دانشگاه مازندران
مجتمع آموزش عالي علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري
دانشكده علوم دامي و شيلات

پايان نامه كارشناسي ارشد تغذيه دام

موضوع

تاثير اندازه ذرات علوفه يونجه و مكمل روغن سويا بر مؤثر بودن و مؤثر بودن فيزيكي فيبر جيره گوسفندان

استاد راهنما:
دكتر اسدا... تيموري يانسري

استادان داور:
دكتر منصور رضايی
دكتر زرنجت انصاری

نام دانشجو:
وحيده آقاجاني

شهريور۱۳۸۸

سپاسگزاری

از اساتید، خانواده و دوستانم به پاس کلیه زحمت ها و راهنمایی هایشان سپاسگزاری می نمایم.

تقدیم به :

روح بلند شهدای گمنام وطنم ایران

چکیده

۴رأس گوسفند فیستوله شده نژاد زل با وزن مساوی ۲±۲۸ کیلوگرم و با سن دو سال در قالب یک طرح مربع لاتین تکرار شده ۴×۴ در طی چهار دوره ۲۸روزه (۱۴ روز عادت دهی و ۱۴روز نمونه گیری) به منظور بررسی اثرات متقابل اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل روغن سویا در جیره بر فعالیت جویدن و خصوصیات شکمبه ای و نرخ عبور مورد استفاده قرار گرفتند. در طی انجام پژوهش کلیه دام ها با چهار نوع جیره، حاوی دو سطح روغن سویا (صفر و ۴ درصد) و دو اندازه ذرات علوفه یونجه (یونجه بلند و پودر یونجه) و با نسبت علوفه به کنسانتره ۴۰ به ۶۰ و به صورت جیره کاملاً مخلوط در دو وعده مساوی صبح (ساعت ۸) و عصر (ساعت ۲۰) تغذیه شدند. شکمبه گوسفندها در ۳، ۷/۵، و ۱۲ ساعت پس از تغذیه کردن به طور دستی تخلیه شدند و محتویات شکمبه ای به داخل دو فاز جامد و مایع جدا شدند. در هر یک از دوره ها، با استفاده از NDF آغشته به کروم علوفه یونجه، نرخ عبور فاز جامد محتویات شکمبه ای تعیین شدند. نتایج نشان داد که زمان مصرف خوراک، زمان نشخوار و کل فعالیت جویدن تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفته و از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشتند. وزن و حجم محتویات شکمبه گوسفندان تنها در ۳ ساعت پس از تغذیه کردن گوسفندان و تنها حجم فاز جامد، با کاهش اندازه ذرات به طور معنی داری کاهش یافت که با افزودن مکمل روغن سویا این کاهش جبران گردید. تیمار حاوی یونجه بلند بدون مکمل روغن کمترین نرخ عبور مواد جامد از شکمبه و بالاترین زمان ماندگاری شکمبه ای را داشت و تفاوت نرخ عبور و زمان ماندگاری شکمبه ای بین ۳ تیمار دیگر معنی دار نبود اما با افزودن مکمل روغن و کاهش اندازه ذرات یونجه نرخ عبور و زمان ماندگاری محتویات شکمبه ای افزایش یافت که نتایج به دست آمده احتمال وجود اثر متقابل بین اندازه ذرات علوفه و مکمل سازی روغن سویا را تقویت می کند. به طور مثال انتظار می‌رفت کاهش اندازه ذرات بتواند ماندگاری مواد جامد و نهایتاً فعالیت جویدن را کاهش دهد اما مکمل سازی روغن سویا سبب جبران اثر اندازه ذرات شده که نهایتاً نتایج مشابهی ایجاد کرده است.

