌شد. میانگین هندسی اندازه قطعات یا معادله پیشنهادی (۳) زیر تعیین می‌گردید.

$$X_{gm} = \text{Log}^{-1} \frac{\sum (M_i \text{Log} \bar{X}_i)}{\sum M_i}$$

$$S_{gm} = \text{Log}^{-1} \left[ \frac{\sum M_i (\text{Log} \bar{X}_i - \text{Log} X_{gm})^2}{\sum M_i} \right]^{1/2}$$

$$X_i = \text{قطر منافذ الک آم،}$$

$$X_{gm} = \text{میانگین هندسی اندازه قطعات}$$

$$\bar{X}_i = \text{میانگین هندسی طول قطعات روی آمین الک}$$

$$M_i = \text{توده روی آمین الک (مقدار واقعی بعد از الک کردن)}$$

$$S_{gm} = \text{انحراف معیار}$$

در این تحقیق از ۱۲ رأس گاو شیرده با سن و مشخصات و زایش یکسان (با وزن  $55 \pm 580$  کیلو) یا روزهای شیردهی  $19 \pm 84$  روز پس از زایش با میانگین تولید  $32/32 \pm 9/33$  کیلوگرم شیر با سه دفعه دوشیدن در روز انتخاب شدند و بر اساس طرح آماری انتخاب شده گروه‌بندی و بر حسب نیاز (1989) NRC تغذیه شدند. خوراک مصرفی روزانه اندازه‌گیری می‌شد، در هر هفته یک دفعه از جیره‌ها و باقیمانده آنها نمونه‌برداری و در آزمایشگاه ماده خشک آنها تعیین می‌شد.

(جدول ۵) درصد چربی شیر گاوهای که با جیره حاوی قطعات علوفه با میانگین هندسی ۳/۸۶ میلی‌متر تغذیه شده بودند کمتر از ۳٪ بود. در صورتیکه درصد سایر ترکیبات شیر تحت تأثیر این فراسنجه قرار نگرفته بود. روند اثر دوره شیردهی روی فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده با اثر جیره در این مورد متفاوت بود. در دوره‌های متوسط و آخر شیردهی به علت افزایش مصرف علوفه در جیره، اندازه قطعات چنان مؤثر نمی‌باشد. تفاوت بین دوره اول با دوره‌های دوم و سوم معنی‌دار می‌باشد و تفاوت بین دوره دوم و سوم معنی‌دار نمی‌باشد. یا توجه به وضعیت فیزیولوژیکی گاوها این نتایج دور از انتظار نیست.

مقدار شیر تولیدی و ترکیبات آن در جدول شماره ۵ گزارش شده است. اثر اندازه قطعات یونجه در جیره‌ها روی شیر خام تولیدی معنی‌دار نبود ولی در مورد شیر تصحیح شده برای ۳/۰، ۳/۵ و ۴٪ چربی معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) بود. در این پژوهش نسبت خوراک خشک مصرفی به شیر خام گاو تولیدی برای جیره‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۰/۶۴، ۰/۶۲، ۰/۶۰ و ۰/۵۸ کیلوگرم بوده است. در این آزمایش طول قطعات علوفه روی خوراک مصرفی مؤثر بود ( $P < 0.05$ ). این نتایج با گزارش دیگران مطابقت داشت (۱۲، ۱۸) ولی با گزارش کلارک و آرمنتا (۱۹۹۹) و بال و همکاران (۲۰۰۰) مغایرت داشت.

میانگین خوراک مصرفی (صد درصد ماده خشک) در روز برای جیره‌های ۱-۴ به ترتیب برابر ۲۲/۱، ۲۱/۴۹، ۲۱/۰ و ۲۰/۶۶ کیلوگرم بود تفاوت بین میانگین، جیره ۱ با جیره ۳ و ۴ معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). تغییرات وزن گاوها با مصرف جیره‌های آزمایشی در طول دوره آزمایش برای جیره چهارگانه به ترتیب برابر ۴۲۲، ۳۲۸، ۳۶۵ و ۲۷۳ گرم در روز بود در این مورد هم تفاوت بین میانگین جیره ۱ با جیره‌های ۲، ۳ و ۴ معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). این تفاوت نشانگر این است که جیره با طول ذرات کوچکتر از ۳ میلی‌متر سبب تولید پروپیونیک بیشتر شده است (۱۳، ۱۷).

pH مایع شکمبه گاوهای تغذیه شده با جیره ۱، اسیدی‌تر از سایر جیره‌ها بود (جدول ۵) و تفاوت بین آنها معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) pH مایع شکمبه گاوهای تغذیه شده با جیره ۱ برابر ۵/۸ بود که در نتیجه موجب تغییر تولید VFA و سبب کاهش آن شده است. این یافته با نتایج گزارش شده به وسیله دیگران مطابقت دارد (۸).

