



## توليدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱

صفحه‌های ۲۳-۳۳

DOI: 10.22059/jap.2022.294366.623485

### مقاله پژوهشی

## اثر متقابل فصل و اندازه ذرات علوفه جیره بر تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیرده هلستاین در اوایل دوره شیردهی

سمیه جلالی‌نیا<sup>۱</sup>، فرهنگ فاتحی<sup>۲\*</sup>، مهدی دهقان بنادکی<sup>۳</sup>، حسین رخ‌فروز<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. استادیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳. استاد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۱۳

### چکیده

به منظور بررسی اثر متقابل فصل و اندازه ذرات علوفه جیره بر تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیرده پرتولید، از تعداد ۱۰۰ رأس گاو هلستاین اوایل دوره در دو فصل بهار و تابستان (هر فصل از ۵۰ رأس) در قالب دو تیمار حاوی علوفه یونجه با اندازه ذرات درشت (میانگین هندسی ۷/۷ میلی‌متر) و تیمار حاوی علوفه یونجه با اندازه ذرات ریز (با میانگین هندسی ۴/۲ میلی‌متر) استفاده شد. مقدار ماده خشک مصرفی گاوها به صورت گروهی و همچنین تولید شیر گاوها به صورت انفرادی ثبت شد. نتایج نشان داد که میزان تولید شیر، درصد پروتئین، لاکتوز و کل مواد جامد شیر در فصل بهار در مقایسه با فصل تابستان بیش‌تر بود ( $P < 0.01$ ). تولید شیر خام و نیز درصد لاکتوز شیر گاوهای تغذیه‌شده با جیره حاوی علوفه ریز در مقایسه با جیره حاوی علوفه درشت، تمایل به افزایش داشت ( $P < 0.01$ ). مقدار مصرف ماده خشک از جیره حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت در مدت زمان صفر الی دو ساعت پس از خوراک‌دهی صبح در فصل تابستان بیش‌تر از فصل زمستان بود ( $P < 0.01$ ). به‌طور کلی گاوهایی که با خوراک حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز تغذیه می‌شوند الگوی مصرف خوراک یکنواخت‌تری در طول فصول بهار و تابستان دارند.

**کلیدواژه‌ها:** اندازه ذرات علوفه، تنش حرارتی، شیر، گاوهای هلستاین، اوایل شیردهی.

## Interaction effects of season and dietary forage particle size on milk yield and composition of lactating Holstein dairy cows during the early lactation period

Somayeh Jalalinia<sup>1</sup>, Farhang Fatehi<sup>2\*</sup>, Mehdi Dehghan Banadaky<sup>3</sup>, Hossein Rokhfroz<sup>4</sup>

1. M.Sc. Student, Department of Animal Sciences, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3. Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

4. M.Sc. Student, Department of Animal Sciences, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Received: August 03, 2020

Accepted: November 17, 2021

### Abstract

To evaluate the interaction effects of season and dietary forage particle size on milk yield and composition, 100 early lactation Holstein cows in two seasons of spring and summer (each season with 50 heads) in the form of two treatments containing alfalfa forage with large particle size (geometric mean 7.7 mm) and fine particle size (with a geometric mean of 4.2 mm) were used. The amount of dry matter intake of cows was recorded in groups and the milk production of cows was recorded individually. The results showed that milk yield, protein, lactose and total solid percentage of milk were higher within spring compared to summer ( $P < 0.01$ ). Milk yield ( $P = 0.09$ ) and milk lactose percentage ( $P = 0.08$ ) for cows fed fine forage particle size tended to be higher than cows fed long forage particle size. The amount of dry matter intake within two hours after feeding for summer was higher than spring ( $P < 0.01$ ). Overall, results of the present study indicated that cows fed with fine forage particle size had more homogeneous feeding behavior pattern within both studied season than cows fed long forage particle size.

**Keywords:** Early lactating, Holstein cows, Forage particle size, Heat stress, Milk.

## مقدمه

کربوهیدرات‌ها منبع اصلی انرژی در جیره گاوهای شیرده هستند و معمولاً ۶۰ تا ۷۰ درصد کل جیره را تشکیل می‌دهند. وظیفه اصلی کربوهیدرات‌ها، فراهم کردن انرژی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه و حیوان میزبان است. تقسیم‌بندی کربوهیدرات‌ها به دو بخش الیافی و غیرالیافی بیانگر تفاوت ماهیت کربوهیدرات‌ها است [۱۴]. کربوهیدرات‌های غیرالیافی شامل اسیدهای آلی، قندها، پکتین و نشاسته و بخش الیافی دربرگیرنده سلولز و همی سلولز می‌باشند [۱۴]. از لحاظ تغذیه‌ای، الیاف بخشی از ماده خوراکی است که به آرامی هضم شده یا به صورت بخش آلی غیرقابل هضم ماده خوراکی است که فضای دستگاه گوارش را اشغال می‌کند و از نظر شیمیایی، الیاف در شوینده خنثی نامحلول هستند [۲۰].

با تعریف مفهوم الیاف مؤثر فیزیکی در تغذیه نشخوارکنندگان، ساختار فیزیکی و اندازه ذرات علوفه‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است [۲۰]. در واقع الیاف مؤثر فیزیکی به خصوصیات فیزیکی مواد خوراکی به‌ویژه اندازه ذرات آن بستگی دارد که فعالیت جویدن و ماهیت دوفازی محتویات شکمبه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد. الیاف مؤثر فیزیکی علوفه‌ها با ضرب کردن مقادیر باقی‌مانده ذرات علوفه روی دو الک ۱۹ و هشت میلی‌متر در مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی آن علوفه محاسبه می‌شود [۲۱]. عملاً الیاف مؤثر فیزیکی، آن مقدار از دیواره سلولی است که فعالیت جویدن و نشخوار در دام را تحریک می‌کند.