واژه های کلیدی: فیبرموثر فیزیکی، چربی، اندازه ذرات، گوسفند

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱

فصل اوّل- بررسی منابع

۱-۱- اهمیت اندازه ذرات در تغذیه نشخوارکنندگان ۲

۱-۲- اندازه ذرات علوفه ۳

۱-۲-۱- عوامل مؤثر بر اندازه ذرات مواد خوراکی ۳

۱-۲-۱- ۱- ماشین های بر داشت کننده ۳

۱-۲-۱-۲- مخلوط کردن مواد خوراکی ۴

۱-۲-۱-۳-مقدار مواد خوراکی ۵

۱-۲-۲- توصیه های رایج برای اندازه ذرات در گاوهای شیری ۵

۱-۲-۳- روش های اندازه گیری اندازه ذرات ۶

۱-۲-۳-۱- روش انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا ۶

۱-۲-۳-۲- الک های قدیم ایالت پنسیلوانیای آمریکا ۸

۱-۲-۳-۳- الک های جدید ایالت پنسیلوانیای آمریکا ۹

۱-۳- اندازه ذرات و مؤثّر بودن و موثر بودن فیزیکی فیبر ۱۰

۱-۴- فیبر مؤثّر و فیبر مؤثّر فیزیکی ۱۱

۱-۵- اندازه گیری فیبر مؤثّر فیزیکی مواد خوراکی ۱۳

۱-۵-۱- تعیین فیبر مؤثر فیزیکی با استفاده از اطلاعات فعالیت جویدن ۱۵

۱-۵-۲- تعیین فیبر مؤثر فیزیکی با استفاده از اندازه گیری های فیزیکی ۱۶

۱-۶- تعیین حداقل فیبر مؤثر فیزیکی مورد نیاز نشخوارکنندگان ۱۸

۱-۷- اثرات اندازه ذرات ۲۰

۱-۷-۱- اثر اندازه ذرات بر مصرف خوراک ۲۰

۱-۷-۲- اثر اندازه ذرات بر قابلیت هضم مواد مغذی ۲۱

۱-۷- ۳-اثر اندازه ذرات بر اسیدیته شکمبه ۲۲

۱-۷- ۴-اثر اندازه ذرات بر خصوصیات سقف شکمبه ای ۲۳

۱-۷- ۵-اثر اندازه ذرات بر فعالیت جویدن ۲۵

۱-۸- لیپیدها ۲۶

۱-۸-۱-اسیدهای چرب و ساختار لیپیدها ۲۶

۱-۸-۲- تاریخچه مصرف چربی ها در نشخوارکنندگان ۲۷

۱-۸-۳- محتوای لیپید مواد خوراکی ۲۷

۱-۸-۳-۱- لیپیدهای خوراکی در جیره های نشخوارکنندگان ۲۸

۱-۸-۳-۲- انواع مکمل های چربی در تغذیه نشخوارکنندگان ۲۸

۱-۹- مزایا و معایب استفاده از چربی ۳۰

۱-۱۰- چه مقدار چربی می تواند به گاوهای شیری تغذیه شود؟ ۳۱

۱-۱۱- متابولیسم میکروبی لیپید در شکمبه ۳۳

۱-۱۲- هضم و جذب چربی در دستگاه گوارش ۳۵

۱-۱۳- ساخت چربی ۳۷
۱-۱۴-اثرات چربی ۳۸
۱-۱۴-۱- تأثیر چربی بر تخمیر شکمبه ۳۸
۱-۱۴-۱-۱- راه های کاهش اثرهای منفی چربی بر تخمیر شکمبه ۴۱
۱-۱۴-۱- ۱-۱-کلسیم و منیزیم ۴۱
۱-۱۴-۱-۱-۲- عوامل سطح فعال ۴۲
۱-۱۴-۲- تأثیر چربی بر میکروارگانیسم های شکمبه و پروتین میکروبی ۴۳
۱-۱۴-۳- اثرات چربی بر هضم کربوهیدرات ها در شکمبه ۴۴
۱-۱۴-۴- تأثیر چربی بر تولید اسیدهای چرب فرار و اسیدیته شکمبه ای ۴۵
۱-۱۴-۵- تأثیر چربی بر مصرف خوراک ۴۷
۱-۱۴-۶-تأثیر چربی بر قابلیت هضم خوراک ۴۹
۱-۱۴-۷- تأثیر چربی بر قابلیت هضم مواد مغذی ۴۹
۱-۱۵- قابلیت هضم چربی در دستگاه گوارش ۵۲
۱-۱۶- اثرات مکمل چربی و اندازه ذرات در دام ۵۳
۱-۱۷- اهداف طرح ۵۵

فصل دوم- مواد و روش ها

۲-۱- مواد ۵۶
۲-۱-۱- محل اجرای پژوهش ۵۶
۲-۱-۲- دام ۵۶
۲-۱-۳- جایگاه دام ۵۶
۲-۱-۴- جیره ۵۶
۲-۱-۵- دوره آزمایش ۵۷
۲-۲- روش های پژوهش ۵۷
۲-۲-۱- تعیین ترکیب شیمیایی مواد خوراکی و محتویات شکمبه ۵۷
۲-۲-۱-۱- ماده خشک ۵۷
۲-۲-۱-۲- ماده آلی و خاکستر ۵۷
۲-۲-۱-۳- چربی خام ۵۷
۲-۲-۱-۴- الیاف نامحلول در شوینده خنثی ۵۸
۲-۲-۱-۵- پروتین خام ۵۸
۲-۲-۱-۶- کربوهیدرات غیر فیبری ۵۸
۲-۲-۱-۷- نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه ۵۸
۲-۳- تعیین خصوصیات فیزیکی جیره کاملاً مخلوط و محتویات شکمبه ۵۹
۲-۳-۱- تعیین توزیع اندازه ذرات جیره کاملاً مخلوط ۵۹
۲-۳-۲- تعیین میانگین هندسی و انحراف معیار استاندارد میانگین هندسی ذرات مواد خوراکی ۵۹
۲-۳-۳- تعیین فراسنجه مؤثر فیزیکی جیره کاملاً مخلوط ۵۹
۲-۳-۴- تعیین فیبر مؤثر فیزیکی جیره کاملاً مخلوط ۶۰
۲-۳-۵- تعیین توزیع اندازه ذرات محتویات شکمبه ۶۰

۲-۴- اندازه گیری نرخ عبور مواد جامد و زمان ماندگاری ۶۰
۲-۴-۱- اندازه گیری غلظت کروم ۶۱
۲-۴-۲-آنالیز داده های نرخ عبور ۶۱
۲-۵- اندازه گیری فعالیت جویدن ۶۲
۲-۶- تعیین وزن بدن، میزان مصرف خوراک و قابلیت هضم ۶۲
۲-۷- اندازه گیری فراسنجه های شکمبه ای ۶۳
۲-۷-۱- تخلیه محتویات شکمبه ۶۳
۲-۷-۲- اندازه گیری اسیدیته مایع شکمبه ۶۳
۲-۸- طرح آزمایش ۶۳

فصل سوم- نتایج و بحث
۳-۱-ویژگی‌های جیره‌های آزمایشی ۶۴
۳-۲- مصرف و قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و مواد مغذی ۶۶
۳-۳- نرخ عبور و زمان ماندگاری بخش جامد شکمبه ای ۷۴
۳-۴- رفتار جویدن ۸۱
۳-۵- ویژگی های شکمبه ای ۸۴
۳-۵-۱- ازت آمونیاکی ۸۴
۳-۵- ۲- اسیدیته ۸۵
۳-۶- ویژگی های شیمیایی سقف شکمبه ای ۸۶
۳-۷- ترکیبات شیمیایی سقف شکمبه ۸۷
۳-۸- توزیع اندازه ذرات سقف شکمبه ای ۸۹
۳-۹- نتیجه گیری کلی ۹۲
۳-۱۰- پیشنهادات ۹۶

فصل چهارم- منابع ۹۷

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- نمایی از الک های ASAE با پنج الک و یک صفحه انتهایی ۷
شکل ۱-۲- شش دسته از ذرات علوفه که توسط الک های ASAE جدا شده است ۷
شکل ۱-۳- نمایی از الک های $PSPS_{original}$ و یک صفحه انتهایی ۸
شکل ۱-۴- الگوی حرکت دادن $PSPS_{new}$ ۹
شکل ۱-۵- نمایی از الک های $PSPS_{new}$ و یک صفحه انتهایی ۱۰
شکل ۱-۶- تفاوت ماهیت بین فیبر، فیبر مؤثّر و فیبر مؤثّر فیزیکی ۱۲