محاسبه می‌گردید. برای تعیین وضعیت بدنی گاوها در هر دوره آزمایش گاوها در شروع و خاتمه آزمایش توزین می‌شدند.

در آخرین روز هر دوره آزمایش مایع شکمبه از شکمبه هر گاو به وسیله لوله مری خارج و pH آن تعیین می‌گردید. در همین روز از سیاهرگ وداج گردنی هر گاو خونگیری می‌شد و برای تعیین انسولین، گلوکز، نیتروژن اوره، کلسترول، تری گلیسریدها و کل پروتئین پلاسما به آزمایشگاه ارسال می‌گردید. داده‌ها برای تمام فراسنجه‌ها طبق طرح آماری به کار رفته و با کمک نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. مدل آماری استفاده شده:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + B_k + A_l + R_m + E_{ijklm}$$

## نتایج و بحث

در جداول ۳ و ۴ توصیف فیزیکی و اندازه قطعات یونجه و خوراک کاملاً مخلوط که به وسیله سیستم پنسیلوانیا اندازه‌گیری شده گزارش گردیده است به طوری که مشاهده می‌شود طول قطعات یونجه علف جیره غذا روی الک اول در تمام موارد بزرگتر الک دوم و سینی می‌باشد. میانگین هندسی اندازه ذرات یونجه برای الک ۱۹ میلیمتری، ۸ میلیمتری و سینی که با توریه‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌متری خرد شده به ترتیب برابر ۲/۸۶±۱/۶۷، ۴/۴۴±۲/۴۰، ۴/۸۷±۲/۹۳ و ۷/۳۶±۳/۹۷ میلی‌متری بود.

اندازه قطعات علف و همچنین تراکم<sup>۱</sup> NDF در جیره روی pH شکمبه اثر دارد، این نتایج با گزارش محققین دیگر همخوانی دارد (NRC, 2001). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که هنگامی که علوفه نرم خرد شده جایگزین علوفه خشک خرد شده گردد، جریان ترشح بزاق تا حدود ۵٪ کاهش یافت ولی با افزایش NDF جیره از ۲۰٪ به ۲۴٪ جریان بزاق فقط ۱٪ افزایش می‌یابد (۲). میانگین اندازه قطعات علوفه یونجه برای نگهداری pH در حد مطلوب، فعالیت جویدن، درصد چربی شیر باید کمتر از ۳ میلیمتر نباشد (۲، ۱۱، ۲۲). اندازه قطعات یونجه در آزمایش حاضر برای توری‌های ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌متری از این مقدار بزرگتر بوده است.

در پژوهش حاضر درصد چربی شیر به طور معنی‌داری تحت تأثیر اندازه قطعات یونجه قرار گرفته است ( $P < 0.05$ )

1. Concentration

جدول ۳- میانگین قطعات یونجه استفاده شده در جیره‌های غذایی گاوهای اندازه‌گیری شده با روش پنسیلوانیا

