

## تأثیر استفاده از بیوجار معدنی بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی و قابلیت هضم گوساله‌های هلشتاین

- **مهسا هدایتی سیچانی**  
دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، اصفهان، ایران
- **امیر داور فروزنده** (نویسنده مسئول)  
دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، اصفهان، ایران
- **پیروز شاکری**  
دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۱۴۰۸۶۸

Email: ad\_faroozandeh@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2018.121865.1699

چکیده

بیوجار یک ترکیب کربنی با ساختار متخلخل و نواحی سطحی زیاد است که محل مناسبی را برای تجمع و اتصال ارگانسیم‌ها در شکمبه فراهم می‌کند. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف یک بیوجار معدنی بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی جیره و فراسنجه‌های خونی گوساله‌های هلشتاین انجام شد. برای این منظور از ۲۷ رأس گوساله‌ی ماده هلشتاین از شیر گرفته شده با میانگین سن  $64/7 \pm 12/0$  روز و میانگین وزن اولیه  $67/7 \pm 9/45$  کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۹ تکرار به مدت ۴۹ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی حاوی ۳۲/۸۳ درصد علوفه و  $67/17$  درصد کنسانتره بودند و کنسانتره مورد استفاده در جیره ۱ (شاهد)، ۲ و ۳ به ترتیب حاوی صفر،  $0/35$  و  $0/70$  درصد بیوجار معدنی بود. مصرف خوراک روزانه و افزایش وزن در پایان هر هفته از آزمایش اندازه‌گیری شد. غلظت برخی از فراسنجه‌های خون در روز ۴۸ آزمایش تعیین شد و قابلیت هضم جیره‌ها با جمع‌آوری نمونه‌های خوراک و مدفوع گوساله‌ها در ۴ روز پایانی از هفته هفتم آزمایش تعیین گردید. وزن بدن گوساله‌ها در پایان آزمایش و افزایش وزن روزانه در طول دوره آزمایش تحت جیره‌ها قرار نگرفت، هر چند افزایش وزن روزانه گوساله‌ها با افزایش سطح بیوجار در جیره، به‌صورت خطی تمایل به افزایش ( $P=0/06$ ) داشت. میانگین مصرف خوراک روزانه گوساله‌ها در کل دوره در گروه‌های آزمایشی یکسان بود ( $P=0/37$ )، در حالی که بازده تبدیل خوراک در گوساله‌های مصرف‌کننده جیره‌های حاوی بیوجار در مقایسه با جیره شاهد مطلوب‌تر ( $P=0/02$ ) و با افزایش غلظت بیوجار در جیره‌ها بازده تبدیل خوراک به‌صورت خطی کاهش ( $P=0/02$ ) یافت. قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوبنده خثی (NDF) در جیره‌های حاوی بیوجار در مقایسه با جیره شاهد بیشتر بود ( $P<0/01$ ). افزودن بیوجار به جیره گوساله‌ها تأثیری بر غلظت نیتروژن اوره‌ای، پروتئین کل، تری‌گلیسیرید و لیپوپروتئین‌های با چگالی کم در خون نداشت، اما غلظت کلسترول خون در گوساله‌های با کنسانتره حاوی  $0/35$  درصد بیوجار در مقایسه با گروه شاهد کمتر بود ( $P<0/05$ ). به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از بیوجار معدنی مذکور در جیره گوساله‌ها سبب بهبود بازده تبدیل خوراک، افزایش قابلیت هضم و کاهش کلسترول خون گوساله‌ها گردید.

واژه‌های کلیدی: بیوجار معدنی، عملکرد، قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی، گوساله‌های هلشتاین

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 122 pp: 367-378

### Effects of mineral biochar on performance, digestibility and blood parameters in Holstein calves

By: Mahsa Hedayati Sichani<sup>1</sup>, Amir Davar Foroozandeh\*<sup>2</sup> and Pirouz Shakeri<sup>3</sup>

1&2- Department of Animal Science, Khorasgan (Isfahan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

3- Animal Sciences Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran

Corresponding Author: Amir Davar Foroozandeh: ad\_faroozandeh@yahoo.com

Received: May 2018

Accepted: July 2018

Biochar is a carbonaceous material compound with a porous structure and large surface area that create habitat for establishment and development of biofilm residing microbes in rumen. The objective of this study was to determine the effects of different levels of mineral biochar (MB) on performance, nutrient digestibility, and some blood parameters of Holstein calves. Twenty-seven Holstein female weaned calves ( $64.7 \pm 12.0$  days of age and  $67.7 \pm 9.45$  kg initial BW) were randomly assigned to one of three experimental diets ( $n=9$ ); contained 0%, 0.35% and 0.70% of mineral biochar (DM basis) in concentrate respectively. Experimental diets were formulated with 32.83% forage to 67.17% concentrate ratio and were fed three times daily as total mixed rations. Dry matter intake (DMI) and body weight gain were recorded at the end of each week. Blood samples were collected on day 48 and nutrient digestibility was measured at the end of the experimental period (days 46 to 49). Results showed that mean of total body weight gain, final body weight and daily gain were not affected by different levels of MB in diets; however, average daily gain tended to increase linearly ( $P=0.06$ ) as the level of MB increased in the diet. There was no difference in average daily dry matter intake of calves consuming different experimental diets; while, feed conversion ratio (FCR) was lower ( $P=0.02$ ) in calves fed diets containing MB compared to control group and FCR decreased linearly ( $P=0.02$ ) as the level of MB increased in the diet. Apparent total tract digestibility of OM, CP and NDF increased ( $P < 0.01$ ) with diets containing MB in comparison to control group. Also, blood urea nitrogen, total protein, triglycerides and VLDL were not different across experimental diets, but, calves fed 0.35% MB had lower ( $p<0.05$ ) blood cholesterol than those fed other diet. It was concluded that using of MB had favorable effects on nutrient digestibility, FCR and blood cholesterol.