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- تخمین فیبر مؤثّر فیزیکی مواد خوراکی با استفاده از اندازه گیری های شیمیایی و فیزیکی در آزمایشگاه ۱۷

جدول ۳-۱- اقلام مواد خوراکی و ترکیب مواد مغذّی جیره کاملاً مخلوط مورد استفاده در آزمایش.....۶۴

جدول ۳-۲- توزیع اندازه ذرات جیره های کاملاً مخلوط تغذیه شده به گوسفندان.....۶۴

جدول ۳-۳- مصرف و قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی و مواد مغذی ۷۳

جدول ۳-۴- نرخ عبور و زمان ماندگاری بخش جامد شکمبه گوسفندان تغذیه شده با جیره های کاملاً مخلوط دارای سطوح مختلف اندازه ذرات یونجه و روغن سویا ۸۰

جدول ۳-۵- فعالیت جویدن گوسفندان تغذیه شده با جیره های کاملاً مخلوط دارای سطوح مختلف اندازه ذرات یونجه و روغن سویا ۸۳

جدول ۳-۶- اسیدیته و ازت آمونیاکی شکمبه گوسفندان تغذیه شده با جیره های کاملاً مخلوط دارای سطوح مختلف اندازه ذرات یونجه و روغن سویا ۸۶

جدول۳-۷-ویژگی سقف شکمبه ای پس از تغذیه.....۸۷

جدول ۳-۸- ترکیبات شیمیایی سقف شکمبه گوسفندان پس از تغذیه.....۸۸

جدول ۳-۹- توزیع اندازه ذرات محتویات شکمبه پس از تغذیه ۹۱

جدول ۳-۱۰- اثر متقابل اندازه ذرات علوفه و مکمل چربی بر pH و الگوی اسیدهای چرب فرار در شکمبه (میلی‌مول در ۱۰۰ مول).....۹۴

مقدمه

برای استفاده از حداکثر حجم شکمبه سه ساز و کار اساسی شامل افزایش سرعت هضم میکروبی، افزایش سرعت عبور مواد از شکمبه و افزایش ظرفیت شکمبه برای نگه داری مواد بیشتر به کار گرفته می شود. اغلب دامداران تمایل به کاهش اندازه ذرات علوفه های مصرفی دارند تا با اعمال ساز و کارهای فوق الذکر به اساسی ترین هدف خود، یعنی دستیابی به حداکثر ماده خشک مصرفی روزانه برسند. اندازه ذرات علوفه ای به عنوان یک خصوصیت فیزیکی، اهمیت به سزایی برای دام هایی با شکمبه پویا داشته، چرا که اندازه ذرات مناسب علوفه سبب تحریک نشخوار، افزایش ترشح بزاق، خنثی سازی اسیدهای چرب فرار موجود در شکمبه، بهبود چربی شیر و جلوگیری از ناهنجاری های گوارشی از جمله اسیدوز می شود.

از آن جایی که با افزایش چربی به جیره نشخوارکنندگان چربی شیر افزایش یافته و یا حفظ می شود، یا افزایش نمره بدنی گاو و یا کربوهیدرات های محلول و پروتین هم باعث بهبود در تولید شیر و چربی آن می گردند، از نظر مفهوم تغذیه ای مکمل چربی در اندازه گیری فیبر مؤثر[1] نقش دارند. در حالی که فیبر مؤثر فیزیکی[2] ، بخشی از الیاف نامحلول در شوینده خنثی است که بر اساس اندازه ذرات تصحیح شده است که فعالیت جویدن و ماهیت دو بخشی محتویات شکمبه ای را تحت تأثیر قرار می دهد.

اندازه ذرات علوفه در جیره های پرچربی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فیبر جیره ممکن است میزان تداخل چربی در تخمیر شکمبه را تحت تأثیر قرار دهد. اندازه ذره علوفه، در چندین مسیر دقیقاً با سوخت و ساز لیپید ارتباط دارد. افزایش در اندازه ذره ماده خاصی در شکمبه سبب افزایش میانگین زمان ماندگاری لیپید و قابلیت دسترسی اش برای حملهٔ میکروبی (سزرفسکی و کلاپرتون، ۱۹۸۴) و کاهش نرخ هیدرولیز و بیوهیدروژناسیون لیپید می شود که می تواند سبب رها سازی اسیدهای چرب غیر اشباع شود (گرسون و همکاران، ۱۹۸۸؛ جنکینز و همکاران، ۱۹۹۸).

امروزه هم دامداران تمایل به مصرف علوفه های ریز دارند و از طرفی، استفاده از مکمل چربی نیز روز به روز در حال افزایش است. از آن جایی که استفاده از چربی (مخصوصاً چربی های غیر اشباع) با ایجاد یک پوشش فیزیکی روی فیبر مانع دسترسی و حمله میکروارگانیسم های هاضم شکمبه ای می شود، لذا انتظار می رود که هضم فیبر کاهش یابد، امّا این موضوع در همه شرایط صادق و معنی دار نیست (چلوپا، ۱۹۹۱). کاهش هضم شکمبه ای فیبر که متعاقب مصرف چربی رخ می دهد، به دلیل کاهش اسید استیک، متان و افزایش اسید پروپیونیک می باشد و می توان با افزایش فیبر یا علوفه این مشکل را تخفیف داد (جنکینز، ۱۹۹۳؛ بتمن و جنکینز، ۱۹۹۸).

به هر حال، تاکنون پژوهش های زیادی در مورد اثر متقابل فیبر مؤثر و فیبر مؤثر فیزیکی انجام نشده است، لذا این آزمایش به منظور بررسی اثرات اندازه ذرات علوفه یونجه و مکمل چربی بر مؤثر بودن فیزیکی فیبر جیره گوسفندان طراحی و انجام شده است.