منابع علوفه‌ای حاوی دیواره سلولی یکسان به دلیل اختلاف در طول قطعات، تأثیر متفاوتی در تحریک جویدن، نشخوار کردن و حمایت از عمل طبیعی شکمبه دارند [۳]. در مطالعات مختلفی اثر طول قطعات علوفه در

جیره بر فعالیت جویدن و عملکرد گاوهای شیرده بررسی شده است [۳، ۱۹ و ۲۶]. نشان داده شده است که کاهش اندازه ذرات علوفه در جیره گاوهای شیرده می‌تواند نتایج مثبتی بر مقدار ماده خشک مصرفی داشته باشد، اما همزمان می‌تواند دارای اثرات منفی هم‌چون کاهش فعالیت جویدن و متعاقباً کاهش فعالیت نشخوار به‌ازای کیلوگرم ماده خشک مصرفی و کیلوگرم دیواره سلولی مصرفی شود [۱۸، ۱۹ و ۲۶]. اثرات مربوط به تغییرات اندازه ذرات علوفه موجود در جیره می‌تواند عملکرد طبیعی شکمبه و در نتیجه تولید گاوهای شیرده را تحت تأثیر قرار دهد. به‌طوری‌که در فصل تابستان به دلیل وجود تنش حرارتی و نیاز به تبادل حرارتی، عمده خون به سطح بدن راه یافته و ورود خون به بخش‌های عمقی‌تر بدن (از قبیل اطراف دستگاه گوارش) کاهش می‌یابد و همین امر سبب کاهش جذب اسیدهای چرب فرار تولیدی در شکمبه و متعاقباً تجمع این اسیدها و افت pH مایع شکمبه و در نهایت بروز اسیدوز شود. درحالی‌که در شرایط دمایی مناسب، کاهش اندازه ذرات علوفه می‌تواند به دلیل افزایش ماده خشک مصرفی اثرات مثبتی بر تولید شیر داشته باشد [۳].

مطالعات گذشته نشان داده است که فصل و اقلیم به شکل‌های مختلف، عملکرد و راندمان تولیدی گاوهای شیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طورکلی بیش از ۵۰ درصد از جمعیت گاوهای جهان در مناطق گرمسیر قرار دارند و نشان داده شده است که تنش گرمایی هر ساله منجر به آسیب‌های شدید اقتصادی در گاوداری‌های شیری دنیا می‌شود [۲۵]. محدوده آسایش دمایی که در آن گاوها در آسایش کافی بوده و بیش‌ترین تولید را دارند بین پنج تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است. زمانی که دمای محیطی از ۲۶ درجه سانتی‌گراد بالاتر می‌رود تولید شیر کاهش می‌یابد. این کاهش غالباً به دلیل کاهش مصرف ماده خشک می‌باشد. [۱، ۱۷ و ۲۱].

## تولیدات دامی

دو تیمار حاوی علوفه یونجه با اندازه ذرات درشت (میانگین هندسی ۷/۷ میلی‌متر) و تیمار حاوی علوفه یونجه با اندازه ذرات ریز (با میانگین هندسی ۴/۲ میلی‌متر) استفاده شد. گاوها به‌طوری به دو گروه تقسیم شدند که میانگین تولید شیر، روزهای شیردهی و تعداد زایش در هر گروه مشابه بود. لازم به ذکر است که در طی فصل بهار، گاوهای آزمایش دارای میانگین تولید شیر ۳۸±۱/۵ لیتر و تعداد روزهای شیردهی ۹۵±۱۵ روز و در فصل تابستان دارای میانگین تولید شیر ۳۶±۱/۷ لیتر و تعداد روزهای شیردهی ۱۰۱±۱۲ بودند. هم‌چنین طول هر دوره آزمایشی در هر فصل ۳۰ روز بود (۲۰ روز عادت‌دهی و ۱۰ روز نمونه‌گیری). مواد خوراکی جیره آزمایشی و ترکیبات شیمیایی آن در جدول (۱) ارائه شده است.

لازم به ذکر است که تنها تفاوت موجود بین تیمارهای آزمایشی در هر فصل مربوط به اندازه ذرات علوفه یونجه خشک شده بود به‌طوری‌که در تیمار حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز، علوفه یونجه قبل از افزودن به فیدر با یونجه خردکن دارای توری ۶ سانتی‌متر و در تیمار حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت، علوفه یونجه قبل از افزودن به فیدر با یونجه خردکن بدون توری خرد شد. توزیع اندازه ذرات، میانگین هندسی اندازه ذرات و هم‌چنین الیاف مؤثر فیزیکی علوفه یونجه و خوراک تهیه‌شده در جدول (۲) آورده شده است. نحوه افزودن خوراک به گونه ای بود که یونجه، کنسانتره، ذرت سیلوشده و تفاله چغندر قند به‌ترتیب و بدون وقفه زمانی به فیدر-میکسر اضافه گردید فاصله زمانی مابین ریختن آخرین جزء خوراک (تفاله چغندر قند) و ریختن خوراک به درون آخور ۱۵ دقیقه بود.

خوراک روزانه طی دو وعده در ساعات ۰۷:۰۰ و ۱۵:۰۰ به‌صورت گروهی به گاوها عرضه شد. میانگین دما و رطوبت نسبی روزانه با استفاده از دستگاه دیجیتال در طول روزهای

گاوهای شیری در پاسخ به تنش گرمایی چندین رفتار مشخص نظیر کاهش مصرف خوراک، افزایش مصرف آب، تغییر در سرعت متابولیسم، افزایش در تعداد تنفس، تغییر در غلظت هورمون‌ها در خون و درنهایت افزایش دمای بدن نشان می‌دهند [۲]. با مدیریت بهتر (مانند به‌کارگیری دستگاه‌های تهویه هوا و خنک‌کننده) و اتخاذ راه‌کارهای تغذیه‌ای برخی از اثر منفی تنش حرارتی بر گاو شیری کاسته شده است، با این وجود تنش حرارتی میزان تولید شیر را همواره تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱] و [۳۲]. اگرچه طی سالیان متوالی مطالعات زیادی در ارتباط با اثر اندازه ذرات علوفه بر تولید و ترکیبات شیر در گاوهای شیرده به‌ویژه اوایل دوره شیردهی صورت گرفته است، اما تاکنون پژوهشی به مقایسه اثر اندازه ذرات علوفه جیره در طی دوره‌های تنش گرمایی (تابستان) و شرایط طبیعی دمایی یا محدوده خنثی حرارتی (بهار) انجام نشده است. لذا هدف از انجام این طرح، بررسی اثر متقابل فصل (بهار و تابستان) و اندازه ذرات علوفه (درشت و ریز) بر تولید و ترکیبات شیر، بازدهی خوراک و فراسنجه‌های اقتصادی در گاوهای هلشتاین اوایل دوره شیردهی بود.

## مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر طی فصل بهار (از ۲۱ فروردین‌ماه ۱۳۹۷ الی ۲۰ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷) و تابستان (از ۲۸ تیرماه ۱۳۹۷ الی ۲۷ مردادماه ۱۳۹۷) در مزرعه آموزشی و پژوهشی گروه علوم دامی دانشگاه تهران انجام گرفت. در این آزمایش از ۱۰۰ رأس گاو هلشتاین اوایل دوره شیردهی در دو فصل بهار (شرایط طبیعی دمایی با میانگین شاخص حرارتی-رطوبتی ۶۰) و تابستان (شرایط تنش حرارتی با میانگین شاخص حرارتی-رطوبتی ۷۵) استفاده شدند، به‌طوری‌که در هر فصل از ۵۰ رأس گاو در قالب

## تولیدات دامی

نمونه‌گیری اندازه‌گیری شد و شاخص حرارت-رطوبت با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد [۲۴].

THI = (رابطه ۱)

$$THI = \frac{1}{16} T + \left[ \frac{RH}{100} \times (T - 14) \right] + 46$$

که در این رابطه، THI، شاخص حرارت رطوبت، T، دمای هوا برحسب درجه سانتی‌گراد و RH، رطوبت نسبی برحسب درصد است.

تمام روزهای دوره نمونه‌گیری به‌منظور محاسبه مقدار ماده خشک مصرفی، خوراک عرضه شده و نیز مقدار باقیمانده آن در روز بعد و قبل از عرضه خوراک تازه، توزین شد. هم‌چنین به‌منظور بررسی نرخ مصرف خوراک (نرخ مصرف خوراک در طی ساعات متوالی پس از

خوراکدهی) طی روزهای ۲۳، ۲۴، ۲۵ و ۲۶ آزمایش، خوراک عرضه‌شده و هم‌چنین خوراک موجود در آخور طی زمان‌های دو، چهار و هشت ساعت پس از خوراک دهی صبح توزین و سپس به درون آخور برگردانده شد [۱۳]. در تمام روزهای نمونه برداری، مقدار شیر تولیدی گاوها ثبت شد و در روزهای ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۲۸ و ۳۰ آزمایش، نمونه‌های شیر محافظت‌شده با دی‌کرومات پتاسیم در وعده شیردوشی صبح جمع‌آوری شد و در نهایت ترکیبات نمونه‌های شیر در شرکت ایده‌سازان روژان الوند واقع در کرج با استفاده از دستگاه آنالیز شیر (مدل Combi Scope 600HP شرکت دلتا اینسترومنتس، ساخت کشور هلند) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه آزمایشی

ماده خوراکی	درصد ماده خشک	اجزای جیره	درصد ماده خشک
یونجه	۱۲/۸۱	پودرچربی	۱/۷۹
سیلاژ ذرت	۲۳/۷۱	پودرگوشت	۴/۱۲
تفاله چغندرقتد	۵/۵۲	مکمل مواد معدنی و ویتامین	۰/۵۶
ذرت آسیاب‌شده	۱۴/۸۷	بیکربنات سدیم	۱/۰۰
جو آسیاب‌شده	۱۷/۰۹	اکسید منیزیم	۰/۲۵
سبوس گندم	۱/۶۷	نمک	۰/۱۳
کنجاله سویا	۶/۱۳	کربنات کلسیم	۰/۳۱
کنجاله کانولا	۲/۸۳	زئولیت	۱/۲۵
پنبه دانه	۲/۸۸	توکسین بایندر	۰/۰۶
گلوتن ذرت	۱/۶۲		
انرژی و ترکیب شیمیایی (محاسبه‌شده)			
انرژی ویژه شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم)	۱/۶۸	خاکستر <sup>۳</sup>	۸/۷۶
پروتئین خام (درصد)	۱۷/۱۰	کلسیم <sup>۳</sup>	۱/۳۷
پروتئین قابل تجزیه در شکمبه (درصد)	۱۰/۷	فسفر <sup>۳</sup>	۰/۵۶
پروتئین محلول (درصد)	۶/۴	سدیم <sup>۳</sup>	۰/۳۸
الیاف شوینده اسیدی (درصد)	۱۷/۹	پتاسیم <sup>۳</sup>	۱/۰۷
الیاف شوینده خنثی (درصد)	۳۰/۹	منیزیم <sup>۳</sup>	۰/۳۰
کربوهیدرات غیرالیافی (درصد)	۴۰/۰	کلر <sup>۳</sup>	۰/۲۷
عصاره اتری (درصد)	۴/۷		

۱. یک کیلوگرم ماده خشک از آن حاوی ۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۵۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدانت، ۱۹۵ گرم کلسیم، ۸۰ گرم فسفر، ۲۱ گرم منیزیم، ۳ گرم آهن، ۶۰ گرم سدیم، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۲۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۲۰ میلی‌گرم ید و ۳۰ میلی‌گرم سلنیوم می‌باشد.