**Key words:** Mineral biochar, performance, digestibility, blood parameters, Holstein calves.

#### مقدمه

افزودنی‌ها، باقی ماندن بخشی از افزودنی‌های شیمیایی در تولیدات دامی و نیز ایجاد مقاومت باکتریایی همواره باعث نگرانی متخصصان تغذیه بوده است (Patra و Saxena, ۲۰۰۹). بیوجار یکی از ترکیبات کربنی می‌باشد که به‌عنوان جایگزینی مناسب برای برخی از افزودنی‌های خوراکی از جمله آنتی‌بیوتیک‌ها معرفی شده است (Chu و همکاران, ۲۰۱۳؛ Prasai و همکاران, ۲۰۱۶). بیوجار یک ماده غنی از کربن است

افزودنی‌های خوراکی مختلف برای ایجاد تغییر در اکوسیستم شکمبه نشخوارکنندگان و در نهایت افزایش تولید حیوانات مورد توجه قرار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به استفاده از یونوفرها (McGuffey و همکاران, ۲۰۰۱)، پروبیوتیک‌ها (Callaway و همکاران, ۲۰۰۴)، عصاره‌های گیاهی (Shakeri و همکاران, ۲۰۱۷) و غیرفعال کننده‌های مایکوتوکسین‌ها (Anonymous, ۲۰۱۲) اشاره کرد، در حالی که سمی بودن برخی از این

اطلاعات محدودی در رابطه با تأثیر استفاده از بیوجار در جیره دام‌ها بر عملکرد دام و فراسنجه‌های فیزیولوژیکی و تخمیری شکمبه وجود دارد. از طرفی منابع متعددی برای تولید بیوجار و همچنین منابع معدنی بیوجار در کشور وجود دارند. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر استفاده از یک نوع بیوجار معدنی در جیره غذایی بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و برخی از فراسنجه‌های خونی گوساله‌های ماده تازه از شیرگرفته هلشتاین انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۶ با استفاده از ۲۷ راس گوساله ماده هلشتاین از شیر گرفته شده (با میانگین سن  $12/0 \pm 64/7$  روز و میانگین وزن بدن  $9/45 \pm 67/7$  کیلوگرم) در جایگاه‌های انفرادی گاو‌داری شرکت کشت و دام نامفر در حومه اصفهان و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۹ تکرار (گوساله) برای هر تیمار اجرا شد. جیره‌های آزمایشی شامل  $32/83$  درصد علوفه و  $67/17$  درصد کنسانتره بودند و کنسانتره مورد استفاده در جیره (۱ یا شاهد)، (۲) و (۳) به ترتیب حاوی صفر،  $0/35$  و  $0/70$  درصد بیوجار معدنی بودند. در طول آزمایش جیره‌های آزمایشی به صورت کاملاً مخلوط و روزانه سه مرتبه در اختیار گوساله‌ها قرار داده شد. دوه عادت‌پذیری به جیره‌های آزمایشی ۱۴ روز و دوره آزمایشی ۴۹ روز به طول انجامید و در طول آزمایش آب به صورت آزاد در اختیار گوساله‌ها قرار داده شد. در جدول ۱ اجزای جیره‌های آزمایشی و ترکیبات شیمیایی آن‌ها نشان داده شده است. همچنین در جدول ۲ ترکیبات شیمیایی بیوجار معدنی مورد استفاده در آزمایش که از معدن بیوجار واقع در شهرستان کوهبنان در استان کرمان تهیه گردید آورده شده است.

که از سوختن موادی مانند چوب، کود، برگ‌ها و ضایعات آلی در حضور اکسیژن کم و یا عدم حضور اکسیژن تولید می‌شود. این ماده ساختار متخلخل و نواحی سطحی در حدود ۲-۴۰ مترمربع به ازای هر گرم دارد (Day و همکاران، ۲۰۰۵). بیوجار با ساختار متخلخل و نواحی سطحی زیاد برای اتصال میکروب‌ها و ایجاد سطح ساکن برای اجتماعات میکروبی دارای ماتریکس بیوفیلم مناسب است و در نتیجه بازده تخمیر میکروبی را در شرایط برون‌تنی (Leng و همکاران، ۲۰۱۲a) و در دام زنده (Leng و همکاران، ۲۰۱۲b) بهبود داده است.

افزودن بیوجار به جیره علاوه بر بهبود تولید گوشت، سبب تقویت و حاصلخیزی خاک مزارع چراشده توسط دام‌های مصرف کننده این ماده شده است (McHenry، ۲۰۱۰). همچنین استفاده از یک درصد بیوجار حاصل از محصول فرعی پسته در جیره بره‌های نر پرواری سبب بهبود ( $p < 0/05$ ) افزایش وزن روزانه، بازده تبدیل خوراک و تولید پروتئین میکروبی در بره‌ها گردیده است (میرحیدری و همکاران، ۱۳۹۶).