$M_i(\text{Log}x_i - \text{Log}x_{gm})^2$	$M_i \log x_i$	$\text{Log } x_i$	اندازه قطعات روی هر الک میلی‌متر	تجمع قطعات زیر هر الک (درصد)	یونجه باقیمانده روی هر الک (درصد)	اندازه روزنه‌های الک (میلی‌متر)
توری ۱۰ میلی‌متری*						
۲/۱۸	۲/۴۷	۱/۳۹	۲۵/-	۹۷/۵	۲/۵	۱۹
۲/۴۰	۶/۵۴	۱/۰۹	۱۲/۳۳	۹۱/۵	۶/۰	۸
۰/۴۱	۳۵/۵۹	۰/۳۹	۲/۴۵	--	۹۱/۵	سینی میانگین هندسی
توری ۲۰ میلی‌متری**						
۵/۵۴	۸/۷۸	۱/۴۵	۳۵/۰۰	۹۴/۳	۵/۷	۱۹
۵/۴۷	۲۹/۹۶	۱/۰۹	۱۲/۳۳	۶۶/۸	۲۷/۵	۸
۴/۴۶	۲۵/۹۸	۰/۳۹	۲/۴۵	--	۶۶/۸	سینی
توری ۴۰ میلی‌متری***						
۱۲/۵۴	۲۰/۵۲	۱/۷۱	۵۲/۰۰	۸۸	۱۲	۱۹
۳/۲۳	۲۱/۸	۱/۰۹	۱۲/۳۳	۶۸	۲۰	۸
۶/۰۶	۲۶/۴۵	۰/۳۹	۲/۴۵	--	۶۸	سینی
توری ۱۰۰ میلی‌متری****						
۲۱/۹۵	۴۲/۶۹	۱/۸۴	۷۰/۰۰	۷۶/۸	۲۳/۲	۱۹
۱/۰۰	۲۲/۰۲	۱/۰۹	۱۲/۳۳	۵۶/۶	۲۰/۲	۸
۱۲/۹۴	۲۲/۰۲	۰/۳۹	۲/۴۵	--	۵۶/۶	سینی

\* میلی‌متر  $X_{gm}=2/86$  (میانگین هندسی) \*\* میلی‌متر  $X_{gm}=4/44$  \*\*\* میلی‌متر  $X_{gm}=4/87$  \*\*\*\* میلی‌متر  $X_{gm}=7/36$   
 \* میلی‌متر  $S_{gm}=1/67$  (انحراف معیار) \*\* میلی‌متر  $S_{gm}=2/40$  \*\*\* میلی‌متر  $S_{gm}=2/93$  \*\*\*\* میلی‌متر  $S_{gm}=3/97$   
 (۱)  $M_i$  = درصد قطعات باقیمانده روی هر الک (۲)  $X_i$  = میانگین اندازه قطعات روی هر الک (۳)  $S_{gm}$  = برای قطعات (۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتر به ترتیب  
 (۴)  $X_{gm}$  = میانگین هندسی اندازه قطعات برای ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌متری به ترتیب برابر ۲/۸۶، ۴/۴۴، ۷/۳۶ و ۱۰/۶۷  
 بود. ۳/۷۹ و ۲/۹۳، ۲/۴ و ۲/۹۳ و ۳/۷۹ بود.

جدول ۴- میانگین قطعات جیره کاملاً مخلوط استفاده شده در جیره گاوها، اندازه‌گیری شده با روش پنسیلوانیا

$M_i(\text{Log}x_i - \text{Log}x_{gm})^2$	$M_i \log x_i$	$\text{Log } x_i$	میانگین اندازه قطعات روی هر الک میلی‌متر	تجمع قطعات زیر هر الک (درصد)	خوراک باقیمانده روی هر الک (درصد)	اندازه روزنه‌های الک (میلی‌متر)
جیره ۱*						
۶/۹۷	۱۴/۱۸	۱/۴۷	۳۰/۰۰	۹۰/۴	۹/۶	۱۹
۳/۹۴	۱۹/۱۸	۱/۰۹	۱۲/۳۳	۷۲/۸	۱۷/۶	۸
۳/۷۷	۲۸/۳۲	۰/۳۹	۲/۴۵	--	۷۲/۸	سینی
جیره ۲**						
۸/۱۲	۱۷/۶۳	۱/۵۶	۳۷/۰۰	۸۸/۷	۱۱/۳	۱۹
۳/۸۸	۲۹/۶۴۸	۱/۰۹	۱۲/۳۳	۶۱/۵	۲۷/۲	۸
۶/۴۱	۲۳/۹۲	۰/۳۹	۲/۴۵	--	۶۱/۵	سینی
جیره ۳***						
۱۰/۶۸	۲۱/۶۵	۱/۷۳	۵۴/۰۰	۸۷/۵	۱۲/۵	۱۹
۲/۸۶	۳۸/۴۷	۱/۰۹	۱۲/۳۳	۵۲/۵	۳۵/۳	۸
۹/۱	۲۰/۴۲	۰/۳۹	۲/۴۵	--	۵۲/۵	سینی
جیره ۴****						
۱۱/۳۵	۲۶/۵۵	۱/۸	۶۴/۰۰	۸۵/۳	۱۴/۷	۱۹
۱/۳۱	۵۰/۳۶	۱/۰۹	۱۲/۳۳	۳۹/۱	۴۶/۲	۸
۱۱/۰۷	۱۵/۲۱	۰/۳۹	۲/۴۵	--	۳۹/۱	سینی