اثر متقابل فصل و اندازه ذرات علوفه جیره بر تولید و ترکیبات شیر گاوهای شیرده هلشتاین در اوایل دوره شیردهی

فصل تابستان ۷۵ بود. هم‌چنین کمینه و بیشینه شاخص حرارت-رطوبت برای فصل بهار به ترتیب ۵۵ و ۶۵ و برای فصل تابستان به ترتیب ۷۲ و ۷۸ بود. در تمامی طول دوره آزمایشی در فصل تابستان شاخص حرارت-رطوبت بیش از ۷۲ بوده است و بیانگر وجود تنش حرارتی در طی انجام آزمایش در فصل تابستان است. مطالعات گذشته نشان داده است که در گاوهای پرتولید اوایل دوره شیردهی، اثر تنش حرارتی بر تولید شیر و ماده خشک مصرفی از مقادیر ۶۸ به بعد شروع به تظاهر می‌کند [۱۷]. در پژوهش حاضر به دلیل تغذیه گروهی دام‌ها امکان انجام مقایسه آماری برای فراسنجه مقدار ماده خشک مصرفی وجود نداشت با اینحال اعداد مربوط به میانگین تیمارها در جدول (۳) آورده شده است. تولید شیر خام، شیر تصحیح‌شده برای انرژی، درصد پروتئین، لاکتوز و نیز درصد کل مواد جامد به جز چربی شیر در فصل بهار بیش‌تر از فصل تابستان بود. جدا از اندازه ذرات علوفه موجود در جیره، مقدار شیر تولیدی برای فصل بهار در مقایسه با فصل تابستان بیش‌تر است و علت آن را می‌توان به الگوی مصرف خوراک یکنواخت‌تر و شرایط مطلوب‌تر محیط شکمبه برای تخمیر میکروبی و نیز تولید لاشه میکروبی مرتبط دانست [۱ و ۹].

شیر تصحیح شده برای انرژی (ECM) با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد.

$$ECM = ((Fat\% \times 383) + (Protein\% \times 242) + (Lactose\% \times 165/4) + 20/7) \times 3140 \quad (\text{رابطه } 2)$$

داده‌های تولید و ترکیبات شیر که طی زمان‌های مکرر اندازه‌گیری شده بودند با استفاده از رویه Mixed به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل ۳ تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی و در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijkl} = \mu + S_j + P_k + (S \times P)_{jk} + e_{ijkl} \quad (\text{رابطه } 3)$$

که در این رابطه،  $Y_{ijkl}$  مشاهده مربوط به  $j$  امین فصل؛  $k$  امین اندازه ذرات؛  $\mu$ ، میانگین کل؛  $S_j$ ، اثر فصل؛  $P_k$ ، اثر اندازه ذرات دانه علوفه؛  $(S \times P)_{jk}$ ، اثر متقابل فصل و اندازه ذرات دانه علوفه و  $e_{ijkl}$  خطای آزمایش است.

### نتایج و بحث

شاخص حرارت-رطوبت در طول روزهای آزمایش در شکل (۱) آورده شده است. در پژوهش حاضر، میانگین شاخص حرارتی-رطوبتی برای فصل بهار ۶۰ و برای

جدول ۲. توزیع اندازه ذرات، میانگین هندسی اندازه ذرات و الیاف مؤثر فیزیکی علوفه یونجه مورداستفاده در پژوهش

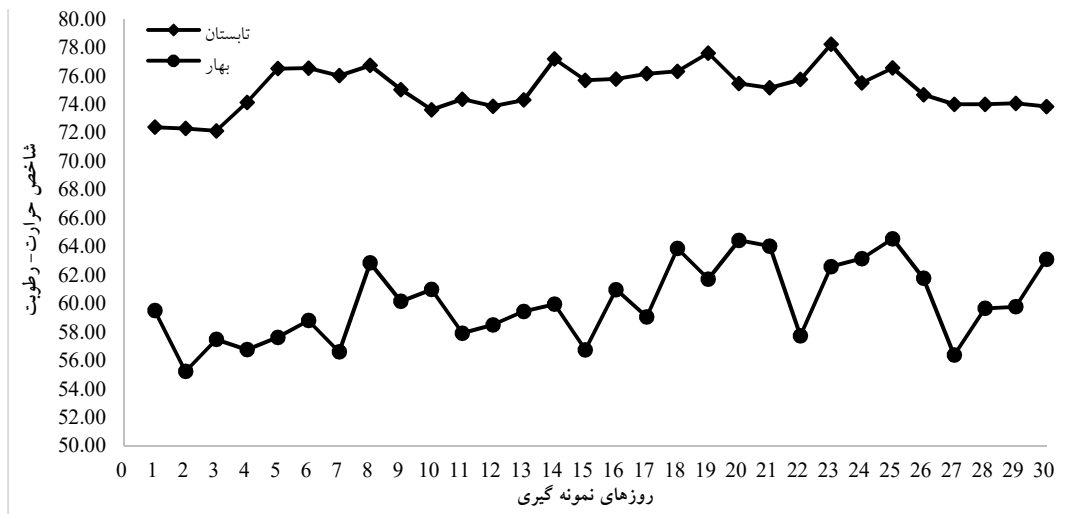
الیاف مؤثر فیزیکی <sup>۱</sup>	الیاف نامحلول	میانگین هندسی	تشکک	۱۹ میلی‌متر <sup>۱</sup>	۸ میلی‌متر <sup>۱</sup>	۱/۱۸ میلی‌متر <sup>۱</sup>	الیاف مؤثر فیزیکی <sup>۲</sup>
نامحلول در شوینده ختنی (درصد ماده خشک)	در شوینده ختنی (درصد ماده خشک)	اندازه ذرات (میلی‌متر)	پایینی <sup>۱</sup>				
۱۹/۶	۵۱/۶	۴/۲	۲۹	۳۲	۲۵	۱۳	یونجه، ریز خردشده
۲۸/۹	۵۱/۶	۷/۷	۱۹	۲۵	۱۷	۳۹	یونجه، درشت خردشده
۱۶/۴	۳۰/۹	۶/۹	۱۰	۳۸	۴۱	۱۲	خوراک درشت بهار
۱۰/۸	۳۰/۹	۴/۳	۲۴	۴۱	۲۶	۹	خوراک ریز بهار
۱۶/۳	۳۰/۹	۶/۱	۱۷	۳۰	۴۱	۱۲	خوراک درشت تابستان
۱۰/۸	۳۰/۹	۴/۲	۲۲	۴۴	۳۰	۵	خوراک ریز تابستان

۱. مقادیر باقیمانده بر ال‌ها برحسب درصدی از کل خوراک ال‌ک‌شده.