---

[1] effective Neutral Detergent Fiber (eNDF)
[2] physically effective Neutral Detergent Fiber (peNDF)

بررسی منابع

۱-۱- اهمیت اندازه ذرات در تغذیه نشخوارکنندگان

با افزایش توانایی ژنتیکی گاوهای شیرده و تولید شیر میزان ماده خشک مصرفی برای تأمین انرژی مورد نیاز افزایش می‌یابد. این حالت به خصوص در اوایل شیردهی که دام در تعادل منفی انرژی بوده و بیشترین نیاز به افزایش ماده خشک مصرفی را با توجه به روند رو به افزایش تولید شیر در منحنی شیردهی دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از راه های افزایش ماده خشک مصرفی کاهش حجم جیره مصرفی با کاهش اندازه ذرات جیره می‌باشد که منجر به کاهش خصوصیات پرکنندگی شکمبه شده و ظرفیت آن را افزایش می‌دهد. استفاده از جیره های حاوی مقادیر بالای کنسانتره یا کاهش نسبت علوفه به کنسانتره به عنوان یک راهکار، در تأمین انرژی مورد نیاز گاوهای شیرده پر تولید اعمال می‌گردد. این راهکار منجر به بروز ناهنجاری های متابولیکی مانند اسیدوز شکمبه‌ای، کاهش هضم فیبر و چربی شیر، جابجایی شیران و لنگش می‌گردد؛ فراهم کردن فیبر مؤثر فیزیکی کافی در جیره های تغذیه شده به گاوهای شیری پر تولید برای پیشگیری از اسیدوز شکمبه ای تحت بالینی ضروری است (NRC، ۲۰۰۱). تغذیه جیره هایی با نسبت کم علوفه به کنسانتره منجر به کاهش نسبت استات به پروپیونات شده و pH شکمبه‌ای را کاهش می‌دهد (بیوچمین و همکاران، ۱۹۹۴، گرنت و همکاران، ۱۹۹۰). اسیدوز شکمبه ای هنگامی که اسیدیته[3] در شکمبه به زیر نقطه مطلوب برای هضم فیبر به وسیله باکتری های شکمبه افت می یابد، رخ می دهد (اونس و همکاران، ۱۹۹۸). اسیدیته پایین شکمبه ای ناشی از تجمع اسید چرب فرار نتیجه مصرف جیره های حاوی نسبت های بالایی از کنسانتره های قابل تخمیر همراه با مصرف علوفه هایی با محتوای پایین فیبر مؤثر فیزیکی است (بیوچمین و همکاران، ۲۰۰۳). بیوچمین و یانگ (۲۰۰۵و۲۰۰۷) دریافتند که اثرات محتوای peNDF جیره بر فعالیت جویدن و عمل شکمبه گاوهای شیری متغیر هستند، زیرا محتوای peNDF جیره ها می تواند با افزایش نسبت علوفه جیره و با افزایش طول ذرات علوفه افزایش یابد. نسبت افزایش یافته علوفه مصرف ماده آلی قابل تخمیر و مصرف فیبر را متأثر می سازد، که می تواند اثرات معنی داری بر احتیاجات peNDF داشته باشد.

لذا مصرف بهینه جیره ها به وسیله گاوهای شیری با ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی جیره تحت تأثیر قرار می گیرد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی برخی خصوصیات شیمیایی اما نه خصوصیات فیزیکی فیبر از جمله اندازه ذره و دانسیته را اندازه می گیرند. این خصوصیات فیزیکی می تواند مصرف ماده مغذی، تخمیر شکمبه ای و تولیدات دام را مستقل از میزان یا ترکیب فیبر نامحلول در شوینده خنثی متأثر سازد. این خصوصیات به ویژه هنگام کاهش نسبت علوفه به کنسانتره حیاتی به نظر می رسد (مرتنز، ۱۹۹۷). آلن (۱۹۹۵) عنوان نمود که مؤثر بودن فیزیکی فیبر مواد خوراکی مختلف به دلیل تفاوت‌های موجود در توزیع اندازه ذرات دارای اختلاف قابل توجهی است. بنابراین، واضح است به دلیل وجود اثرات متقابل بین مقدار، نوع علوفه و منابع

[3] - pH

فیبر غیر علوفه‌ای جیره با اندازه ذرات به هنگام در نظر گرفتن نیاز فیبر گاوهای شیرده اندازه ذرات نیـز بایـد در نظر گرفته شوند.

وجود ذرات کوچک در جیره علاوه بر کمک به افزایش مصرف ماده خشک (به واسطه افزایش نرخ ترن‌آور شکمبه ای[4]) دارای مزایای دیگری همچون هضم سریع‌تر مواد خوراکی به واسطه افزایش سطح هضمی، افـزایش نرخ عبور، کاهش زمان ماندگاری در شکمبه و افزایش نرخ ترن‌آور شکمبه‌ای است (آلن، ۱۹۹۵). از طرف دیگـر وجود مقدار کافی از ذرات بلند در جیره تأثیر خود را از طریق افـزایش فعالیـت جویـدن، تثبیـت pH شـکمبه، افزایش نسبت استات به پروپیونات، بهبود محیط تخمیـری شـکمبه، جلـوگیری از ناهنجـاری هـای متـابولیکی، افزایش غلظت چربی شیر و احتمالاً افزایش ماده خشک مصرفی (به واسطه بهبود محیط تخمیری شکمبه بـرای هضم) می‌گذارد. برای تحریک نشخوار کافی که سبب pH مطلـوب شـکمبه، درگیـری مطلـوب ذرات در سـقف شکمبه‌ای و افزایش زمان ماندگاری ذرات کوچک دارای پتانسیل هضم می‌گردد، اندازه ذرات جیره (به‌خصوص بخش علوفه‌ای) باید مناسب باشد (گرنت، ۱۹۹۷).