\* میلی‌متر  $X_{gm}=4/14$  \*\* میلی‌متر  $X_{gm}=5/15$  \*\*\* میلی‌متر  $X_{gm}=8/36$  \*\*\*\* میلی‌متر  $X_{gm}=6/38$   
 \* میلی‌متر  $S_{gm}=2/41$  \*\* میلی‌متر  $S_{gm}=2/68$  \*\*\* میلی‌متر  $S_{gm}=3/07$  \*\*\*\* میلی‌متر  $S_{gm}=2/99$

جدول ۵ - میانگین و انحراف معیار فراسنجه‌های تولیدی گاوهای تغذیه شده با جیره‌های غذایی<sup>۱</sup>

اثر جیره	SEM	جیره				صفات مورد مطالعه
		۴	۳	۲	۱	
ns	۰/۸۴	۳۵/۷۵±۶/۴۷	۳۵/۱۲±۶/۳۹	۳۳/۳۳±۲/۷۵	۳۴/۲۶±۴/۳۸	تولید شیر خام (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۰۱	۰/۸۸	۳۸/۴۴ <sup>a</sup> ±۶/۳۴	۳۶/۸۷ <sup>a</sup> ±۵/۸۱	۳۴/۵۶ <sup>b</sup> ±۲/۴۹	۳۱/۶۶ <sup>c</sup> ±۳/۷۳	تولید شیر با ۳/۲ درصد چربی (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۰۱	۰/۸۲	۳۵/۸ <sup>a</sup> ±۵/۹۲	۳۴/۴ <sup>a</sup> ±۵/۴۱	۳۲/۲۴ <sup>b</sup> ±۲/۳۳	۲۹/۴۸ <sup>c</sup> ±۳/۴۸	تولید شیر با ۳/۵ درصد چربی (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۰۱	۰/۷۷	۳۳/۸۳ <sup>a</sup> ±۵/۵۸	۳۲/۴۵ <sup>a</sup> ±۵/۱۰	۳۰/۴۲ <sup>b</sup> ±۲/۱۹	۲۷/۸۶ <sup>c</sup> ±۳/۲۹	تولید شیر با ۴ درصد چربی (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۸	۳/۶۶ <sup>a</sup> ±۰/۳۲	۳/۵۱ <sup>a</sup> ±۰/۳۰	۳/۴۳ <sup>a</sup> ±۰/۴۰	۲/۷۷ <sup>b</sup> ±۰/۳۲	چربی شیر (درصد)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۳	۱/۳۰ <sup>a</sup> ±۰/۲۱	۱/۲۳ <sup>a</sup> ±۰/۱۸	۱/۱۴ <sup>b</sup> ±۰/۱۲	۰/۹۴ <sup>c</sup> ±۰/۱۳	چربی شیر (کیلوگرم در روز)
ns	۰/۰۳	۲/۶۳±۰/۲۶	۲/۶۲±۰/۱۸	۲/۶۳±۰/۱۸	۲/۶۲±۰/۲۴	پروتئین شیر (درصد)
ns	۰/۰۱	۰/۹۳±۰/۱۴	۰/۹۱±۰/۱۵۱	۰/۸۷۰±۰/۰۷۲	۰/۸۹±۰/۱۰۴	پروتئین شیر (کیلوگرم در روز)
ns	۰/۰۵	۸/۱۶±۰/۳۱	۸/۰±۰/۴۲	۸/۱۲±۰/۳۳	۸/۰۵±۰/۳۴	مواد جامد بدون چربی شیر (درصد)
ns	۰/۰۶	۲/۹۰ <sup>a</sup> ±۰/۴۶	۲/۸ <sup>ab</sup> ±۰/۴۹	۲/۷۰ <sup>b</sup> ±۰/۱۸	۲/۷۵ <sup>ab</sup> ±۰/۳۵	مواد جامد بدون چربی شیر (کیلوگرم در روز)
ns	۰/۱۰۷	۱۱/۷۹ <sup>a</sup> ±۰/۴۸	۱۱/۵۲ <sup>b</sup> ±۰/۶۰	۱۱/۵۷ <sup>ab</sup> ±۰/۵۱	۱/۸۲ <sup>c</sup> ±۰/۵۹	کل مواد جامد شیر (درصد)
ns	۰/۰۴۸	۴/۱۹ <sup>a</sup> ±۰/۶۴	۴/۰۳ <sup>ab</sup> ±۰/۶۵	۳/۸۵ <sup>bc</sup> ±۰/۲۳	۳/۷۰ <sup>c</sup> ±۰/۴۶	کل مواد جامد شیر (کیلوگرم در روز)
ns	۰/۰۴۸	۴/۹۲±۰/۱۴	۴/۸۷±۰/۴۶	۴/۹±۰/۲۴	۴/۸۲±۰/۲۷	لاکتوز شیر (درصد)
ns	۰/۰۴۱	۱/۷۵±۰/۲۹	۱/۷۰±۰/۳۱	۱/۶۳±۰/۱۲	۱/۶۵±۰/۲۴	لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۴۸	۰/۳۱	۲۰/۶۲ <sup>a</sup> ±۱/۷۲	۲۱/۰۴ <sup>b</sup> ±۱/۷۸	۲۱/۴۹ <sup>ab</sup> ±۱/۹۰	۲۲/۰۸ <sup>a</sup> ±۱/۹۸	ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۷	۱/۶۵ <sup>a</sup> ±۰/۳۱۰	۱/۵۶±۰/۲۰۹	۱/۴۳ <sup>b</sup> ±۰/۲۰۹	۱/۲۷ <sup>c</sup> ±۰/۱۹۲	بازده شیرداری ۴ درصد چربی
۰/۰۰۰۱	۰/۵۳	۰/۲۷۳ <sup>c</sup> ±۰/۰۳۰	۰/۳۶۵ <sup>b</sup> ±۰/۰۲۴	۰/۳۲۸ <sup>b</sup> ±۰/۰۳۴	۰/۴۲۲ <sup>a</sup> ±۰/۲۹	تغییرات وزن بدن (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۵	۶/۳۷ <sup>a</sup> ±۰/۲۷۱	۶/۳۸ <sup>a</sup> ±۰/۳۱	۶/۰۲ <sup>b</sup> ±۰/۱۴	۵/۵۸ <sup>c</sup> ±۰/۱۰۳	pH مایع شکمبه