۲. الیاف مؤثر فیزیکی با استفاده از مجموع ارقام دو غربال بالایی ال‌ک پنسیلوانیا (شماره ۱۹ و ۸ میلی‌متر) ضرب در غلظت الیاف نامحلول در شوینده ختنی یونجه و خوراک محاسبه شد.

## تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱



شکل ۱. شاخص حرارت-رطوبت در طول روزهای نمونه‌گیری در فصل بهار و تابستان

تحت تنش در مقایسه با دام‌های تحت شرایط طبیعی دمایی کم‌تر بود و با توجه به ماده خشک مصرفی یکسان بین دو گروه نتیجه گرفتند که کاهش در تولید شیر ناشی از اثرات تنش حرارتی و مستقل از ماده خشک مصرفی است. در مطالعاتی که با تمرکز بر اثر تنش حرارتی بر گاوهای پر تولید انجام گرفته است نشان داده شده است که کاهش در تولید شیر تنها ناشی از کاهش ماده خشک مصرفی نیست بلکه بخشی از این کاهش تولید ناشی از تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی اعمال شده در اثر تنش حرارتی می‌باشد [۴، ۹ و ۱۱]. درصد پروتئین شیر برای فصل تابستان کم‌تر از فصل بهار بود ( $p < 0.01$ ). سازوکار تنظیم تولید پروتئین شیر در شرایط تنش حرارتی هنوز به‌طور کامل شناخته شده نیست و به احتمال زیاد این سازوکار شامل تغییرات در چندین سامانه زیستی بدن دام می‌باشد. نشان داده شده است که بخشی از کاهش پروتئین شیر به دلیل نامطلوب بودن شرایط محیط شکمبه جهت رشد و تولید پروتئین میکروبی در گاوهای تحت تنش حرارتی می‌باشد [۱ و ۴]. به دلیل کاهش جریان خون به قسمت‌های عمقی بدن که ناشی از تبادلات حرارتی در

هم‌چنین برای هر دو فصل بهار و تابستان، مقدار شیر تولیدی برای جیره‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز در مقایسه با جیره‌های حاوی علوفه اندازه ذرات بیش‌تر بود ( $P < 0.01$ )، اثرات متقابل فصل و اندازه ذرات علوفه بر فراسنجه‌های مربوط به تولید و ترکیبات شیر معنی‌دار نبود. غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر و نیز غلظت نیتروژن غیر پروتئینی شیر برای فصل تابستان بیش‌تر از فصل بهار بود ( $P < 0.01$ ). در پژوهش دیگری [۱۱] به‌منظور بررسی اثر ناشی از تنش حرارتی بر تولید و ترکیبات شیر در گاوهای شیرده، تعداد چهار رأس گاو شیرده را به‌صورت دوره‌ای تحت شرایط تنش حرارتی و شرایط طبیعی دمایی در قفس‌های متابولیکی قرار دادند. مقدار ماده خشک ارائه‌شده به گروه تحت شرایط طبیعی دمایی، دقیقاً با مقدار ماده خشک مصرفی توسط گاوهای تحت تنش حرارتی یکسان بود. در نهایت پژوهش‌گران مذکور مشاهده کردند که میزان تولید شیر خام (۱۷ درصد)، تولید شیر خام تصحیح‌شده برای چربی (۲۲/۹ درصد)، درصد پروتئین شیر (۴/۱ درصد) و هم‌چنین میزان تولید پروتئین شیر برحسب کیلوگرم در روز (۱۹ درصد) برای گاوهای

در اثر تخمیر پروتئین‌ها در شکمبه که امکان شرکت در ساختار پروتئین میکروبی را نداشته است و پس از جذب از دیواره شکمبه و راه‌یابی به کبد به اوره تبدیل می‌شود و منبع دیگر، دامیناسیون اسیدهای آمینه در بافت‌های بدن می‌باشد که ظاهراً در گاوهای تحت تنش حرارتی این بخش از نیتروژن سهم عمده‌ای از نیتروژن اوره‌ای پلازما و متعاقباً نیتروژن اوره‌ای شیر و ادرار را تشکیل می‌دهد [۹ و ۲۲].

تولید شیر گاوهای تغذیه‌شده با جیره حاوی علوفه ریز در مقایسه با جیره حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت تمایل به افزایش داشت ( $p=0/09$ ; جدول ۳). هم‌چنین درصد لاکتوز برای در شیر گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت در مقایسه با جیره حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز تمایل به افزایش داشت ( $p=0/08$ ; جدول ۴). در پژوهشی نشان داده شد که تغییر اندازه ذرات علوفه در جیره تأثیر روی تولید شیر نداشت، اما پروتئین شیر با افزایش اندازه ذرات به صورت درجه ۲ کاهش یافت. هم‌چنین افزایش اندازه ذرات علوفه باعث کاهش غلظت استات و پروپیونات گردید [۱۸]. در پژوهش دیگری نشان داده شد که کاهش اندازه ذرات علوفه در جیره گاوهای شیرده گرچه موجب کاهش ماندگاری خوراک در شکمبه در نتیجه افزایش عبور بخش جامد خوراک از شکمبه شد، اما تأثیر معنی‌داری بر تولید و ترکیبات شیر نداشت [۲۲].

در پژوهشی که با هدف بررسی اثر متقابل فضای آخور و اندازه ذرات علوفه بر روی عملکرد و شدت مصرف خوراک در تلیسه‌های هلشتاین انجام گرفت [۲۳] نتایج نشان داد که ماده خشک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک برای تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز در مقایسه با تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود.