چندین آزمایش اثرات peNDF بر اندازه ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم، تولید و ترکیب شـیر انجـام شده است (کراوس و همکـاران، ۲۰۰۲a؛ کونونـاف و همکـاران، ۲۰۰۳a؛ پلایزیئـر، ۲۰۰۴، تیمـوری یانسـری و همکاران، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۹؛ یانگ و بیوچمین، ۲۰۰۵). به هر حال، نتایج به علت اختلافاتی در اندازه گیری کردن peNDF متفاوت و غیرقطعی هستند. مشخص شده است که گاوهای شیرده برای نگـه‌داری و تثبیـت فعالیـت شکمبه و همچنین، برای نگه‌داری چربی شیر در حد مطلوب نیازمند تأمین فیبر کافی یا منابع علوفه‌ای با اندازه ذرات مناسب می‌باشند (یانگ و همکاران، ۲۰۰۱؛ بیوچمین و همکاران، ۲۰۰۳).

۱-۲- اندازه ذرات علوفه

اندازه ذره خصوصیتی از ابعاد ذره است که بهترین توصیف را از میان اجزاء ذرات داشته باشد اندازه ذرات به صورت دو بعدی یا خطی و به طور معمول با اندازه گیری قطر ذرات تعیین می گردد. این بعد بـا روش هـای مختلف که شامل ته نشین شدن، الک کردن، اندازه گیـری هـای میکرومتـری یـا انـدازه گیـری هـای مسـتقیم می باشد، تعیین می شود (ASTM، D۱۴۴، D۱۹، ۲۰۰۰).

۱-۲-۱- عوامل موثر بر اندازه ذرات مواد خوراکی

۱-۲-۱-۱ - ماشین های برداشت کننده

ماشین های برداشت کننده را می‌توان اولین فراسنجه خارجی موثر بر انـدازه ذرات مـواد خـوراکی مـورد تغذیه نشخوارکنندگان (به‌خصوص علوفه) به حساب آورد. نوع ماشین برداشت‌کننده بسته به شکل، فاصله، زاویه، تعداد و سرعت چرخش تیغه ها تأثیر جداگانه‌ای روی توزیع اندازه ذرات مواد خوراکی برداشت شـده دارد. بـرای

[4] - Ruminal Turn Over

بیان اندازه ذرات در هنگام برداشت و تنظیم دستگاه برداشت کننده از واحد طول برش فرضی[5] استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که شرایط علوفه برداشت شده نظیر سن علوفه، نوع آن و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن نیز در این بین تأثیر زیادی روی عملکرد ماشین‌های برداشت‌کننده و تأثیر آن‌ها روی اندازه ذرات دارد. بنابراین برای دستیابی به توزیع واقعی اندازه ذرات خوراک مصرف شده توسط دام و تعیین یک توزیع مناسب و مطلوب باید کلیه عوامل تأثیرگذار در این بین را از سطح مزرعه گرفته تا داخل آخور در نظر گرفته و بررسی نمود.

۱-۲-۱-۲- مخلوط کردن مواد خوراکی

کمل و همکاران (۱۹۹۵) گزارش نمودند که حرکت مخلوط‌کننده در طی مخلوط نمودن مواد خوراکی سبب کاهش قابل ملاحظه‌ای در اندازه ذرات جیره کاملاً مخلوط می گردد. به منظور فراهم کردن جیره ای کاملاً مخلوط و یکنواخت که هدف اصلی تهیه این نوع جیره می‌باشد، اندازه ذرات ناخواسته کاهش می‌یابند که باید در نظر گرفته شوند (استوکس و برتارد، ۱۹۹۹؛ استوکس، ۱۹۹۷). نحوه و مدت زمان مخلوط نمودن مواد خوراکی توزیع اندازه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کامل و همکاران (۱۹۹۵) گزارش نمودند که زمان مخلوط نمودن از ۲ تا ۶۰ دقیقه متغیر بوده و به طور معمول این زمان ۱۶ دقیقه است. بیشتر تولیدکنندگان تجهیزات مخلوط کننده مدت زمان۴ الی ۸ دقیقه را در نظر می‌گیرند. بنابراین هر گونه کاهش اندازه ذرات بعد از ۸ دقیقه غیر ضروری است. کامل و همکاران (۱۹۹۵) در بررسی های خود نیز نشان دادند که ۶۵ درصد ذرات مخلوط شده در طی این مدت دارای اندازه ذرات خیلی ریز می‌باشند. لامرز و همکاران (b ۱۹۹۹) دریافتند که تغییر زیادی در مقدار ذرات بلند موجود در جیره های کاملاً مخلوط وجود دارد. آن‌ها پیشنهاد نمودند حیواناتی که جیره های‌حاوی اندازه ذرات مختلف حاصل از زمان بالا و پایین مخلوط نمودن را مصرف می‌کنند، در هر دو حالت کمتر از توانایی خود عمل می‌کنند. به نظر می‌رسد که بهبود مدیریت مخلوط کننده ها از طریق کنترل توزیع اندازه ذرات جیره می‌تواند به حفظ سلامت شکمبه و افزایش عملکرد حیوان کمک کند. ریپل و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که در هر دو نوع مخلوط کننده های عمودی و افقی هنگامی که مخلوط کننده ۱۵ دقیقه بیشتر از مدت زمان معمول عمل مخلوط‌کردن را انجام دهد، به طور میانگین ذرات بلند (بزرگ‌تر از ۱۹ میلی متر) ۹ درصد کاهش می‌یابد. نوع مخلوط کننده می تواند تأثیر زیادی روی میزان کاهش اندازه ذرات داشته باشد، اما استوکس و برتارد (۱۹۹۵) عنوان نمودند که در صورت اعمال مدیریت صحیح هر دو نوع مخلوط کننده های عمودی و افقی قادر به تهیه جیره هایی با اندازه ذرات مطلوب می باشد. کامل و همکاران (۱۹۹۵) نیز در پی بررسی های خود نشان دادند که انواع مختلفی از مخلوط‌کننده ها می‌توانند به طور مؤثری مورد استفاده قرار گیرند، اما هنریش و همکاران (۱۹۹۹) پیشنهاد کردند که ساز و کارهای مختلف مخلوط نمودن می‌تواند تأثیر زیادی روی کاهش اندازه ذرات داشته باشد. در کل به نظر می‌رسد که مخلوط کننده های مته‌ای در مقایسه با مخلوط کننده های غلطک دار به علت درگیر کردن، فشار وارد نمودن و خرد کردن بیشتر ذرات مواد خوراکی

[5] Theoretical Cut Length (TCL)

سبب کاهش بیشتری در اندازه ذرات بزرگ تر از ۱/۱۸ میلی‌متر می‌گردد. کامل و همکاران (۱۹۹۵) کاهش مشابهی (۲۶ درصد) را در میزان ذرات بلند به هنگام استفاده از مخلوط کننده های غلطک دار به مدت ۱۰ دقیقه نشان دادند.