در برخی از کشورها بیوجار با هدف بهبود در هضم، بازده تبدیل خوراک و عملکرد حیوانات به جیره دام‌ها افزوده می‌گردد (Gerlach و Schmidt، ۲۰۱۲). اهمیت بیوجار به دلایل زیادی از جمله تولید آن از مواد زائد و ارزان قیمت و جذب سموم خوراک (Yang و همکاران، ۲۰۱۰)، افزایش قابلیت هضم خوراک (Hansen و همکاران، ۲۰۱۳)، افزایش ابقاء نیتروژن (Al-Kindi و همکاران، ۲۰۱۶)، اتصال با سموم موجود در خوراک (Prasai و همکاران، ۲۰۱۶) و کاهش انتشار متان (Leng و همکاران، ۲۰۱۲b؛ Hansen و همکاران، ۲۰۱۳) می‌باشد.

## جدول ۱- نسبت علوفه و کنسانتره، اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱ (شاهد)	ترکیبات جیره (درصد)
۶۷/۱۷	۶۷/۱۷	۶۷/۱۷	کنسانتره
۲۳/۵۰	۲۳/۵۰	۲۳/۵۰	یونجه
۹/۳۳	۹/۳۳	۹/۳۳	سیلاژ ذرت
<b>اجزای کنسانتره (درصد)</b>			
۴۱/۳۰	۴۱/۶۵	۴۲/۰۰	ذرت
۱۸	۱۸	۱۸	جو
۳۳	۳۳	۳۳	کنجاله سویا
۱	۱	۱	پودر چربی
۳	۳	۳	مکمل معدنی و ویتامینی
۲	۲	۲	جوش شیرین
۱	۱	۱	کربنات کلسیم
۰/۷۰	۰/۳۵	-	بیوجار
<b>ترکیب مواد مغذی (بر حسب درصد ماده خشک)</b>			
۲/۶۰	۲/۶۰	۲/۶۱	انرژی قابل سوخت‌وساز (مگاژول بر کیلوگرم)
۱۷	۱۷	۱۷	پروتئین خام (درصد)
۰/۹	۰/۹	۰/۹	کلسیم (درصد)
۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	فسفر (درصد)
۱/۶	۱/۶	۱/۶	نسبت کلسیم به فسفر (درصد)
۶	۶	۶	فیبر خام (درصد)
۳۲/۲۴	۲۸/۶۰	۲۷/۵۸	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)

مکمل معدنی و ویتامینی حاوی کلسیم، فسفر، سدیم، منیزیم، آهن، مس، منگنز، روی، کبالت، ید، سلنیوم به ترتیب ۹۶، ۷۱، ۳، ۳، ۲، ۰/۳، ۰/۱، ۰/۱، ۰/۱، ۰/۱ و ۳ گرم حاوی ویتامین A (۵۰۰۰۰ واحد بین المللی) ویتامین D (۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی) و ویتامین E (۱۰۰ میلی گرم) بود.

سانتی گراد نگهداری شدند. برای تعیین قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و لیاف نامحلول در شوینده خشی در خوراک و مدفوع از خاکستر نامحلول در اسید به عنوان نشانگر داخلی استفاده شد (Van Keulen و Young، ۱۹۷۷).

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (ویرایش ۹/۱) و رویه MIXED انجام شد (SAS، ۲۰۰۳). برای تجزیه آماری اطلاعات مربوط به میانگین صفات اندازه‌گیری شده با تکرار در زمان، مانند مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه، بازده تبدیل خوراک از رویه MIXED و از روش اندازه‌گیری‌های تکرار شده با اثر تصادفی گوساله (مدل ۱) استفاده شد. برای تجزیه آماری سایر فراسنجه‌های مورد بررسی با در نظر گرفتن اثر تصادفی گوساله در مدل، از اثر جیره‌های آزمایشی به عنوان متغیر اصلی و از وزن گوساله در شروع آزمایش به عنوان متغیر کمکی (کواریت) استفاده گردید (مدل ۲). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و در سطح آماری خطای ۵ درصد انجام شد.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_{ij} + tk + (\tau \times t)_{ik} + b(x - \bar{x}) + \varepsilon_{ijk}$$

(مدل ۱)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_{ij} + b(x - \bar{x}) + \varepsilon_{ij}$$

(مدل ۲)

که در این مدل‌ها:

$Y_{ijk}$  و  $Y_{ij}$  = هر مشاهده،  $\mu$  = میانگین کل،  $\tau_i$  = اثر  $i$  امین تیمار،  $\delta_{ij}$  = اشتباه تصادفی با میانگین صفر و واریانس  $\delta^2$  (واریانس حیوانات مورد آزمایش)،  $tk$  = اثر  $k$  امین دوره،  $(\tau \times t)_{ik}$  = اثر متقابل  $i$  امین تیمار و  $k$  امین دوره،  $b(x - \bar{x})$  = اثر متغیر کمکی (کواریت) و  $\varepsilon_{ij}$  و  $\varepsilon_{ijk}$  = اثر خطا می‌باشند.