شرایط تنش حرارتی می‌باشد، میزان جذب اسیدهای چرب فرآر تولیدی در شکمبه کاهش یافته و همین امر به افزایش تجمع این اسیدها در شکمبه و در نتیجه افت pH مایع شکمبه و نامطلوب شدن شرایط برای رشد و تولید پروتئین‌های میکروبی منجر می‌شود [۱، ۴ و ۹]. بخشی از کاهش پروتئین شیر در شرایط تنش حرارتی به تغییر در متابولیسم‌های درگیر در تولید پروتئین شیر در غدد پستانی گاوهای تحت تنش حرارتی به‌ویژه تنظیم کاهشی در ژن‌های تولید کننده پروتئین شیر در سلول‌های پستانی مربوط می‌شود [۹]. کاهش پروتئین شیر در شرایط تنش حرارتی می‌تواند به دلایلی هم‌چون افزایش در بازچرخ پروتئین، رقابت بین تولید کازئین و پروتئین‌های ساختاری در مصرف اسیدهای آمینه موردنیاز و در نهایت افزایش تجزیه‌پذیری کازئین باشد [۶]. لازم به ذکر است که کاهش در تولید پروتئین شیر تحت شرایط تنش حرارتی می‌تواند به عواملی چون کاهش تأمین پیش ماده‌های تولید پروتئین شیر (اسیدهای آمینه) به دلیل کاهش در جریان خون ورودی به غدد پستانی در شرایط تنش حرارتی نیز مرتبط باشد [۸ و ۲۳].

در مطالعه حاضر، جدا از اندازه ذرات علوفه موجود در خوراک، در فصل بهار گاوهای آزمایشی از الگوی مصرف خوراک یکنواخت‌تری در طول روز برخوردار بودند و لذا می‌توان نتیجه گرفت که یکنواختی در مصرف خوراک طی فصل بهار به شرایط شکمبه‌ای متعادل‌تر از لحاظ اسیدیته منجر می‌شود (جدول ۴). شماری از مطالعات علت کاهش در تولید پروتئین شیر در شرایط تنش حرارتی را به تغییر در اولویت‌بندی بدن دام برای تخصیص اسیدهای آمینه برای سنتز پروتئین شیر توسط سلول‌های پستانی و یا تأمین نیاز سایر اندام‌های بدن مرتبط دانسته اند [۱۱]. لازم به ذکر است مهم‌ترین منابع نیتروژن اوره‌ای شیر (MUN) عبارتند از آمونیاک آزادشده

جدول ۳. اثر فصل و اندازه ذرات علوفه بر ترکیبات شیر در گاوهای شیرده نژاد هلشتاین

P-value	فصل تابستان			فصل بهار		اندازه ذرات	
	فصل	اندازه ذرات	SEM	درشت	ریز		
-	-	-	-	۲۲/۹۲	۲۳/۱۵	۲۴/۰۳	ماده خشک مصرفی (کیلوگرم)
۰/۴۸	۰/۰۹	<۰/۰۱	۰/۹۰۴	۳۶/۳۹ <sup>bc</sup>	۳۵/۵۶ <sup>c</sup>	۴۰/۳۳ <sup>a</sup>	تولید شیر خام (کیلوگرم)
۰/۴۴	۰/۱۶	<۰/۰۱	۰/۹۳۴	۳۵/۱۵ <sup>bc</sup>	۳۴/۵۶ <sup>c</sup>	۳۷/۴۶ <sup>ab</sup>	تولید شیر تصحیح شده برای انرژی (کیلوگرم)
۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۳۷	۰/۱۰۱	۳/۳۹	۳/۴۲	۳/۳۱	چربی شی (درصد)
۰/۴۷	۰/۳۵	۰/۰۸	۰/۰۴۷	۱/۲۲	۱/۲۱	۱/۳۴	چربی شیر (کیلوگرم)
۰/۶۰	۰/۹۸	<۰/۰۱	۰/۰۳۶	۲/۶۷ <sup>b</sup>	۲/۶۵ <sup>b</sup>	۲/۹۱ <sup>a</sup>	پروتئین شیر (درصد)
۰/۶۲	۰/۱۵	<۰/۰۱	۰/۰۲۷	۰/۹۷ <sup>b</sup>	۰/۹۴ <sup>b</sup>	۱/۱۷ <sup>a</sup>	پروتئین شیر (کیلوگرم)
۰/۸۵	۰/۰۸	<۰/۰۱	۰/۰۴۵	۴/۴۷ <sup>b</sup>	۴/۵۶ <sup>b</sup>	۴/۸۷ <sup>a</sup>	لاکتوز شیر (درصد)
۰/۴۵	۰/۳۵	<۰/۰۱	۰/۰۴۳	۱/۶۳ <sup>b</sup>	۱/۶۲ <sup>b</sup>	۱/۹۶ <sup>a</sup>	لاکتوز شیر (کیلوگرم)
۰/۸۰	۰/۲۹	<۰/۰۱	۰/۰۶۵	۷/۵۵ <sup>b</sup>	۷/۶۳ <sup>b</sup>	۸/۱۱ <sup>a</sup>	مواد جامد بدون چربی (درصد)
۰/۹۸	۰/۵۵	<۰/۰۱	۰/۱۳۸	۱۰/۹۰ <sup>b</sup>	۱۰/۹۸ <sup>b</sup>	۱۱/۵۰ <sup>a</sup>	کل مواد جامد شیر (درصد)
۰/۵۵	۰/۶۷	<۰/۰۱	۰/۸۸۹	۳۰/۹۴ <sup>a</sup>	۳۱/۱۰ <sup>a</sup>	۲۴/۲۳ <sup>b</sup>	نیترژن غیرپروتئینی شیر (برحسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم شیر)
۰/۵۲	۰/۵۷	<۰/۰۱	۰/۸۶۸	۱۴/۵۴ <sup>b</sup>	۱۴/۶۲ <sup>b</sup>	۱۱/۳۸ <sup>b</sup>	نیترژن اورهای شیر (برحسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم شیر)
۰/۶۹	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۲۷	۴/۹۹ <sup>ab</sup>	۴/۸۲ <sup>b</sup>	۵/۱۲ <sup>a</sup>	تعداد سلول‌های سوماتیک شیر (log <sub>10</sub> )

a-c: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

جدول ۴. اثر فصل و اندازه ذرات علوفه بر شدت مصرف ماده خشک طی ساعات پس از خوراک‌دهی