۱- جیره‌های یک الی چهار حاوی علوفه یونجه خشک خرد شده با توریهای با روزنه ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌متری است.

a, b, c: با مقایسه آزمون چند دامنه دانکن، میانگین‌هایی که در یک سطر حروف مشترک ندارند با هم اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵)

ns= non significant

SEM = Standard error of the mean

جدول ۶- میانگین و انحراف معیار ترکیبات خونی گاوهای تغذیه شده با جیره‌های غذایی

اثر جیره	SEM <sup>۲</sup>	جیره				صفات مورد مطالعه
		۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۱۶	۱/۰۲۶	۱۴/۴۴±۳/۱۰	۱۶/۰۰±۴/۶۴	۱۴/۴۰±۳/۱۱	۱۸/۰۵±۲/۹۲	انسولین
ns	۲/۴۵	۶۷/۲۲±۱۵/۱۲	۶۹/۸۸±۱۸/۳۲	۶۷/۸۸±۹/۳۴	۸۰/۶۶±۱۲/۸۲	گلوکز
ns	۰/۸۴۲	۱۸/۶۶±۴/۲۱	۱۸/۴۴±۴/۰۹	۲۰/۶۶±۷/۴۱	۱۷/۷۷±۴/۱۱	نیتروزن اوره (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
ns	۱۴/۳۰	۳۴۳/۱۱±۸۱/۳۵	۳۲۷/۴۴±۷۰/۲۶	۳۰۴/۰۰±۷۶/۸۵	۳۱۲/۵۵±۱۱۷/۲۹	کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
ns	۱/۰۴	۲۵/۷۷±۵/۹۷	۲۳/۵۵±۶/۹۶	۲۳/۴۴±۶/۱۸	۲۴/۳۳±۶/۸۳	تری‌گلیسیریدها (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)
ns	۰/۲۳	۸/۵۵±۱/۶۳	۸/۸۱±۱/۰۴	۸/۳۷±۱/۷۶	۸/۸۷±۱/۲۵	کل پروتئین پلاسما (گرم در دسی‌لیتر)