## نتایج و بحث

### خوراک مصرفی و عملکرد گوساله‌ها

نتایج حاصل از تأثیر جیره‌های آزمایشی حاوی بیوجار بر خوراک مصرفی و عملکرد گوساله‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. افزایش وزن گوساله‌ها در طی ۷ هفته آزمایش، با مصرف کنسانتره حاوی سطوح صفر، ۰/۳۵ و ۰/۷۰ درصد بیوجار به ترتیب ۴۱/۸۳۲، ۴۲/۶۳۸ و ۴۶/۱۰۸ کیلوگرم بود که اختلاف معنی‌داری نداشتند. در پایان آزمایش میانگین وزن بدن گوساله‌ها در گروه‌های

## جدول ۲- ترکیبات شیمیایی بیوجار معدنی مورد استفاده

### در آزمایش

ترکیبات	مقدار
ماده آلی (درصد)	۱۹/۴
کربن آلی (درصد)	۱۱/۲
نیتروژن کل (درصد)	۰/۳۴
آمینو اسید (درصد)	۲/۳۷
اسید فولویک (درصد)	۰/۶۲
اسید هیومیک (درصد)	۱/۶
آرژنین (ppm)	۱۳/۹۸
آسپارتیک اسید (ppm)	۹۴۹۰
گلو تامیک اسید (ppm)	۱۴۵۵
هیستیدین (ppm)	۱۲۶
لوسین (ppm)	۱۲۵۶۷
سیرین (ppm)	۷۰/۹
فسفر کل (درصد)	۰/۰۶
پتاسیم قابل جذب (درصد)	۰/۵۲
فسفر قابل جذب (mg/kg)	۶/۷

وزن‌کشی گوساله‌ها به صورت انفرادی در ابتدای دوره عادت‌پذیری و شروع آزمایش انجام شد و سپس در پایان هر هفته از آزمایش، قبل از توزیع خوراک وعده‌ی صبح، پس از ۱۲ ساعت گرسنگی تکرار شد. مصرف خوراک به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد و برای تعیین بازده تبدیل خوراک، نسبت خوراک مصرفی به افزایش وزن در پایان هر هفته محاسبه گردید.

در روز ۴۸ آزمایش، سه ساعت پس از مصرف خوراک وعده صبح از سیاهرگ گردنی ۶ رأس گوساله از هر تیمار با ونوجکت حاوی ماده ضد انعقاد خون‌گیری انجام شد و در پلاسمای خون غلظت فراسنجه‌های خونی شامل نیتروژن اوره‌ای، پروتئین کل، کلسترول و تری‌گلیسیرید با استفاده از دستگاه آنالیز کننده خودکار (Auto analyzer Technicon RA 1000, Bayer, USA)

و کیت‌های شرکت پارس آزمون تعیین شد.

بین روزهای ۴۶ تا ۴۹ آزمایش از خوراک و مدفوع گوساله‌ها نمونه‌برداری انجام شد و تا زمان آزمایش در ۲۰- درجه

وزن بیشتری در بره‌های نر پرواری (میرحیدری و همکاران، ۱۳۹۶) و یا با افزودن بیوجار چوب بامبو به جیره بزها، افزایش وزن روزانه بالاتری (Van و همکاران، ۲۰۰۶) در مقایسه با گروه‌های شاهد مشاهده شده است. علت تفاوت در نتایج این تحقیق با سایر تحقیقات مشابه می‌تواند به دلیل ویژگی‌های خاص ساختاری در بیوچارها مانند میزان تخلخل، وسعت نواحی سطحی، خاصیت احیاکنندگی و ضریب هدایت سطح بیوجار باشد که به نوع زیست توده اولیه و روش تولید بیوجار وابسته است (McFarlane و همکاران، ۲۰۱۷). از این رو با توجه به نوع بیوجار مورد استفاده در این آزمایش که از نوع معدنی می‌باشد، تفاوت در ویژگی‌های ساختاری آن و همچنین تفاوت در ترکیبات جیره می‌تواند از عوامل مهم در حصول این نتایج باشد.

آزمایشی به ترتیب ۱۱۳/۷۹۰، ۱۱۵/۶۴۰ و ۱۱۹/۰۹۰ کیلوگرم بود و نشان داد که با افزایش سطح بیوجار در جیره‌ها، وزن بدن گوساله‌ها به صورت خطی تمایل معنی‌داری ( $P=0/06$ ) به افزایش داشت، در حالی که بین میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P=0/16$ ). به همین ترتیب میانگین افزایش وزن روزانه گوساله‌ها در طول دوره آزمایش نیز تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ( $P=0/16$ ), هرچند افزایش وزن روزانه گوساله‌ها با افزایش سطح بیوجار در جیره، به صورت خطی تمایل معنی‌داری ( $P=0/06$ ) به افزایش نشان داد. بر خلاف این نتایج گزارش شده است که استفاده از ۰/۶۲ درصد بیوجار سیوس برنج در جیره سبب افزایش وزن روزانه گاوهای نر (Leng و همکاران، ۲۰۱۲b)، یا استفاده از بیوجار محصول فرعی پسته سبب افزایش

جدول ۳- تأثیر جیره‌های آزمایشی حاوی بیوجار بر عملکرد گوساله‌های هلشتاین از شیرگیری به مدت ۷ هفته

سطح معنی‌داری			جیره‌های آزمایشی*			فراسنجه‌های عملکردی	
درجه دوم	خطی	تیمار	SEM	۳	۲		۱
-	-	۰/۹۸	۳/۴۳۸۳	۷۲/۷۳۳	۷۳/۱۳۳	۷۲/۰۷۸	وزن بدن در شروع آزمایش (کیلوگرم)
۰/۷۳	۰/۰۶	۰/۱۶	۵/۰۳۰۸	۱۱۹/۰۹۰	۱۱۵/۶۴۰	۱۱۳/۷۹۰	وزن بدن در پایان هفته ۷ آزمایش (کیلوگرم)
۰/۵۱	۰/۰۷	۰/۱۶	۱/۶۱۷۶	۴۶/۱۰۸	۴۲/۶۳۸	۴۱/۸۳۲	افزایش وزن در کل دوره (کیلوگرم)
۰/۵۱	۰/۰۷	۰/۱۶	۳۲/۹۹	۹۴۰/۹	۸۷۰/۰	۸۵۳/۶	افزایش وزن روزانه (گرم)
۰/۱۷	۰/۸۵	۰/۳۷	۰/۱۸۸۳	۳/۹۶۱	۳/۶۵۸	۴/۰۱۲	خوراک مصرفی روزانه (کیلوگرم)
۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۳۱۲	۴/۲۳۶ <sup>b</sup>	۴/۲۱۱ <sup>b</sup>	۴/۷۱۰ <sup>a</sup>	بازده تبدیل خوراک (خوراک:افزایش وزن)