P-value	فصل تابستان			فصل بهار		اندازه ذرات	
	فصل	اندازه ذرات	SEM	درشت	ریز		
مقدار ماده خشک مصرفی (کیلوگرم)							
۰/۱۲	۰/۹۰	۰/۰۲	۰/۶۲۴	۶/۷۱ <sup>ab</sup>	۷/۸۳ <sup>a</sup>	۶/۰۸ <sup>ab</sup>	صفر-۲ ساعت
۰/۰۲	۰/۶۸	<۰/۰۱	۰/۳۷۳	۱/۲۸ <sup>bc</sup>	۰/۴۶ <sup>c</sup>	۱/۸۱ <sup>ab</sup>	۲-۴ ساعت
۰/۹۸	۰/۷۷	۰/۰۶	۰/۵۵۱	۲/۱۹	۲/۳۵	۳/۳۶	۴-۸ ساعت
۰/۸۹	۰/۶۰	۰/۹۳	۰/۵۷۷	۱۲/۸۳	۱۲/۵۰	۱۲/۸۶	۸-۲۴ ساعت
مقدار ماده خشک مصرفی (درصدی از کل ماده خشک مصرفی روزانه)							
۰/۰۵	۰/۸۹	<۰/۰۱	۱/۹۲۴	۲۹/۲۱ <sup>ab</sup>	۳۳/۶۳ <sup>a</sup>	۲۵/۱۶ <sup>bc</sup>	صفر-۲ ساعت
۰/۰۱	۰/۷۴	<۰/۰۱	۱/۴۰۸	۵/۶۴ <sup>bc</sup>	۲/۰۸ <sup>c</sup>	۷/۵۰ <sup>b</sup>	۲-۴ ساعت
۰/۹۴	۰/۸۱	۰/۰۴	۱/۸۸۳	۹/۴۵	۱۰/۰۳	۱۳/۹۰	۴-۸ ساعت
۰/۹۴	۰/۷۳	۰/۵۶	۳/۳۲۹	۵۵/۷۱	۵۴/۲۵	۵۳/۴۴	۸-۲۴ ساعت

a-c: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین.

هم‌چنین بیان کردند که القای سیری در گوساله‌های مصرف‌کننده جیره‌های حاوی علوفه درشت به دلیل ایجاد پرشدگی فیزیکی شکمبه نیز می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل

پژوهش‌های مذکور علت را در مدت زمان ماندگاری بیش‌تر خوراک در شکمبه در تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت (به‌ویژه بخش علوفه‌ای) مرتبط دانستند.

## تولیدات دامی

دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱



دوره تنش حرارتی، ترجیح می‌دهند که بخش عمده ماده خشک مصرفی را طی ساعات اولیه صبح (به دلیل خنک بودن هوا) و ساعات عصر به بعد که دوباره هوا خنک می‌شود، انتقال دهند.

در پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای حاوی علوفه‌های با اندازه ذرات مختلف (درشت در مقابل ریز) از لحاظ مقدار خوراک مصرف شده برحسب کیلوگرم و یا برحسب درصد طی ساعات متوالی پس از خوراک‌دهی صبح وجود نداشت (جدول ۴). در پژوهشی که با هدف بررسی اثر متقابل فضای آخور و اندازه ذرات علوفه بر روی عملکرد و شدت مصرف خوراک در گوساله‌های ماده هلشتاین انجام گرفت دریافتند که طی دو ساعت اولیه پس از عرضه خوراک میزان خوراک مصرفی برای تیمار ریز نسبت به تیمار درشت بیش‌تر بوده است [۲۳].

اثر متقابل فصل و اندازه ذرات علوفه بر مقدار ماده خشک مصرفی (برحسب درصد) در پژوهش حاضر مشاهده شد (جدول ۴) به‌طوری‌که طی مدت زمان صفر الی دو ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، مقدار ماده خشک مصرفی برای تیمار حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت در فصل تابستان بیش‌ترین (۳۳ درصد) و برای فصل بهار کم‌ترین (۲۱ درصد) مقدار بوده است و برای تیمارهای حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز طی فصل‌های بهار و تابستان حالت بینابینی داشت. هم‌چنین مقدار ماده خشک مصرفی (برحسب درصد) طی مدت زمان دو الی چهار ساعت پس از خوراک‌دهی صبح برای تیمار حاوی علوفه با اندازه ذرات درشت در فصل تابستان کم‌ترین (دو درصد) و برای فصل بهار بیش‌ترین (۱۲ درصد) مقدار بوده است (جدول ۴) و برای تیمار حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز طی فصل‌های بهار و تابستان حالت بینابینی داشت. در کل نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گاوهایی که با خوراک حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز تغذیه شده‌اند از الگوی مصرف خوراک

مؤثر مطرح باشد. مطالعات دیگری نشان دادند که میزان ماده خشک مصرفی با افزایش اندازه ذرات علوفه در جیره کاهش می‌یابد [۱۳، ۱۹ و ۲۱].

تفاوت معنی‌داری بین فصول مختلف (تابستان و بهار) از لحاظ مقدار خوراک مصرف‌شده (برحسب کیلوگرم) طی دو ساعت اولیه پس از خوراک‌دهی صبح وجود داشت، به‌طوری‌که مقدار ماده خشک مصرفی طی دو ساعت اولیه پس از خوراک‌دهی صبح برای فصل تابستان به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از فصل بهار بود ( $P < 0.05$ ). درحالی‌که مقدار ماده خشک مصرفی طی مدت زمان دو الی چهار ساعت و هم‌چنین چهار الی هشت ساعت پس از خوراک‌دهی صبح برای فصل بهار بیش‌تر از فصل تابستان بوده است (جدول ۴).

نرخ مصرف خوراک برحسب درصد نیز از الگویی مشابه مقدار ماده خشک مصرفی برحسب کیلوگرم تبعیت نموده است، به‌طوری‌که دام‌ها در فصل تابستان طی دو ساعت اولیه پس از خوراک‌دهی صبح ۳۱ درصد از کل ماده خشک مصرفی روزانه را مصرف نموده‌اند، درحالی‌که این میزان برای فصل بهار تنها ۲۳ درصد بوده است و مقدار ماده خشک مصرفی (برحسب درصد) برای مدت زمان دو الی چهار ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، برای تابستان تنها ۳/۵ درصد و برای فصل بهار ۱۰ درصد بوده است. هم‌چنین مقدار ماده خشک مصرفی (برحسب درصد) برای مدت زمان چهار الی هشت ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، برای تابستان ۱۰ درصد و برای بهار ۱۴ درصد بوده است.