۱- جیره‌های یک الی چهار حاوی علوفه یونجه خشک خرد شده با توریهای با روزنه ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ میلی‌متری است.

ns= non significant

2. SEM = Standard error of the mean

طور کلی کوچکتر شدن قطعات علوفه کوچکتر از ۳ میلی‌متر موجب کاهش pH شکمبه، افزایش تولید پروبیونات و درصد چربی شیر در نتیجه تغییر سطح انسولین خواهد شد.

### سپاسگزاری

این پژوهش با بودجه گرانت سال ۱۳۷۹ حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه تهران که به مؤلف اول مقاله اختصاص داده شده بود اجرا شده است. از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه و دانشکده کشاورزی به واسطه این اقدام علمی و سودمند تشکر می‌گردد.

ترکیبات خون، در این پژوهش، غلظت انسولین سرم، کلوکز، تری گلیسریدها، کلسترول، نیتروژن اوره و کل پروتئین پلاسمای خون در جدول ۶ گزارش شده است. به طوریکه ملاحظه می‌شود فقط میزان گلوکز تحت تأثیر جیره قرار گرفته است. گرانت و همکاران (۱۹۹۰ a) گزارش کردند با کوچک شدن قطعا یونجه در جیره میزان انسولین و گلوکز خون افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش حاضر هم گزارش آنها را تأیید می‌کند (جدول ۵). در مورد فراسنجه‌های خونی، تفاوت بین میانگین‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود هر چند روند نیتروژن اوره خون با کاهش قطعات علوفه افزایش یافته بود. به

### REFERENCES

- Allen, M. S. 2000. Effect of diet on short term regulation of feed intake by lactating cows. *J. Dairy. Sci.* 83: 1598-1624.
- Allen, M. S. 1997. Relationships between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80: 144-1462.
- ASAE. 2001. S424. method of determining and epressing particle size of chopped forage materials by sieving. In standards. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
- Bal, M. A, R. D. Shaver, A. G. Jirovec, K. J. Shinnors, & J. G. Coor. 2000. Crop processing and chop length on corm silage: Effect on intake, digestion and milk production by dairy cows. *J. DairySci.* 83: 1264-1273.
- Beauchemin, K. A. & L. M. Rode. 1997. Minimum versus optimum concentrations of fiber in dairy cows diets based on barley silage and concentrates of barley and corn. *J. Dary Sci.* 80: 1629-1639.
- Clark, P. W. & L. E. Armentano. 1999. Influence of particle sigz on the afectiveness of fiber in corn silage. *J. Dairy Sci.* 82(8): 581-588.
- Fischer, J. M., J. G. Buchanan –Smith, C. Campbell, D. G. Grieve, & O. B. Allen. 1994. Effect of forage paricle size and long hay for cows fed total mixed rations based on alfalfa and corn. *J.Dairy Sci.* 77: 217-228.
- Grant, R. J., V. F. Colenbrander & D. R. Mertens. 1990a. Milk fat depresion in dairy cows role of particlesigz of alfalfa. *J. Dairy Sci.* 73: 1521-1533.
- Heinrichs, A. J., B. P. Lammers & D. R. Buckmaster. 1999. Processing, mixing, and particle size rduction of forages for dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 77: 180-186.
- Hinders, R. 1998. Neutral detergent fiber analysis needed for top ration formulation. *Feed stuffs.* (March. 9): 12.
- Mertens, D. R. 2000. Physically effective NDF and its use in dairy rations explorids. *Feedstuffs*, P. 11-14, April, 10, 2000.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting fiber requirements of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80: 1463-1482.
- National Research Council. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6<sup>th</sup> revised. Natlt. Acad. Sci. Washington. DC.
- NRC, National Research Council. 2001. Nutrient requiement of dairy cattle 7<sup>th</sup> revised edition nati. ACAD. Sci. Washington. DC.
- Norgaard, P. 1983. Saliva secretion and acid – base status of ruminant. At review *Acta Vet.* Second suppl. 89: 93-100.