۱-۲-۱-۳-مقدار مواد خوراکی

مقدار مواد خوراکی که در هر نوبت مخلوط می‌گردد نیز می‌تواند در کاهش اندازه ذرات مؤثر باشد. به طور مثال، نوع غلطک دار و چرخ دار مخلوط کننده ها به‌طور معمول به ۳۰ الی ۴۰ درصد فضای خالی برای حرکت خوراک نیاز دارد. در صورتی که اندازه مخلوط کننده به اندازه کافی نباشد، به منظور ایجاد یکنواختی مطلوب زمان مخلوط نمودن باید افزایش یابد که خود سبب کاهش بیش از حد اندازه ذرات می‌گردد. تعدادی از مخلوط کننده های مته‌ای قادر به مخلوط نمودن مقادیر کم خوراک نیز می‌باشند. بنابراین، در انتخاب نوع مخلوط کننده باید هر دو حالت حداقل و حداکثر مقدار خوراک در نظر گرفته شود (بوکمستر، ۱۹۹۸؛ استوکس و برتارد، ۱۹۹۹). لازم به ذکر است که علاوه بر دو فراسنجه نوع مخلوط کننده و مدت زمان مخلوط نمودن، مدیریت مخلوط کننده نیز می‌تواند تأثیر زیادی در توزیع اندازه ذرات داشته باشد. گردش مخلوط کننده در زمان پر نمودن و همچنین عدم رعایت پر بودن می‌تواند سبب کاهش قابل توجهی در اندازه ذرات گردد. ریپل و همکاران (۱۹۹۸) نیز با مقایسه سه سطح مواد خوراکی داخل مخلوط کننده کاهش ۲۲ درصدی اندازه ذرات بلند (بزرگتر از ۱۹ میلی‌متر) را نشان دادند.

۱-۲-۲- توصیه های رایج برای اندازه ذرات در گاوهای شیرده

به طور خلاصه می توان عنوان کرد که اندازه ذرات ریز برای موارد زیر مطلوب هستند (لامرز و همکاران، ۱۹۹۶b؛ ویس، ۱۹۹۳):

- افزایش نواحی سطحی برای هضم سریع تر مواد خوراکی
- کاهش زمان ماندگاری در شکمبه
- افزایش سرعت ترن آور در شکمبه
- احتمالاً افزایش ماده خشک مصرفی (به واسطه افزایش نرخ ترن آور).

مصرف ذرات بلند (یا دیواره سلولی کافی) در جیره باید برای دستیابی به اهداف زیر انجام شود (لامرز و همکاران، ۱۹۹۶b؛ ویس، ۱۹۹۳):

- افزایش فعالیت دام
- حفظ pH شکمبه
- بهینه کردن محیط شکمبه برای هضم
- افزایش نسبت استات به پروپیونات
- افزایش درصد چربی شیر
- پیشگیری از جا به جایی شیردان

- کاهش وقوع بیماری های متابولیکی
- و احتمالاً افزایش ماده خشک مصرفی (به واسطه فعالیت بهتر شکمبه و سلامت دام).

گرنت (۱۹۹۷) عنوان نمود که اندازه ذرات باید طوری باشد که برای تحریک نشخوار، جلوگیری از کاهش pH شکمبه و درگیر نمودن ذرات کوچک در سقف شکمبه ای (اثر بستر فیلتر مانند فیبری)[6] کافی باشد. توصیه های خاصی برای تغییر غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره با تغییر اندازه ذرات ارائه شده است. آلن (۱۹۹۵) پیشنهاد کرد در صورتی که میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره پایه ۳۰ درصد باشد:

- در صورتی که ۵ تا ۱۰ درصد جیره بلند تر از ۱۹ میلی متر باشد، به تصحیحی نیاز نمی باشد.
- اگر درصد مواد خوراکی بلند تر از ۱۹ میلی متر، بیش از ۱۵ درصد باشد، باید از میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره کاست (تا ۲ واحد).
- هنگامی که از سیلاژ های خیلی ریز استفاده می شود، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره را باید به بیش از ۴۰ درصد افزایش داد.
- هنگامی که علوفه فقط مقدار کمی ذرات درشت (۱۹ میلی متر) داشته باشد، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره باید تا ۲ واحد افزایش یابد (وارگا و همکاران، ۱۹۹۸).

هنریش و لامرز (۱۹۹۷) پیشنهاد نمودند که:

- ۶ تا ۱۰ درصد ذرات جیره کاملاً مخلوط باید بزرگتر از ۱۹ میلی متر باشند.
- اگر میزان ذرات بزرگ تر از ۱۹ میلی متر در جیره ۳ تا ۶ درصد باشد، در صورت توجه کافی به محتوای NDF کل و منبع علوفه ای جیره امکان عملکرد مطلوب جیره وجود دارد.
- برای اطمینان از توزیع مطلوب اندازه ذرات، بیشتر از ۶۰ درصد ذرات جیره کوچک تر از ۸ میلی متر نباشد.

کاربرد واقعی اندازه گیری اندازه ذرات علوفه، تعیین ترکیب علوفه ها به منظور دستیابی به توزیع اندازه ذرات صحیح در جیره است. تأکید اصلی باید روی توزیع اندازه ذراتی باشد که دام به طور واقعی مصرف می کند (آلن، ۱۹۹۵؛ هنریش و لامرز، ۱۹۹۷).

۱-۲-۳- روش های اندازه گیری اندازه ذرات

۱-۲-۳-۱- روش انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا[7]

روش انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا (ASAE) (۱۹۹۸) از پنج الک و یک صفحه انتهایی استفاده می کند (شکل ۱–۱). چهار الک بالایی که دارای منافذ مکعبی شکل هستند به یک صفحه آلومینیومی متصل شده اند که ضخامت و وسعت ناحیه باز هر یک از این الک ها به قطر منفذ الک بستگی دارد. پهنای این الک ۴۰۶ میلی متر و طول آن ها ۵۶۵ میلی متر است. ضخامت و ناحیه محدود الک های بالایی از عبور ذرات باریک

[6] Filter bed effect
[7] American society of agricultural engineers (ASAE)

و بلند جلوگیری می کند. الک پنجم دارای منافذی به قطر ۱/۱۸ میلی متر از جنس مفتول آهنی است که ذرات ریز تر را جدا می کند. صفحه انتهایی به صورت افقی به مدت ۲ دقیقه برای دسته بندی یـک نمونـه ۹ الـی ۱۰ لیتری تکان داده می شود. اندازه اسمی منافذ[8] به ترتیب از الک بالایی ۱۹، ۱۲/۷، ۶/۳، ۳/۹۳ و ۱/۱۷ میلی متر است. این نوع الک نمونه مواد خوراکی را به شش دسته تقسیم می کند (شکل ۱-۲).

شکل ۱-۱. نمایی از الک های انجمن مهندسین کشاورزی امریکا با پنج الک و یک صفحه انتهایی. اندازه اسمی منافذ به ترتیب از الک بالایی ۱۹، ۱۲/۷، ۶/۳، ۳/۹۳ و ۱/۱۷ میلی متر است.

شکل۱-۲. شش دسته از ذرات علوفه که توسط الک‌های انجمن مهندسین کشاورزی امریکا جدا شده است. ذرات جدا شده از بالا، سمت چپ به-ترتیب مربوط به الک‌های ۱۹، ۱۲/۷ و ۶/۳ میلی‌متری بوده و ذرات پایینی از سمت چپ به‌ترتیب مربوط به الک‌های ۳/۹۳ و ۱/۱۷ میلی‌متری و صفحه انتهایی است.

[8] Nominal pore size

۱-۲-۳-۲- الک های قدیم ایالت پنسیلوانیای امریکا[9]

به منظور اندازه گیری سریع تر و راحت تر اندازه ذرات، لامرز و همکاران (۱۹۹۶) یک روش ساده و قابل استفاده در آزمایشگاه و مزرعه را برای اندازه گیری توزیع اندازه ذرات علوفه ها و جیره کاملاً مخلوط ابداع نمودند. نتایج آن با روش قبلی مشابه بود. در این روش دو الک و یک صفحه انتهایی وجود دارد (شکل۱– ۳). اندازه منافذ طوری انتخاب شده اند که با توزیع مورد انتظار ذرات نمونه های مواد خوراکی در روش ASAE یکسان باشد. اندازه های منافذ طوری انتخاب گردیده اند که دو نقطه با فاصله مناسب را روی خط توزیع اندازه ذرات ایجاد می کند که منجر به افزایش اطمینان از شیب این خط می شود. قطر منافذ الک ها برای الک بالایی ۱۹ میلی متر و برای الک پایینی ۸ میلی متر است که نمونه مواد خوراکی را به سه بخش ذرات با طول بزرگ تر از ۱۹، بین ۱۹ و ۸ و کمتر از ۸ میلی متر تفکیک می کند (لامرز و همکاران، ۱۹۹۶).

سطح این الک های جدا کننده به طور تقریبی یک چهارم سطح الک های ASAE است. بنابراین مقدار نمونه مورد استفاده نیز تقریباً یک چهارم اندازه نمونه توصیه شده برای ASAE یا ۱/۴ لیتر می باشد. نحوه عملکرد این جدا کننده ساده است. پس از نصب الک ها روی یکدیگر به صورت نزولی، نمونه ماده خوراکی مورد آزمایش (۰/۵± ۱/۴ لیتر) روی الک بالایی ریخته می شود. روی یک سطح صاف، جدا کننده به مدت ۵ دقیقه به صورت افقی در یک جهت تکان داده شده، سپس به اندازه ۹۰ درجه چرخانده شده و به طور محدود ۵ دقیقه تکان داده می شود. این رویه برای ۸ بار و هر بار برای ۵ دقیقه تکرار می شود. هر تکان شامل یک حرکت رو به جلو و عقب و طی مسافت ۱۷ الی ۲۶ سانتی متر است. مقدار نمونه های باقی مانده روی هر صفحه وزن شده و درصد ذرات روی کاغذ ویبول[10] با محور افقی برای اندازه ذرات و محور عمودی برای درصد تجمعی باقی مانده پلات می گردد (لامرز و همکاران، ۱۹۹۶).

شکل۱–۳. نمایی از الک های قدیم ایالت پنسیلوانیای امریکا و یک صفحه انتهایی. الک درشت دارای منفذ ۱۹ و الک ریز دارای منفذ ۸ میلی متری است.

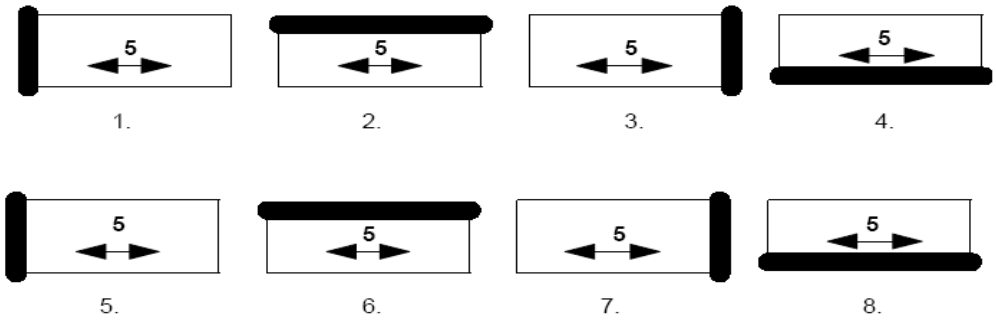
[9] Original penn state particle separator (PSPS $_{original}$)
[10] Weibull paper

۱-۲-۳-۳- الک های جدید ایالت پنسیلوانیای امریکا[11]

به دلیل عدم امکان استفاده از روش ASAE در مزرعه، امروزه چندان در شرایط مزرعه در دسترس نمی باشد. هدف اصلی در تجزیه و تحلیل اندازه ذرات جیره کاملاً مخلوط، اندازه گیری توزیع اندازه ذرات خوراک و ذرات علوفه مصرفی دام است. بنابراین تعیین اندازه ذرات جیره کاملاً مخلوط بایستی قبل از مصرف خوراک بوده و از خوراک داخل آخور گرفته شود (لامرز و همکاران، ۱۹۹۶). مخلوط کردن خوراک نیز سبب کاهش اندازه ذرات می گردد که باید به هنگام ارزیابی واقعی اندازه ذرات در نظر گرفته شود. ابتدا الک ها طبق دستور ذیل روی یکدیگر مرتب می شوند:

الک با قطر منفذ ۱۹ میلی متر (الک بالایی) در بالا قرار گرفته، الک با قطر منفذ ۸ میلی متر (الک میانی) بعد از الک اول و نهایتاً الک با قطر منفذ ۱/۱۸ میلی متر (الک انتهایی) قرار می گیرد و صفحه انتهایی جمع کننده ذرات کوچک تر از ۱/۱۸ میلی متر در زیر قرار می گیرد (شکل ۱-۵). تقریباً ۱/۴ لیتر علوفه و یا جیره کاملاً مخلوط روی الک بالایی ریخته می شود. رطوبت مواد خوراکی ممکن است بر الک کردن مواد خوراکی تأثیر داشته باشد (کونوناف و همکاران، ۲۰۰۲). نمونه های خیلی مرطوب (کمتر از ۴۵ درصد ماده خشک) ممکن است با دقت جدا نگردند.

الک ها را روی سطحی صاف در یک جهت افقی برای پنج بار حرکت داده، سپس آن ها را به اندازه ۹۰ درجه بچرخانید. در طول حرکت دادن الک ها هیچ حرکت عمودی نباید صورت گیرد. این روند برای هفت بار دیگر (در مجموع هشت بار) یا ۴۰ حرکت تکرار می شود (شکل۱- ۶). پس از اتمام الک کردن مقدار نمونه های باقی مانده روی هر الک و صفحه انتهایی وزن می گردد. لازم به ذکر است که طول ذرات باقی مانده روی الک بالایی بزرگ تر از ۱۹، الک میانی بین ۸ تا ۱۹، الک سومی بین ۱/۱۸ تا ۸ و برای صفحه انتهایی کمتر از ۱/۱۸ میلی متر خواهد بود.



شکل ۱-۴. الگوی حرکت دادن الک های جداکننده ایالت پنسیلوانیا

[11] Penn state particle separator ($PSPS_{>۱/۱۸}$)

شکل ۱-۵. نمایی از الک های جدید ایالت پنسیلوانیای امریکا و یک صفحه انتهایی برای اندازه گیری اندازه ذرات ریز و مواد دانه ای. قطر منفذ الک بالایی ۱۹، الک میانی ۸ و الک پایینی ۱/۱۸ میلی متر می باشد.

۱-۳- اندازه ذرات و مؤثر بودن فیبر

فیبر بخشی از ماده خوراکی است که به آرامی هضم شده یا به صورت بخش آلی قابل هضم ماده خوراکی است که فضای دستگاه گوارش را اشغال می کند (مرتنز، ۱۹۹۷). هنگامی که حیوانی در معرض کمبود مصرف فیبر قرار می گیرد، فعالیت جویدن آن کاهش یافته، در نتیجه بزاق کمتری جهت خنثی سازی اسیدیته شکمبه ترشح می شود. لذا pH شکمبه ای پایین تر و نسبت استات به پروپیونات کمتری مشاهده می شود که همه این عوامل میانگین تولید و درصد چربی شیر را کاهش می دهند (تیموری و همکاران، ۲۰۰۴؛ مرتنز، ۱۹۹۷؛ وودفورد و مورفی، ۱۹۸۸). فیبر به صورت الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی اندازه گیری می شود. NDF فقط خصوصیات شیمیایی فیبر را اندازه گیری می کند، اما قادر به اندازه گیری خصوصیات فیزیکی نظیر اندازه ذرات نخواهد بود. فیبر با ذرات درشت برای نشخوارکنندگان ضروری بوده و با کاهش خصوصیات فیزیکی سندرم هایی نظیر کاهش نشخوار، اشکال در آروغ زدن، نفخ شکمی یا نفخ معمولی، کاهش مصرف خوراک یا عدم اشتها ایجاد می گردد (مرتنز، ۱۹۹۷).

علوفه های بلند جیره سبب تحریک فعالیت جویدن و تولید بافر بزاق شده و میزان pH و نسبت استات به پروپیونات را افزایش می دهد. همه این فراسنجه ها در عملکرد حیوان و تولید و ترکیب شیر نقش دارند (آلن، ۱۹۹۷). به هر حال، اندازه گیری شیمیایی فیبر به تنهایی برای متعادل کردن جیره گاوهای شیرده پرتولید کافی نیست، زیرا فیبرها در مؤثر بودنشان در تحریک فعالیت جویدن متفاوت هستند و در وهله اول این تفاوت ناشی از تفاوت در اندازه ذرات آن ها است (مرتنز، ۲۰۰۰). میزان مؤثر بودن فیبر بر فعالیت جویدن به فراسنجه های دیگر نظیر ماده خشک مصرفی، کربوهیدرات غیر ساختمانی[۱۲]، توزیع اندازه ذرات، شکل ذرات، شکنندگی ذرات، رطوبت، جرم حجمی ویژه[۱۳]، ظرفیت تبادل کاتیونی، قدرت بافری و نرخ تخمیر نیز بستگی دارد (واتیاکس و

[12] Non structural carbohydrate (NSC)
[13] Speicific Gravity (SG)