نتایج این پژوهش به وضوح نشان می‌دهد که، فارغ از اندازه ذرات علوفه موجود در خوراک، برای فصل بهار گاوهای آزمایشی از الگوی مصرف خوراک یکنواخت‌تری در طول روز برخوردار بودند. درحالی‌که این الگو در فصل تابستان به گونه‌ای است که گاوها به دلیل ترس از افزایش حرارت تولیدی ناشی از مصرف خوراک در طول

## تولیدات دامی

- Science, 62: 543-554.
6. Bequette BJ and Backwell FRC (1997) Amino acid supply and metabolism by the ruminant mammary gland. Proceedings of the Nutrition Society, 56: 593-605.
  7. Brown-Brandl TM, Eigenberg RA, Nienaber JA and Hahn GL (2005) Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-Shaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. Biosystems engineering, 90:451-462.
  8. Colditz PJ and Kellaway RC. (1972) The effect of diet and heat stress on feed intake, growth, and nitrogen metabolism in Friesian, F1 Brahman X Friesian, and Brahman heifers. Australian Journal of Agricultural Research, 23: 717-725.
  9. Cowley FC, Barber DG, Houlihan AV and Poppi DP (2015) Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. Journal of Dairy Science, 98: 2356-2368.
  10. Fuquay JW (1981) Heat stress as it affects animal production. Journal of Animal Science, 52: 164-174.
  11. Gao ST, Quan GJS, Sanz Fernandez XM, Baumgard LH and Bu DP (2017) The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science, 100: 5040-5049.
  12. Greter AM, DeVries TJ and Von Keyserlingk MAG (2008) Nutrient intake and feeding behavior of growing dairy heifers: Effects of dietary dilution. Journal of Dairy Science, 91: 2786-2795.
  13. Greter AM, Leslie KE, Mason GJ, McBride BW and DeVries TJ (2010) Feed delivery method affects the learning of feeding and competitive behavior in dairy heifers. Journal of Dairy Science, 93: 3730-3737.
  14. Hall MB, Hoover WH, Jennings JP, and Miller-Webster TK (1999) A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. Journal of the Science of Food and Agriculture, 79: 2079-2086.
  15. Hutjens MF. (2008) Feed Efficiency Opportunities with 2008 Feed Cost. Proceedings 45th Florida Dairy Production Conference, Gainesville, April 29, 2008.
  16. Johnson HD, Ragsdale AC, Berry IL and Shanklin MD (1963) Temperature humidity effects including influence of acclimation in feed and water consumption of Holstein cattle. Missouri Agricultural Experiment Station Bulletin 846, Columbia.

یکنواخت‌تری در طول فصل‌های بهار و تابستان برخوردار بوده‌اند و این نکته می‌تواند یکی از مزایای تغذیه خوراک‌های حاوی علوفه با اندازه ذرات ریز در طول سال باشد. در واقع نتایج مطالعات گذشته نیز بیانگر این است که گاوهای تحت تنش حرارتی تمایل دارند که از طریق راه‌کارهایی همانند افزایش تعداد وعده‌های خوراک‌خوردن، کاهش مقدار خوراک خورده‌شده طی هر وعده و نیز انتقال عمده ماده خشک مصرفی به ساعات خنک روز بتوانند کاهش ماده خشک مصرفی در طی ساعات گرم تر روز را جبران نمایند [۱، ۴، ۷ و ۱۰].

### تشکر و قدر دانی

از تمامی پرسنل مزرعه آموزشی و پژوهشی گروه علوم دامی دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تشکر و قدر دانی می‌گردد.

### تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

### منابع مورد استفاده

1. Allen JD, Hall LW, Collier RJ and Smith JF (2015) Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. Journal of Dairy Science, 98: 118-127.
2. Armstrong DV (1994) Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. Journal of Dairy Science, 77: 2044-2050.
3. Bailey AI, Ferdman HA, Smith LW, and Sharma BK. (1990) Particle size reduction during initial mastications of forages by dairy cattle. Journal of Animal Science, 68:2084-2094.
4. Baumgard, LH and Rhoads RP (2012) Ruminant Nutrition Symposium: Ruminant production and metabolic responses to heat stress. Journal of Animal Science, 90: 1855-1865.
5. Beede DK and Collier RJ (1986) Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. Journal of Animal

17. Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N and Maltz E (2002) Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Production Science*, 77: 59-91.
18. Kononoff PJ and Heinrichs AJ (2003) The Effect of Reducing Alfalfa Haylage Particle Size on Cows in Early Lactation. In *Journal of dairy science*, 86 (4): 1445-1457.
19. Luginbuhl JM, Pond KR, Burns JC and Russ JC (1989) Effects of Ingestive Mastication on Particle Dimensions and Weight Distribution of Coastal Bermudagrass Hay Fed to Steers at Four Levels 1, 2. *Journal of Animal Science*, 67: 538-546.
20. Mertens DR (1997) Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of dairy science*, 80(7): 1463-1481.
21. Mertens DR (1987) Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of animal science*, 64(5): 1548-1558.
22. Mishra MF, Martz A, Stanley RW, Johnson HD, Campbell JR and Hilderbrand E (1970) Effect of diet and ambient temperature-humidity on ruminal pH, oxidation reduction potential, ammonia and lactic acid in lactating cows. *Journal of Animal Science*, 30: 65-69.
23. Mohammadi A, Fatehi F, Zali A and Ganjkhanlou M (2018) The investigation of interaction effects of feed bunk space and forage particle size on performance and feed consumption intensity within hours after feed delivery in Holstein female calves. *Journal of Animal Science Researches*, 28:83-98(in Persian)
24. National Research Council (1971) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 4th rev. ed. Washington D.C.: National Academy of Sciences.
25. Polsky L and Von Keyserlingk MAG (2017) Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100: 8645-8657.
26. Ray DE and Roubicek CB (1971) Behavior of feedlot cattle during two seasons. *Journal of Animal Science*, 33: 72-76.