16. Popi, D. P., R. E. Hendrikson & D. J. Minson. 1985. the relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle. *J. Agric.* 105: 2-14.
17. Schwab, E. C., R. D. Shaver, K. J. Shinnors, J. g. Lauer, & J. G. Corrs. 2001. Processing and chop length effects in brown – midrib corn silage on intake, digestion, and milk production dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 613-623.
18. Stockdate, C. R., & G. W. Beavis. 1994. Nutrition evaluation whole plant maize ensiled at three chop lengths and fed to lactating dairy cattle. *Aust. Jonr. of Etp. Agri.* 34: 709-716.
19. Sudiweeks, E. M. L. O. , O. Ely, Dir. Mertens, & L. R. Risk. 1981. Assessing minimum amounts and form roughages in ruminant diets. Roughage value index system. *J. Dairy Sci.* 53: 1406-1411.
20. Ulyatt, M. J., D. W. Dellow, A. John, C. S. W. Reid, & G. C. Waghorn. 1986. Contribution by chewing during eating and rumination to the clearance of digesta from the reticulo – rumen. In: control of Digestion and metabolism in Ruminants, pp. 498-515. L. P.
21. Van soest, P. J., J. B. Robertson, & B. A. Lewis. 1991. Methods of fiber, Nutreal detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583.
22. Woodford, S. T. & M. R. Murphy. 1988. Effect of physical form of forage on chewing activity, dry matter intake and rumen function of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 71: 674-688.



## **Determination of Alfalfa Particle Size by Penn State Particle Separator and It's Effect on Lactating Dairy Cows**

**A. NIKKHAH<sup>1</sup>, M. NOSOOHI<sup>2</sup> AND A. ZALI<sup>3</sup>**

**1, 2, 3, Professor, Former Graduate Student and Instructor, Faculty of Agriculture, University of Tehran**

**Accepted. May. 26, 2004**

### **SUMMARY**

The objectives in this study were to measure particle size and evaluate the effects of reducing alfalfa hay particle size on Holstein lactating dairy cows based on measurements through Penn State Particle Separator (PSPS). Twelve Holstein lactating dairy cows averaging 84±19 day in milk (DIM) and 580.1±55.1 kg body weight (BW) were assigned to a balanced change – over design along with four diets, three periods, three blocks and four cows per block. During each of the 28d period, animals were individually offered one of the four diets, which were identical in energy, protein and chemical composition, but differed only in particle size of alfalfa hay (Alfalfa hay was chopped using 10, 20, 40, and 100 mm screens). Distribution of particle size of alfalfa hay and total mixed rations (TMR), was determined through PSPS and it was observed that the amount of particles > 19.00 mm significantly decreased with decreasing alfalfa hay particle size. The geometric mean length of alfalfa hay particle size was 2.86, 4.44, 4.87, 7.36 mm for 10, 20, 40 and 100 mm screens, respectively. The geometric mean length of particle size in diets were 4.14, 5.15, 6.38 and 8.34mm for total mixed rations that included alfalfa hay chopped with 10, 20, 40 and 100 mm screens, respectively. Reducing alfalfa hay particle size increased dry matter intake linearly (22.08, 21.49, 21.04, 20.62 kg/ day for rations that included alfalfa hay chopped with 10, 20, 40 and 100 mm screens, respectively). Milk fat corrected (MFC, 4%) and fat percent were significantly ( $P<0.05$ ) different in treatments: 27.86±3.29, 30.42±2.193, 32.45±5.15 and 35.88±5.92 kg/d; and 2.77±0.32, 3.43±0.40, 3.61±0.30 and 3.60±0.32 distributed alfalfa hay with Xgm of rations 1, 2, 3 and 4, respectively. Protein, lactose, and non fat total solids were affected by diets. Feed conversion ratios (dry matter in kg per kg milk) for rations 1, 2, 3 and 4 were 0.79, 0.71, 0.65 and 0.61, respectively. A significant ( $P<0.05$ ) effect was observed for mean rumen pH, 5.58, 6.02, 6.38 and 6.37 for diets that contained chopped alfalfa with 10, 20, 40 and 100 mm screen, respectively, the difference being statistically significant. The treatments did not show any effect on blood metabolites.

**Key words:** Alfalfa particle size, Penn Statate Particle Separator, Dairy cow performance