\*جیره‌های آزمایشی ۱=جیره با کنسانتره حاوی صفر درصد بیوجار، ۲=جیره با کنسانتره حاوی ۰/۳۵ درصد بیوجار و ۳=جیره با کنسانتره حاوی ۰/۷۵ درصد بیوجار.

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P<0/05$ ).

یونی و کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی در شکمبه و در نتیجه کاهش دفع نیتروژن آمونیاکی (Joseph و همکاران، ۲۰۱۳)، افزایش جذب نیتروژن در شکمبه و کاهش مسمومیت دام با آمونیاک و همچنین استمرار آزاد شدن نیتروژن مورد نیاز ارگانسیم‌ها و در نتیجه افزایش جمعیت میکروبی شکمبه (Tanaka و Yoshizaw، ۲۰۱۳) نسبت داده شده است.

### قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

نتایج مربوط به تأثیر جیره‌های آزمایشی حاوی بیوجار بر قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) در گوساله‌های هلشتاین در جدول ۴ نشان داده شده است. افزودن بیوجار به جیره سبب افزایش معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) در قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در مقایسه با جیره شاهد گردید. بررسی روند تغییرات نیز نشان داد که با افزایش سطح بیوجار در کنسانتره مصرفی، قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به صورت منحنی درجه دوم ( $P = 0.0001$ ) افزایش یافت.

در آزمایش‌های مختلف با هدف بررسی تأثیر انواع بیوجار بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره نتایج متفاوتی گزارش شده است. موافق با نتایج این آزمایش، در شرایط آزمایشگاهی استفاده از ۰/۱۲ گرم از بیوجار سبوس برنج به ازای هر گرم از ماده خشک جیره، افزایش معنی‌داری در قابلیت هضم ماده خشک مشاهده گردید (Leng و همکاران، ۲۰۱۳)، و یا افزودن مقادیر ۰/۵ و یک گرم زغال چوب خیزران به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به جیره بزها، قابلیت هضم پروتئین خام و ماده‌ی آلی به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش یافت (Van و همکاران، ۲۰۰۶). در مقابل گزارش شده است که افزودن یک درصد بیوجار سبوس برنج به جیره بزهای بومی تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام نسبت به جیره شاهد نداشت (Silivong و Preston، ۲۰۱۵)، و یا در شرایط آزمایشگاهی با افزودن دو نوع بیوجار چوب و کاه (۹ درصد ماده خشک جیره) به جیره اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی مشاهده نشد (Hansen و همکاران، ۲۰۱۳).

اختلافات معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی در مصرف ماده‌ی خشک در هفته‌های مختلف آزمایش مشاهده شد، اما میانگین مصرف خوراک روزانه گوساله‌ها در گروه‌های آزمایشی مختلف در کل دوره یکسان بود ( $P = 0.37$ ). عدم تأثیر افزودن بیوجار به جیره بر مصرف خوراک گوساله‌ها، احتمالاً مربوط به سطح پایین بیوجار معدنی مورد استفاده در جیره باشد، که تأثیر نامطلوبی بر خوشخوراکی جیره نداشت. به‌طور مشابه خوراک مصرفی گاوهای که با جیره حاوی ۰/۶۲ درصد بیوجار سبوس برنج تغذیه شدند نیز تحت تأثیر قرار نگرفت (Leng و همکاران، ۲۰۱۲b) و یا افزودن بیوجار محصول فرعی پوست پسته به میزان یک درصد در جیره تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک بره‌های پرواری نداشت (میرحیدری و همکاران، ۱۳۹۶).

از بین فراسنجه‌های عملکردی، تنها بازده تبدیل خوراک گوساله‌ها تحت تأثیر جیره‌های حاوی بیوجار قرار گرفت و گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی بیوجار بازده تبدیل خوراک بهتری ( $P = 0.02$ ) در مقایسه با گروه شاهد داشتند. علاوه بر این، افزایش غلظت بیوجار در جیره، بازده تبدیل خوراک را به صورت خطی ( $P = 0.02$ ) کاهش داد. در تأیید این نتایج، گزارش شده است که استفاده از ۰/۶۲ درصد بیوجار سبوس برنج در جیره گاوهای نر (Leng و همکاران، ۲۰۱۲b)، و یا استفاده از یک درصد بیوجار محصول فرعی پوست پسته در جیره بره‌های پرواری (میرحیدری و همکاران، ۱۳۹۶) بازده تبدیل خوراک را بهبود داده است. همچنین در آزمایش دیگری با افزودن ۰/۳ و ۰/۵ درصد بیوجار چوب به جیره گاوهای قهوه‌ای ژاپنی بازده تبدیل خوراک بهبود یافت (Tobioka و Garillo، ۱۹۹۴). بهبود بازده تبدیل خوراک در این آزمایش را شاید بتوان به اشباع شدن خلل و فرج بیوجار با ترکیبات آلی خوراک نسبت داد، که سبب افزایش اتصال و رشد گونه‌های میکروبی و تولید بیشتر پروتئین میکروبی می‌شود (Anonymous، ۲۰۱۲). از سوی دیگر بیوجارها به‌واسطه دارا بودن خلل و فرج قادرند ترکیبات آلی خوراک مانند پروتئین و نشاسته را در خود جای داده و مستقیماً به روده کوچک انتقال دهند و به این صورت بازده جذب مواد مغذی را بهبود دهند (Leng و همکاران، ۲۰۱۲b). در سایر آزمایش‌ها بهبود بازده تبدیل خوراک به عواملی مانند توانایی بالای بیوجار در تبادل

## جدول ۴- اثر جیره‌های حاوی بیوجار بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره گوساله‌های هلشتاین

سطح معنی داری			SEM	جیره‌های آزمایشی*			مواد مغذی (درصد)
درجه دوم	خطی	تیمار		۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۹۴۴	۸۹/۴۵ <sup>b</sup>	۹۳/۶۲ <sup>a</sup>	۸۴/۷۷ <sup>c</sup>	ماده آلی
۰/۰۰۰۱	۰/۶۴	۰/۰۰۰۱	۱/۴۳۲	۶۹/۶۰ <sup>b</sup>	۸۰/۹۲ <sup>a</sup>	۷۰/۵۷ <sup>b</sup>	پروتئین خام
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۲/۴۸۱	۵۶/۴۰ <sup>b</sup>	۶۷/۰۲ <sup>a</sup>	۴۵/۲۵ <sup>c</sup>	الیاف نامحلول در شوینده خنثی

\*جیره‌های آزمایشی ۱=جیره با کنسانتره حاوی صفر درصد بیوجار، ۲=جیره با کنسانتره حاوی ۰/۳۵ درصد بیوجار و ۳=جیره با کنسانتره حاوی ۰/۷۵ درصد بیوجار. SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ( $P < 0/05$ ).

تخلخل فراهم شده در شکمبه، اثر متقابل میکروارگانیزم‌ها و ذرات علوفه را تغییر می‌دهد و ذرات ریزتر بیوجار سطح ویژه بالاتری نسبت به ذرات درشت‌تر فراهم می‌کنند (McFarlane و همکاران، ۲۰۱۷).

## فراسنجه‌های خونی

نتایج حاصل از بررسی تأثیر جیره‌های حاوی بیوجار بر فراسنجه‌های خونی گوساله‌های هلشتاین شامل نیتروژن اوره‌ای، پروتئین کل، تری‌گلیسیرید، کلسترول و لیپوپروتئین‌های با چگالی کم در جدول ۵ نشان داده شده است. افزودن بیوجار به جیره گوساله‌ها تأثیری بر غلظت نیتروژن اوره‌ای، پروتئین کل، تری‌گلیسیرید و لیپوپروتئین‌های با چگالی کم نداشت، اما غلظت کلسترول خون گوساله‌ها با افزایش سطح بیوجار در جیره به صورت منحنی درجه دوم ( $P=0/02$ ) کاهش یافت و غلظت آن در گوساله‌های دریافت کننده جیره با کنسانتره حاوی ۰/۳۵ درصد بیوجار در مقایسه با جیره شاهد (۶۸/۵۷) در برابر ۸۸/۸۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) کمتر بود ( $P < 0/05$ ).

در آزمایش اخیر افزایش قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با جیره‌های حاوی بیوجار را می‌توان به مساعد شدن محل سکونت میکروب‌ها در شکمبه نسبت داد، که سبب رشد و توسعه بیوفیلم‌های حاوی جمعیت‌های مختلف میکروبی و ارتباط نزدیک‌تر باکتری‌ها در جهت تسهیل تبادل تولیدات نهایی بین آن‌ها می‌شود، که بهبود بازده انرژی و رشد میکروبی و در نهایت افزایش هضم و تخمیر خوراک را در پی دارد (Leng و همکاران، ۲۰۱۲b؛ Leng، ۲۰۱۴). گزارش شده است که در محیط‌های هضم بی‌هوازی تشکیل سورفکتانت توسط میکروارگانیزم‌ها، چسبیدن آن‌ها به سطح بیوجار را تسهیل می‌کند (Ron و Rosenberg، ۲۰۰۱)، بنابراین از طریق افزایش سطح قابل کلونی‌شدن توسط بیوجار، توده‌های میکروبی افزایش می‌یابند که کاهش طول فاز تأخیری و افزایش قابلیت هضم و رشد سریع میکروارگانیزم‌ها را در پی دارد (Mumme و همکاران، ۲۰۱۴؛ Luo و همکاران، ۲۰۱۵). در خصوص اثرات متفاوت بیوجارها بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره‌ها نیز گزارش شده است که نوع و اندازه ذرات بیوجار با تأثیر بر مساحت سطح ویژه و درجه



جدول ۵- تأثیر جیره‌های حاوی بیوجار بر فراسنجه‌های خونی گوساله‌ها هلستاین

سطح معنی‌داری	جیره‌های آزمایشی <sup>a</sup>			SEM	فراسنجه		
	تیمار	خطی	درجه دوم		۱	۲	۳
۰/۶۷	۰/۴۷	۰/۷۰	۱/۴۸۶	۱۸/۸۷	۱۷/۳۱	۱۷/۲۴	نیترژن اوره‌ای خون (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۱۵	۰/۵۵	۰/۲۹	۰/۱۵۶	۸/۳۳	۸/۶۸	۸/۴۷	پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)
۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۹	۴/۴۲۰	۲۹/۷۵	۳۰/۱۹	۳۰/۲۳	تری گلیسیرید (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۲	۴/۵۷۸	۷۶/۵۷ <sup>ab</sup>	۶۸/۵۷ <sup>b</sup>	۸۸/۸۵ <sup>a</sup>	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۹۸	۰/۸۸۷	۶/۲۰	۶/۱۷	۵/۹۶	لیپوپروتئین‌های با چگالی کم (میلی گرم در دسی لیتر)

\* جیره‌های آزمایشی ۱= جیره با کنسانتره حاوی صفر درصد بیوجار، ۲= جیره با کنسانتره حاوی ۰/۳۵ درصد بیوجار و ۳= جیره با کنسانتره حاوی ۰/۷۵ درصد بیوجار. SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ( $P < 0.05$ ).

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از سطوح ۰/۳۵ و ۰/۷۰ درصد بیوجار معدنی در کنسانتره گوساله‌های از شیرگرفته هلستاین تأثیر نامطلوبی بر خوش‌خوراکی جیره نداشت و علاوه بر این سبب بهبود بازده تبدیل خوراک گوساله‌ها و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی جیره گردید. بنابراین استفاده از آن در سطوح مذکور در جیره گوساله‌ها به‌عنوان یک افزودنی خوراکی قابل توصیه است.

### منابع

میرحیدری، ا. (۱۳۹۶). تأثیر افزودن بیوجار در جیره غذایی بر تخمیر شکمبه و عملکرد گوسفندان شیرده و پرواری. پایان نامه دکتری در رشته علوم دامی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

میرحیدری، ا.، تربتی‌نژاد، ن.، حسنی، س. و شاکری، پ. (۱۳۹۶). تأثیر استفاده از بیوجار حاصل از محصول فرعی پسته بر عملکرد، پروتئین میکروبی و برخی از فراسنجه‌های شکمبه و خون بره‌های پرواری. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۱۷، صص. ۱۶۲-۱۵۱.

برخلاف نتایج این آزمایش میرحیدری و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که غلظت نیترژن اوره‌ای و پروتئین کل خون در بره‌های مصرف‌کننده جیره حاوی بیوجار محصول فرعی پسته نسبت به گروه شاهد بیشتر بود، و این افزایش را به بیشتر بودن غلظت آمونیاک در شکمبه نسبت دادند. از آن جاکه همبستگی مثبتی بین غلظت آمونیاک در شکمبه و خون وجود دارد (Shakeri و همکاران، ۲۰۱۴)، میزان نیترژن آمونیاکی شکمبه با استفاده از جیره حاوی یک درصد بیوجار محصول فرعی پسته در بره‌ها (میرحیدری و همکاران، ۱۳۹۶)، و افزودن ۰/۶ درصد بیوجار سبوس برنج به جیره گاوهای زبو (Leng و همکاران، ۲۰۱۲b) افزایش یافت. همچنین کاهش کلسترول خون گوساله‌های مصرف‌کننده جیره‌های حاوی بیوجار در مقایسه با گروه شاهد متناقض با نتایج حاصل از افزودن بیوجار پوست گردو و بستر مرغ به جیره میش‌های شیرده بود که سبب افزایش کلسترول خون در مقایسه با گروه شاهد شدند (میرحیدری، ۱۳۹۶). گلوکز خون پیش‌ساز اصلی کلسترول در روده کوچک یا کبد است و بافت چربی منبع تولید کلسترول در بافت‌های احشایی و کبد می‌باشد (Iqbal و همکاران، ۲۰۱۲)، به همین دلیل افزایش کلسترول در میش‌های با جیره حاوی بیوجار پوست گردو و بستر مرغ به افزایش گلوکز خون نسبت داده شده است.

- Al-Kindi, A., Dickhoefer, U., Schlecht, E., Sundrum, A., and Schiborra, A. (2016). Effects of quebracho tannin extract (*Schinopsis balansae* Engl.) and activated charcoal on nitrogen balance, rumen microbial protein synthesis and fecal composition of growing Boer goats. *Journal of Animal Nutrition*. 70: 307-321.
- Anonymous. (2012). Biochars, methods of using biochars, methods of making biochars, and reactors. <http://patetscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2011019871> and recNum= 293 and docAn= US2010045266 and queryString (Accessed: 03.15).
- Callaway, T.R., Anderson, R.C., Edrington, T.S., Genovese, K.J., Bischoff, K.M., Poole, T.L., et al. (2004). What are we doing about *Escherichia coli* O157:H7 in cattle? *Journal of Animal Science*. 82: E93-E99.
- Chu, G.M., Jung, C.K., Kim, H.Y., Ha, J.H., Kim, J.H., Jung, M.S., Lee, S.J., Song, Y., Ibrahim, R.I.H., Cho, J.H., Lee, S.S., and Song, Y.M. (2013). Effects of bamboo charcoal and bamboo vinegar as antibiotic alternative on growth performance, immune responses and fecal microflora population in fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 84: 113-120.
- Day, D., Evans, R.J., Lee, J., and Reicosky, D. (2005). Economical CO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub> and NO<sub>2</sub> capture from combined Renewable hydrogen production and large scale carbon sequestration. *Journal of Energy*. 30: 2558-2579.
- Gerlach, A., and Schmidt, H.P. (2012). The use of biochar in cattle farming. *Journal of Ithaka*. 281- 285.
- Hansen, H.H., Storm, I.M.L.D. and Sell, A.M. (2013). Effect of biochar on *in vitro* rumen methane production. *Journal of Animal Science*. 62 (4): 305- 309.
- Iqbal, S., Zebeli, Q., Mazzolari, A., Dunn, S.M., and Ametaj, B.N. (2012). Barley grain-based diet treated with lactic acid and heat modulated plasma metabolites and acute phase response in dairy cows. *Journal of Animal Science*. 90: 3143- 3152.
- Joseph, S.D., Graber, E.R., Chia, C., Munroe, P., Donne, S., Thomas, T., Nielsen, S., et al. (2013). Shifting paradigms: Development of high-efficiency biochar fertilizers based on nano-structures and soluble components. *Journal of Carbon Management*. 4: 323-343.
- Leng, R.A. (2014). Interactions between microbial consortia in biofilms: a paradigm shift in rumen microbial ecology and enteric methane mitigation. *Journal of Animal Production Science*. 54: 519- 543.
- Leng, R.A., Inthapanya, S., and Preston, T.R. (2012a). Biochar lowers net methane production from rumen fluid *in vitro*. *Journal of Livestock Research for Rural Development*. 24: 1-6.
- Leng, R.A., Inthapanya, S., and Preston, T.R. (2013). All biochars are not equal in lowering methane production an *in vitro* rumen incubations. *Journal of Livestock Research for Rural Development*. 25: 100-106.
- Leng, R.A., Preston, T.R., and Inthapanya, S. (2012b). Biochar reduces enteric methane and improves growth and feed conversion in local "Yellow" cattle fed cassava root chips and fresh cassava foliage. *Journal of Livestock Research for Rural Development*. 24: 199- 211.
- Luo, C., Lü, F., Shao, L., and He, P. (2015). Application of eco-compatible biochar in anaerobic digestion to relieve acid stress and promote the selective colonization of functional microbes. *Journal of Water Research*. 68: 710- 718.

- McFarlane, Z.D., Myer, P.R., Cope, E.R., Evans, N.D., Bone, T.C., Biss, B.E., and Mulliniks, J.T. (2017). Effect of biochar type and size on *in vitro* rumen fermentation of orchard grass hay. *J. Agric. Sci.* 8:316-325.
- McGuffey, R.K., Richardson, L.F. and Wikinson, J.I.D. (2001). Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. *Journal of Dairy Science.* 84: E194- E203.
- McHenry, M.P. (2010). Carbon-based stock feed additives: A research methodology that explores ecologically delivered C biosequestration, alongside live weights, feed use efficiency, soil nutrient retention, and perennial fodder plantations. *Journal of the Science Food and Agriculture.* 90: 183-187.
- Mumme, J., Srocke, F., Heeg, K., and Werner, M. (2014). Use of biochars in anaerobic digestion. *Journal of Bioresource Technology.* 164: 189-197.
- Patra, A.K., and Saxena, J. (2009). Dietary phytochemicals as rumen modifiers: a review of the effects on microbial populations. *Journal of Microbiology.* 96: 363- 375.
- Prasai, T.P., Walsh, K.B., Bhattarai, S.P., Midmore, D.J., Van, T.T.H., Moore, R.J., and Stanley, D. (2016). Biochar, Bentonite and Zeolite Supplemented Feeding of Layer Chickens Alters Intestinal Microbiota and Reduces Campylobacter Load. *Journal of PLOS ONE.* 11: 1- 13.
- Ron, E.Z., and Rosenberg, E. (2001). Natural roles of biosurfactants. *Journal of Environmental Microbiology.* 3: 229-236.
- SAS, (2003). SAS User's Guide Statistics. Version 9.1 Edition. SAS Inst., Cary, NC.
- Shakeri, P., A. Riasi and M. Alikhani. (2014). Effects of long period feeding pistachio by-product silage on chewing activity, nutrient digestibility and ruminal fermentation parameters of Holstein male calves. *Animal.* 8 (11): 1826-1831.
- Shakeri, P., Durmic, Z., Vadhanabhuti, J. and Vercoe, P. E. (2017). Products derived from olive leaves and fruits can alter *in vitro* ruminal fermentation and methane production. *Journal of the Science Food and Agriculture.* 97: 1367- 1372.
- Silivong, P. and Preston, T.R. (2015). Growth performance of goats was improved when a basal diet of foliage of *Bauhinia acuminata* was supplemented with water spinach and biochar. *Journal of Livestock Research for Rural Development.* 27:3. <http://www.lrrd.org/lrrd27/3/sili27058.html>. (Accessed: 07. 16).
- Tobioka, H., and Garillo, E.P. (1994). Growth performance of Japanese Brown cattle fed concentrate-based diets fortified with activated charcoal West Japan. *Journal of Animal Science.* 37: 48- 53.
- Van Keulen, J. and Young, B.A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science.* 44: 282-287.
- Van, D.T.T. Nguyen, T.M. and Ledin, I. (2006). Effect of method of processing foliage of *Acacia mangium* and inclusion of bamboo charcoal in the diet on performance of growing goats. *Journal of Animal Feed Science and Technology.* 130: 242- 256.
- Yang, X.B., Ying, G.G., Peng, P.A., Wang, L., Zhao, J.L., Zhang, L.J., et al. (2010). Influence of biochars on plant uptake and dissipation of two pesticides in an agricultural soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 58:7915-7921.

Yoshizaw, S. and Tanaka, S. (2011).  
Microorganisms proliferation by addition of  
biochar in food waste composting factory.

Department of Interdisciplinary Scienc  
Enginneerng Meisei University, Tokyo,  
Japan, Oct 15-17.

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □