



The effect of different fat sources on vital signs, blood parameters and hematology of pregnant and non-pregnant ewes under heat stress conditions

Katayoun Mehrani¹ , Taghi Ghoorchi² , Abdolhakim Toghdory³

1. Department of Animal and Poultry nutrition, Animal Science Faculty, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: katayoun.mehrani_s99@gau.ac.ir
2. Corresponding Author, . Department of Animal and Poultry nutrition, Animal Science Faculty, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ghoorchi@gau.ac.ir
3. Department of Animal and Poultry nutrition, Animal Science Faculty, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: toghdory@gau.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	This study aimed to compare the effect of different fat sources on vital signs, biochemical and hematological blood parameters of pregnant and non-pregnant ewes under heat stress conditions. For this purpose, 40 ewes were selected (20 three-month pregnant and 20 non-pregnant). This experiment was conducted according to a four-by-two factorial experiment based on a completely randomized design with five replications. The treatments included: 1- control diet, 2- diet containing 6% safflower seeds, 3- diet containing 1.5% safflower oil and 4- diet containing 1.5% palm oil. The animals were kept for 42 days. According to the results of the present study, the body temperature, heart rate and breathing rate of the ewes were not affected by the physiological state and the type of fat consumed. The concentration of glucose, triglyceride and blood urea in the non-pregnant group was higher than in the pregnant group ($P \geq 0.05$). Ewes receiving different fat sources had higher cholesterol, triglyceride, urea, total protein, albumin and globulin concentrations than the control ($P \geq 0.05$). The concentration of beta-hydroxybutyrate, non-esterified fatty acids, malondialdehyde and total antioxidant capacity of pregnant ewes was higher than that of non-pregnant ewes ($P \geq 0.05$). No significant difference was observed between pregnant and non-pregnant ewes in cortisol and insulin concentrations. Adding different sources of fat decreased the concentration of cortisol, malondialdehyde, non-esterified fatty acids and increased the total antioxidant capacity. In general, according to the present results, the use of different sources of fat in pregnant and non-pregnant ewes reduced the negative effect of heat stress on the measured parameters.
Article history:	
Received: 24 December 2024	
Received in revised form: 29 January 2025	
Accepted: 29 January 2025	
Published online: Winter 2025	
Keywords: <i>Blood parameters, Dalagh ewe, Heat stress, Hematology, Vital signs.</i>	

Cite this article: Mehrani, K., Goorchi, T. & Toghdory, A. (2025). The effect of different fat sources on vital signs, blood parameters and hematology of pregnant and non-pregnant ewes under heat stress conditions. *Iranian Journal of Animal Science*, 56 (4), 767-791. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2025.387547.654051>



© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2025.387547.654051>

Extended Abstract

Objective

Climate change caused by greenhouse gas emissions is an event that affects the production of animal-based food and food security in general. Global warming creates climatic conditions and intensifies heat stress for domestic animals. As a result, high temperatures can negatively affect livestock growth and productivity, because with thermoregulation mechanisms' activation, dry matter intake decreases and energy demand increases. Heat stress occurs when the temperature and relative humidity of the air, wind, and sunlight change, such that the neutral zone, defined as the area of heat production and heat loss from the body, changes. Information on dry air temperature and relative humidity, wind speed, and rainfall help diagnose heat stress; but the combination of dry air temperature and relative humidity gives the temperature-humidity index. Also, the blood parameters of livestock are sensitive to changes in environmental temperature and play an important role in physiological responses to stressors. This study was designed to investigate the effects of feeding

different fat sources on vital signs, biochemical and hematological parameters of pregnant and non-pregnant ewes. Specifically, the effects of different fats such as palm oil and safflower seed on parameters such as glucose concentration, triglycerides, cholesterol, plasma proteins, antioxidant capacity and liver enzymes in pregnant and non-pregnant ewes were investigated.

Method

For this purpose, forty Dalagh ewes (20 three-month pregnant and 20 non-pregnant) were selected. This experiment was conducted in a four-by-two factorial experiment based on a completely randomized design with five replications. The treatments included: 1- basal diet without fat supplement, 2- basal diet containing 6% safflower seeds, 3- diet containing 1.5% safflower oil, and 4- basal diet containing 1.5% palm oil. The animals in each group were kept in individual cages for 42 days. The daily feed was supplied to the animals in a completely mixed form, and fat supplements were provided to the animals daily. A digital thermometer was used to measure rectal temperature, which was placed in the animal's rectum and its temperature was recorded immediately. The heart rate was measured by placing a stethoscope in the chest area of the animals. Respiratory rate was assessed by visual observation of the number of times the animal's flanks rose and fell in one minute. Blood samples were taken from the jugular vein of pregnant and non-pregnant ewes in the final week of the period, four hours after morning feeding (at peak heat).

Results

According to the present study, body temperature, heart rate, and respiratory rate of ewes were not affected by physiological status and type of fat consumed. Blood glucose, triglyceride, and urea concentrations were higher in the non-pregnant group than in the pregnant group ($P \leq 0.05$). Different fat sources could also affect the concentrations of cholesterol, triglyceride, urea, total protein, albumin, globulin, and the ratio of these two ($P \leq 0.05$). Among these, ewes receiving palm oil and safflower seeds had higher cholesterol concentrations than the other two groups ($P \leq 0.05$). The triglyceride concentration of ewes receiving palm oil was higher than the other three groups ($P \leq 0.05$). The interaction effect of physiological status and type of dietary fat caused significant differences in blood parameters such as glucose, cholesterol, triglyceride, urea, total protein, albumin, globulin, and the ratio of these two ($P \leq 0.05$). According to the results of the present study, high-density lipoprotein (HDL) and low-density lipoprotein (LDL) were not affected by the physiological status of ewes, nor was HDL affected by the interaction effects. Meanwhile, the very low-density lipoprotein concentration of non-pregnant ewes was higher than that of pregnant ewes ($P \leq 0.05$). According to the results of the present study, the LDL concentration of pregnant ewes $\times$ palm oil also increased under the interaction effects ($P \leq 0.05$); however, this difference was not significant with pregnant ewes $\times$ safflower seed, non-pregnant $\times$ safflower seed, and non-pregnant $\times$ safflower oil. According to the results of the present study, the white blood cell concentration of pregnant ewes in the control group and those receiving different sources of fat also increased under the interaction effects with non-pregnant $\times$ palm oil ($P \leq 0.05$); however, this difference was not significant with non-pregnant $\times$ control, non-pregnant $\times$ safflower seed, and non-pregnant $\times$ safflower oil. According to the results of the present study, the concentration of beta-hydroxybutyrate, non-esterified fatty acids, malondialdehyde, and total antioxidant capacity of pregnant ewes was higher than that of non-pregnant ewes ($P \leq 0.05$), although there was no statistical difference between the cortisol concentration of pregnant and non-pregnant ewes. The concentration of alanine transaminase enzyme in the liver of ewes was not significantly affected by the physiological status, type of fat and their interactions, and the concentration of aspartate aminotransferase in the liver was not affected by the physiological status of ewes.

Conclusions

Considering the positive effects of fat sources on cortisol and total antioxidant capacity, using these sources is recommended during heat stress.

Author Contributions

Conceptualization, Taghi Ghoorchi., and Abdolhakim Toghdory., *methodology*, Katayoun Mehrani and Taghi Ghoorchi software, Katayoun Mehrani and Abdolhakim Toghdory.; *validation*, Taghi Ghoorchi., and Abdolhakim Toghdory.; *formal analysis*, Katayoun Mehrani and Abdolhakim Toghdory.; *investigation*, Katayoun Mehrani and Taghi Ghoorchi., *resources*, Katayoun Mehrani and Taghi Ghoorchi.; *data curation*, Taghi Ghoorchi.; *writing—original draft preparation*, Katayoun Mehrani., *writing—review and editing*, Taghi Ghoorchi.; *visualization*, Taghi Ghoorchi.; *supervision*, Taghi Ghoorchi.; *project administration*, Taghi Ghoorchi.; *funding acquisition*, Katayoun Mehrani and Taghi Ghoorchi. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

We would like to thank the Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, for providing the field and laboratory facilities for this research.

Ethical considerations

The study was approved by the Ethics Committee of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest

تأثیر منابع مختلف چربی بر علائم حیاتی، فراسنجه‌های خونی و هماتولوژی میش‌های آبستن و غیر آبستن در شرایط تنش گرمایی

کتایون مهرانی^۱ | تقی قورچی^۲ | عبدالحکیم توغدوری^۳

۱. گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: katayoun.mehrani_s99@gu.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: ghoorchi@gu.ac.ir
۳. گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: toghdory@gu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	هدف این پژوهش، مقایسه اثر منابع مختلف چربی بر علائم حیاتی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی و هماتولوژیکی خون میش‌های آبستن و غیر آبستن در شرایط تنش گرمایی بود. بدین منظور چهل رأس میش دالاق (۲۰ رأس سه ماه آبستن و ۲۰ رأس غیر آبستن) انتخاب شدند. این آزمایش در قالب آزمایش فاکتوریل چهار در دو بر پایه طرح کامل تصادفی با پنج تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۱- جیره شاهد، ۲- جیره حاوی ۶ درصد دانه گلرنگ، ۳- جیره حاوی ۱/۵ درصد روغن گلرنگ و ۴- جیره حاوی ۱/۵ درصد روغن پالم بود. دام‌ها به مدت ۴۲ روز نگهداری شدند. با توجه به نتایج پژوهش حاضر دمای بدن، ضربان قلب و تعداد تنفس میش‌ها تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی مصرفی قرار نگرفت. غلظت گلوکز، تری‌گلیسیرید و اوره خون در گروه غیر آبستن بیشتر از گروه آبستن بود ($P \leq 0/05$). میش‌های دریافت‌کننده منابع مختلف چربی نسبت به شاهد غلظت کلسترول، تری‌گلیسیرید، اوره، پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین بالاتری داشتند ($P \leq 0/05$). غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات، اسیدهای چرب غیر استریفه، مالون‌دی‌آلدئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میش‌های آبستن بیشتر از میش‌های غیر آبستن بود ($P \leq 0/05$). اختلاف معنی‌داری بین میش‌های آبستن و غیر آبستن در غلظت کورتیزول و انسولین مشاهده نشد. اضافه نمودن منابع مختلف چربی باعث کاهش غلظت کورتیزول، مالون‌دی‌آلدئید، اسیدهای چرب غیر استریفه و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل شد. در مجموع باتوجه به نتایج حاضر استفاده از منابع مختلف چربی در میش‌های آبستن و غیر آبستن اثر منفی تنش گرمایی بر فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده را کاهش داد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۴	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰	
تاریخ انتشار: زمستان ۱۴۰۴	
کلیدواژه‌ها:	
تنش گرمایی، علائم حیاتی، فراسنجه‌های خونی، میش دالاق، هماتولوژی.	

استناد: مهرانی، کتایون؛ قورچی، تقی و توغدوری، عبدالحکیم (۱۴۰۴). اثر ذرت فراوری شده بر عملکرد، پاسخ ایمنی و قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه گوشتی آرین. نشریه علوم دامی ایران، ۵۶ (۴)، ۷۶۷-۷۹۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2025.387547.654051>



© نویسنده‌گان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2025.387547.654051>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

تغییرات آب و هوایی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای رویدادی است که تولید مواد غذایی با منشأ حیوانی و در مجموع امنیت غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گرم شدن کره زمین باعث ایجاد شرایط اقلیمی و تشدید تنش گرمایی برای دام‌های اهلی می‌شود. تنش گرمایی در هنگام تغییر دما و رطوبت نسبی هوا، باد و نور خورشید ایجاد می‌شود، به‌طوری‌که منطقه خنثی که به‌عنوان همان منطقه تولید گرما و اتلاف حرارت از بدن تعریف می‌شود، تغییر می‌کند. اطلاعات مربوط به دمای هوای خشک و رطوبت نسبی، سرعت باد و میزان بارندگی کمک زیادی به تشخیص تنش گرمایی می‌کند؛ اما از ترکیب دمای هوای خشک و رطوبت نسبی، شاخص دمایی-رطوبتی به دست می‌آید (Sejian et al., 2021). دماهای بالا می‌توانند بر رشد و بهره‌وری دام اثر منفی بگذارند، زیرا با فعال شدن ساز و کارهای تنظیم حرارت، ماده خشک مصرفی کاهش و تقاضای انرژی افزایش می‌یابد. همچنین فراسنجه‌های خونی دام‌ها به تغییرات دمای محیط حساس بوده و در پاسخ‌های فیزیولوژیکی به عوامل تنش‌زا نقش مهمی دارند (Okoruwa, 2014). آبستنی نیز از حالات فیزیولوژیکی است که متابولیسم بدن دام را تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش فعالیت‌های متابولیکی در دوره آبستنی برای تأمین نیازهای جنین، جفت و رحم ممکن است در برخی از فراسنجه‌های بیوشیمیایی و هماتولوژی خون تغییراتی ایجاد کند. میش‌های آبستن و غیرآبستن از نظر فیزیولوژیکی تفاوت‌های قابل توجهی دارند که می‌تواند بر واکنش‌های متابولیکی و نیازهای تغذیه‌ای آن‌ها تأثیر بگذارد (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۸). توجه به ترکیب جیره غذایی و تأمین نیازهای تغذیه‌ای دام‌های آبستن از اهمیت بالایی برخوردار است (Ji et al., 2023). چربی‌ها در این دوران علاوه بر تأمین انرژی، می‌توانند بر فرآیندهای هورمونی و فیزیولوژیکی بدن دام اثر بگذارند. به‌طور خاص، چربی‌ها می‌توانند بر تقویت سیستم ایمنی و کاهش تنش‌های فیزیولوژیکی در این دوره تأثیرگذار باشند (Dos Santos et al., 2019). همچنین، اصلاح جیره و افزایش تراکم انرژی با استفاده از چربی محافظت‌شده به کاهش تأثیر منفی تنش گرمایی کمک زیادی می‌کند (مهرانی و همکاران، ۱۴۰۲). علائم حیاتی مانند دمای بدن، ضربان قلب و تعداد تنفس از جمله شاخص‌های مهمی هستند که می‌توانند پاسخ‌های فیزیولوژیکی دام به تغییرات مختلف در جیره غذایی و شرایط محیطی را نشان دهند. همچنین، تغییرات در فراسنجه‌های خونی مانند گلوکز، تری‌گلیسیرید، کلسترول و پروتئین‌های پلاسمایی می‌توانند نمایانگر تأثیر منابع چربی بر متابولیسم و سلامت دام‌ها باشند. این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات تغذیه منابع مختلف چربی بر علائم حیاتی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی و هماتولوژیکی میش‌های آبستن و غیرآبستن تحت تنش گرمایی انجام شد.

پیشینه پژوهش

منابع چربی مختلفی در تغذیه نشخوارکنندگان مورد استفاده می‌گیرند که می‌توان به چربی موجود در علوفه‌ها و دانه‌های روغنی و مکمل‌های چربی تجاری همانند نمک‌های کلسمی اشاره کرد (Simanihuruk et al., 2019). چربی‌های حیوانی حاوی اسیدهای چرب اشباع و چربی‌های گیاهی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع هستند. مکمل‌های چربی اغلب در جیره نشخوارکنندگان گنجانده می‌شوند تا تراکم انرژی و درعین حال مصرف مواد مغذی را افزایش دهند (Bae et al., 2023). ازجمله عواملی که طی دوره تنش گرمایی سلامت دام را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌توان به کاهش ماده خشک مصرفی و جذب مواد مغذی، نارسایی در عملکرد کبد، افزایش تنش اکسیداتیو و ضعف در عملکرد سیستم ایمنی اشاره کرد (Patra and Kar, 2021)؛ بنابراین کاهش در مصرف انرژی سبب کاهش در توازن انرژی و در نهایت کاهش وزن می‌شود (Kargar et al., 2015). راهکار تغذیه‌ای برای رفع این مشکل شامل افزایش تراکم انرژی جیره با استفاده از کنسانتره‌های پر نشاسته یا مکمل‌های چربی است (اخلاقی و همکاران، ۱۳۹۶). استفاده از مکمل‌های چربی در جیره، بدون اینکه نسبت علوفه در جیره کاهش یابد، ضمن افزایش تراکم انرژی در جیره، از بروز اسیدوز نیز جلوگیری می‌کند (Marcu et al., 2022). قرار گرفتن

دام در شرایط توازن منفی انرژی سبب کاهش غلظت گلوکز خون شده که موجب افزایش اسیدهای چرب استریفه نشده پلاسما و بتا هیدروکسی بوتیرات می شود. تحقیقات نشان داده اند که تغذیه با منابع مختلف چربی (با توجه به نوع پروفایل آن) در دوره آبستنی سبب افزایش جریان اسیدهای چرب غیر استریفه شده و منجر به افزایش جذب اسیدهای چرب می شود که این موضوع در بلندمدت سازگاری کبد به متابولیسم اسیدهای چرب بلند شاخه را در پی خواهد داشت و از طرفی بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب بلند شاخه نیز افزایش یافته که منجر به کاهش بتا هیدروکسی بوتیرات خواهد شد (گنج خانلو و همکاران، ۱۵۰۲). پژوهش ها نشان داده اند که تغذیه منابع چربی غیراشباع نسبت به منابع چربی اشباع در دوره قبل به زایش تأثیر مثبتی بر روی عملکرد و وضعیت متابولیکی حیوان، کاهش تجمع چربی در کبد در بعد از زایش خواهد داشت (Badiei et al., 2014). گزارش شده است جیره حاوی چهار درصد چربی در تابستان باعث کاهش دمای رکتوم در بزهای شیری شده است (Salama et al., 2014). استفاده از منابع چربی یا نمک های کلسیم اسیدهای چرب به عنوان روشی برای بهبود تأمین انرژی دام های شیری در تابستان، روشی مؤثر برای از بین بردن تأثیر منفی تنش گرمایی بر انرژی دریافتی دام است. دام هایی که از چنین جیره هایی تغذیه می کنند، دمای بدن پایین تری دارند (عموزاده آرائی و همکاران، ۱۴۰۲).

روش شناسی پژوهش

زمان و مکان انجام پژوهش

این پژوهش در واحد گوسفندداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در اواسط خرداد الی مرداد ۱۴۰۲ انجام گرفت. بدین منظور چهل رأس میش دالاق سه شکم زایش (۲۰ رأس سه ماه آبستن و ۲۰ رأس غیر آبستن) از گله دانشگاه انتخاب شدند. برای عادت دهی دام به محیط آزمایشی، جیره های آزمایشی و همچنین انجام اقدامات بهداشتی پس از گروه بندی دام ها، دوره سازگاری به مدت هفت روز آغاز گردید. میش های آبستن و غیر آبستن از نظر سن و وزن متعادل بودند. صحت آبستنی و زمان احتمالی زایش در میش های آبستن از طریق هم زمان سازی فحلی و سونوگرافی میش ها قبل از آزمایش توسط دامپزشک به تأیید رسید. این آزمایش در قالب آزمایش فاکتوریل چهار در دو بر پایه طرح کامل تصادفی با پنج تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۱- جیره بدون مکمل چربی، ۲- جیره حاوی ۶ درصد دانه گلرنگ، ۳- جیره حاوی ۱/۵ درصد روغن گلرنگ و ۴- جیره حاوی ۱/۵ درصد روغن پالم بود. پروفایل اسیدهای چرب دانه گلرنگ شامل ۸۰ درصد لینولئیک، ۶ درصد اولئیک، ۳ درصد استئاریک، ۴ درصد پالمیتیک و ۷ درصد سایر اسیدهای چرب، روغن گلرنگ حاوی ۷۰ درصد لینولئیک، ۱۵ درصد اولئیک، ۷ درصد پالمیتیک، ۳ درصد استئاریک و ۵ درصد سایر اسیدهای چرب، در حالی که روغن پالم حاوی ۹۰ درصد پالمیتیک و ۱۰ درصد سایر اسیدهای چرب بوده است. دام ها در هر گروه در قفس های انفرادی به مدت ۴۲ روز نگهداری شدند. جیره پایه مورد استفاده در این آزمایش طبق جداول (NRC, 2007) تهیه و تنظیم شدند و در حد اشتها در دو نوبت صبح (ساعت هشت) و عصر (ساعت ۱۶) در اختیار میش ها قرار داده شد. خوراک روزانه به صورت کاملاً مخلوط به دام ها عرضه می شد که مکمل های چربی به صورت روزانه (سرک) در اختیار دام قرار می گرفت. طی آزمایش، حیوانات به طور آزاد به آب آشامیدنی تمیز دسترسی داشتند. ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی جیره های آزمایشی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. ترکیبات و مواد مغذی تشکیل دهنده جیره غذایی تیمارهای آزمایشی (براساس درصد ماده خشک)

تیمارهای آزمایشی (براساس درصد ماده خشک)				
اقلام خوراکی	شاهد	دانه گلرنگ	روغن گلرنگ	روغن پالم
کاه گندم	۴۰/۰	۴۰/۰	۴۰/۰	۴۰/۰
دانه گلرنگ	۰	۶/۰	-	-
روغن گلرنگ	۰	۰	۱/۵	۰
روغن پالم	۰	۰	۰	۱/۵
دانه جو	۱۶/۸	۱۳/۸	۱۶/۸	۱۶/۸
دانه ذرت	۱۴/۶	۱۱/۶	۱۳/۱	۱۳/۱
سبوس گندم	۷/۳	۷/۳	۷/۳	۷/۳
کنجاله سویا	۱۱/۲	۱۱/۲	۱۱/۲	۱۱/۲
تفاله چغندر	۶/۶	۶/۶	۶/۶	۶/۶
سنگ آهک	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
نمک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مکمل ویتامینی و معدنی*	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
سدیم بیکربنات	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
ترکیبات شیمیایی (براساس درصد ماده خشک)				
ماده خشک (درصد)	۸۸/۶۴	۸۹/۰۵	۸۸/۶۴	۸۸/۶۴
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری بر کیلوگرم)	۲/۳۰	۲/۳۳	۲/۳۲	۲/۳۲
پروتئین خام (درصد)	۱۳/۲۴	۱۳/۴۵	۱۳/۲۴	۱۳/۲۴
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۳۷/۴۸	۳۷/۸۵	۳۷/۴۸	۳۷/۴۸
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۴۱/۴۹	۴۱/۶۱	۴۱/۴۹	۴۱/۴۹
عصاره اتری (درصد)	۱/۷۸	۳/۱۷	۳/۲۹	۳/۲۹
خاکستر (درصد)	۴/۸۸	۴/۹۴	۴/۸۸	۴/۸۸
کربوهیدرات غیرالیافی (درصد)	۳۸/۶۱	۳۶/۸۰	۳۷/۱۰	۳۷/۱۰

* هر کیلوگرم حاوی: ۱۴۰ گرم کلسیم، ۲۰ گرم فسفر، ۳۵ گرم منیزیم، ۴۰ گرم گوگرد، ۱۲۰۰ میلی گرم منگنز، ۱۰۰۰ میلی گرم روی، ۸۰۰ میلی گرم مس، ۸ میلی گرم کبالت، ۱۰ میلی گرم منیزیم، ۴۰۰ میلی گرم آهن، ۱۰ میلی گرم سلنیوم، ۲۰۰۰۰ میلی گرم نیاسین و ۳۵۰۰۰۰، ۶۰۰۰۰ و ۴۰۰۰ واحد بین المللی A، D و E به ترتیب و ۶۵۰ گرم نمک آبیونی.

کربوهیدرات غیرالیافی = ۱۰۰ - (پروتئین خام + الیاف نامحلول در شوینده خنثی + عصاره اتری + خاکستر)

اندازه‌گیری دمای رکتوم، تعداد ضربان قلب و نرخ تنفس میش‌ها

به منظور بررسی علائم حیاتی میش‌ها در روز ۴۱ آزمایش در اوج گرما (شاخص دمایی-رطوبتی برابر با ۸۱/۰۸) میش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری دمای رکتوم از دماسنج دیجیتال استفاده شد که در رکتوم حیوان قرار داده و بلافاصله دمای آن یادداشت می‌گردید. تعداد ضربان قلب به وسیله قرار دادن گوشی پزشکی در ناحیه سینه دام‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تعداد تنفس با مشاهده چشمی تعداد بالا و پایین رفتن پهلوی دام در مدت یک دقیقه مورد ارزیابی قرار گرفت (بدخشان و آبشناس، ۱۳۹۴).

اندازه‌گیری متابولیت‌های خونی

خون‌گیری

خون‌گیری از میش‌های آبستن و غیرآبستن در روز ۴۲ دوره، چهار ساعت پس از تغذیه صبح (در ساعت اوج گرما با شاخص دمایی-رطوبتی ۸۰/۶۴) از سیاهرگ گردنی (وداج) نمونه خون گرفته شد. عمل خون‌گیری برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های بیوشیمیایی و هماتولوژی خون با استفاده از لوله‌های ونوجکت حاوی هپارین و بدون آن صورت گرفت و بلافاصله نمونه‌ها به آزمایشگاه ارسال گردید. برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی شامل فراسنجه‌های بیوشیمیایی و هماتولوژی و هورمون‌ها، از کیت‌های دلتادرمان پارت و دستگاه اتوالانایزر استفاده شده است.

تجزیه آماری داده‌ها

در نهایت داده‌های حاصل از آزمایش که در قالب طرح فاکتوریل چهار در دو بر پایه طرح کاملاً تصادفی شامل پنج تکرار بود با استفاده از نرم‌افزار آماری (SAS, 2004) نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل گرفت. مدل آماری به صورت زیر بود و مقایسات میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

$$Y_{ij} = \mu + C_i + T_j + CT_{ij} + e_{ij}$$

در این مدل:

Y_{ij} = متغیر وابسته، μ = میانگین کل، C_i = اثر نوع وضعیت فیزیولوژیکی، T_j = اثر نوع چربی، CT_{ij} = اثر متقابل نوع وضعیت فیزیولوژیکی و چربی، e_{ij} = اثرات باقی‌مانده (خطای آزمایشی).

شاخص دمایی-رطوبتی

برای محاسبه شاخص دمایی-رطوبتی از داده‌های اداره هواشناسی شهرستان گرگان استفاده شد. پژوهش حاضر بین ماه‌های ژوئن تا جولای (اواسط خرداد تا مرداد) انجام شد. داده‌های به‌دست‌آمده شامل حداکثر، حداقل و میانگین دما و درصد رطوبت نسبی روزانه بود که بر اساس رابطه (Alfano et al., 2011) محاسبه گردید:

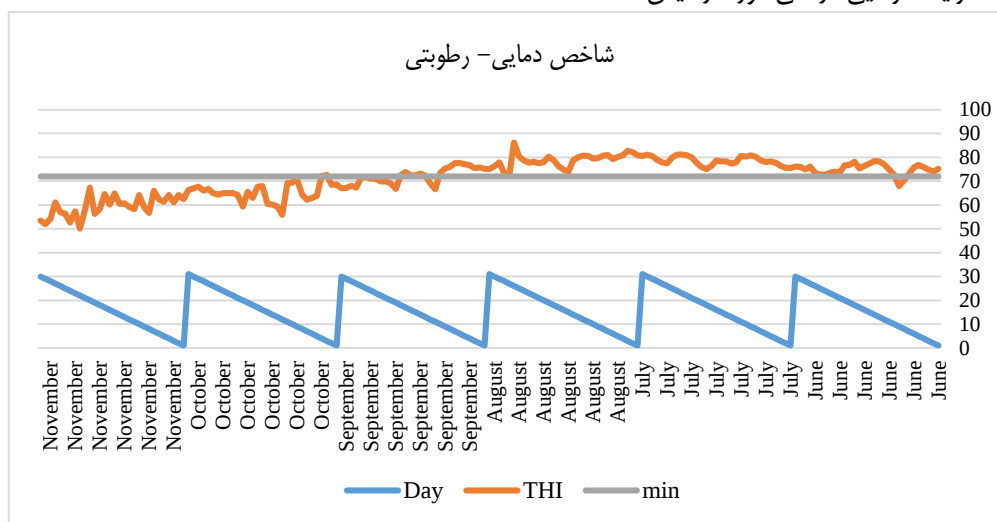
$$THI = 46/4 + (14/4 - \text{بیشینه دما}) \times (100 / \text{کمینه رطوبت نسبی}) + \text{بیشینه دما} \times 0/8$$

در این رابطه، THI شاخص دمایی-رطوبتی می‌باشد

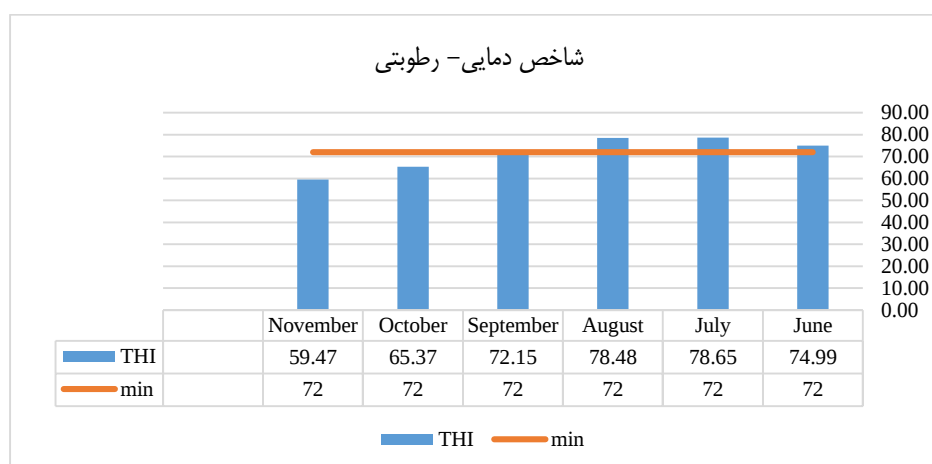
شاخص دمایی-رطوبتی ۷۴ یا کمتر عدم تنش، ۷۵ تا ۷۸ تنش خفیف، ۷۹ تا ۸۳ تنش شدید در نظر گرفته می‌شود (Thom, 1959; Habeeb et al., 2018).

یافته‌های پژوهش

میزان شاخص دمایی-رطوبتی در شکل (۱ و ۲) آمده است. میانگین مقدار شاخص دمایی-رطوبتی برابر ۷۷/۵۳ بود که نشان‌دهنده شرایط گرمایی در طی دوره آزمایش است.



شکل ۱. شاخص دمایی-رطوبتی (روزانه) شهرستان گرگان



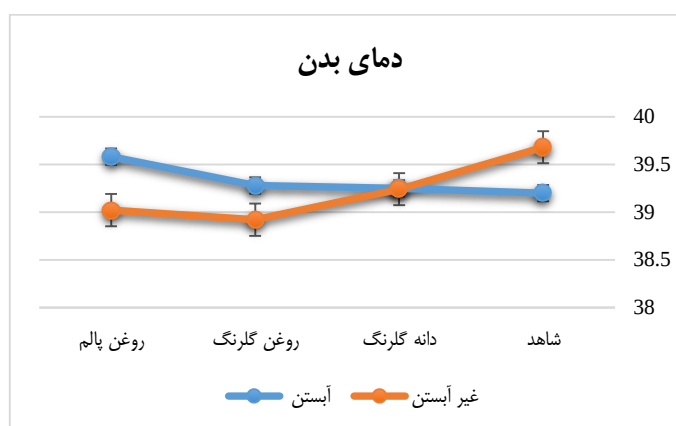
شکل ۲. شاخص دمایی-رطوبتی (ماهانه) شهرستان گرگان

نتایج مربوط به علائم حیاتی میش‌های آبستن و غیر آبستن مصرف‌کننده منابع مختلف چربی در جدول ۲ آمده است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر دمای بدن، ضربان قلب و تعداد تنفس میش‌ها تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی مصرفی قرار نگرفته است. همچنین هیچ‌گونه اثر متقابلی در بین عامل فیزیولوژیک و نوع چربی مصرفی در پارامترهای ضربان قلب و تعداد تنفس میش‌ها مشاهده نشد. این در حالی بود که بین وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی مصرفی بر مقدار دمای بدن میش‌ها اثر متقابلی وجود داشت که در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲. تأثیر افزودن مکمل چربی بر علائم حیاتی میش‌ها

تیمارهای آزمایشی	دمای بدن (درجه سانتی‌گراد)	ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	تعداد تنفس (نفس در دقیقه)
وضعیت فیزیولوژیکی			
آبستن	۳۹/۳۵	۱۱۳/۴۵	۶۱/۹۵
غیر آبستن	۳۹/۲۱	۱۱۴/۳۰	۶۳/۱۵
اشتباه معیار میانگین	۰/۱۴	۶/۸۲	۱/۳۲
سطح معنی‌داری	۰/۲۶۵۰	۰/۱۶۰۹	۰/۲۰۹۷
نوع چربی			
شاهد	۳۹/۴۴	۱۲۰/۲۰	۶۲/۵۰
دانه گلرنگ	۳۹/۲۶	۱۱۰/۸۰	۶۳/۴۰
روغن گلرنگ	۳۹/۱۰	۱۰۶/۳۰	۶۱/۶۰
روغن پالم	۳۹/۳۰	۱۱۸/۲۰	۶۲/۷۰
اشتباه معیار میانگین	۰/۱۴	۶/۸۲	۱/۳۲
سطح معنی‌داری	۰/۱۷۶۸	۰/۱۶۵۵	۰/۶۰۳۵
اثرات متقابل			
آبستن × شاهد	۳۹/۲۰ ^{ab}	۱۱۳/۶۰	۶۰/۴۰
آبستن × دانه گلرنگ	۳۹/۲۸ ^{ab}	۱۰۶/۲۰	۶۲/۶۰
آبستن × روغن گلرنگ	۳۹/۲۸ ^{ab}	۱۱۱/۰۰	۶۲/۲۰
آبستن × روغن پالم	۳۹/۵۸ ^{ab}	۱۲۳/۰۰	۶۲/۶۰
غیر آبستن × شاهد	۳۹/۶۸ ^a	۱۲۶/۸۰	۶۴/۰۰
غیر آبستن × دانه گلرنگ	۳۹/۲۴ ^{ab}	۱۱۵/۴۰	۶۴/۲۰
غیر آبستن × روغن گلرنگ	۳۸/۹۲ ^b	۱۰۱/۶۰	۶۱/۰۰
غیر آبستن × روغن پالم	۳۹/۰۲ ^{ab}	۱۱۳/۴۰	۶۲/۸۰
اشتباه معیار میانگین	۰/۱۰	۴/۸۱	۰/۹۳
سطح معنی‌داری	۰/۰۱۸۱	۰/۲۱۹۳	۰/۳۵۸۴

^{a-b}: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.



شکل ۳. اثر متقابل وضعیت فیزیولوژیکی × نوع چربی بر دمای بدن (درجه سانتی‌گراد) میش‌ها

نتایج مربوط به فراسنجه‌های خونی میش‌های آبستن و غیر آبستن مصرف‌کننده منابع مختلف چربی در جدول ۳ آمده است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر لیپوپروتئین با چگالی بالا^۱ و لیپوپروتئین با چگالی پایین تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی میش‌ها و همچنین لیپوپروتئین با چگالی بالا تحت تأثیر اثرات متقابل قرار نگرفته است. درحالی‌که غلظت لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم میش‌های غیر آبستن بالاتر از میش‌های آبستن بوده است ($P \leq 0.05$). غلظت گلوکز، تری‌گلیسیرید و اوره خون در گروه غیر آبستن بیشتر از گروه آبستن بود ($P \leq 0.05$). بین گروه‌های مختلف از نظر وضعیت فیزیولوژیکی، غلظت کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی کم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین گروه‌های دریافت‌کننده منابع مختلف چربی از نظر غلظت گلوکز با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. منابع مختلف چربی نیز توانستند غلظت کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی بالا، لیپوپروتئین با چگالی کم، لیپوپروتئین با چگالی خیلی کم، تری‌گلیسیرید و اوره را تحت تأثیر قرار دهد ($P \leq 0.05$). در این بین میش‌های دریافت‌کننده روغن پالم و دانه گلرنگ به نسبت دو گروه دیگر غلظت کلسترول بالاتری داشتند ($P \leq 0.05$). بین گروه‌های مختلف از نظر نوع چربی مصرفی، غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا گروه‌های دریافت‌کننده روغن پالم و دانه گلرنگ بالاتر از دو گروه دیگر بوده است ($P \leq 0.05$ ؛ درحالی‌که این اختلاف با گروه دریافت‌کننده روغن گلرنگ معنی‌دار نبوده است. از نظر نوع چربی غلظت لیپوپروتئین با چگالی کم گروه‌های دریافت‌کننده دانه گلرنگ و روغن پالم بالاتر از دو گروه دیگر بود ($P \leq 0.05$). در بین گروه‌ها از نظر نوع چربی، غلظت لیپوپروتئین با چگالی خیلی کم میش‌های دریافت‌کننده روغن پالم بالاتر از سایر میش‌ها بود ($P \leq 0.05$). با توجه به نتایج پژوهش حاضر غلظت لیپوپروتئین با چگالی کم میش‌های آبستن × روغن پالم تحت اثرات متقابل نیز افزایش یافت ($P \leq 0.05$)؛ هرچند با میش‌های آبستن × دانه گلرنگ، غیر آبستن × دانه گلرنگ و غیر آبستن × روغن گلرنگ این تفاوت معنی‌دار نبوده است. اثرات متقابل لیپوپروتئین با چگالی خیلی کم میش‌های آبستن × روغن پالم و غیر آبستن × روغن پالم با سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌ایجاد کردند ($P \leq 0.05$). غلظت تری‌گلیسیرید میش‌های دریافت‌کننده روغن پالم بالاتر از سه گروه دیگر بود ($P \leq 0.05$). میش‌های دریافت‌کننده روغن گلرنگ و پالم و میش‌های دریافت‌کننده دانه و روغن گلرنگ با یکدیگر از نظر غلظت اوره خون تفاوت معنی‌داری نداشتند. بین وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی مصرفی میش‌ها از نظر غلظت گلوکز (شکل ۴) و کلسترول (شکل ۵) تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

1 High-density lipoprotein (HDL)

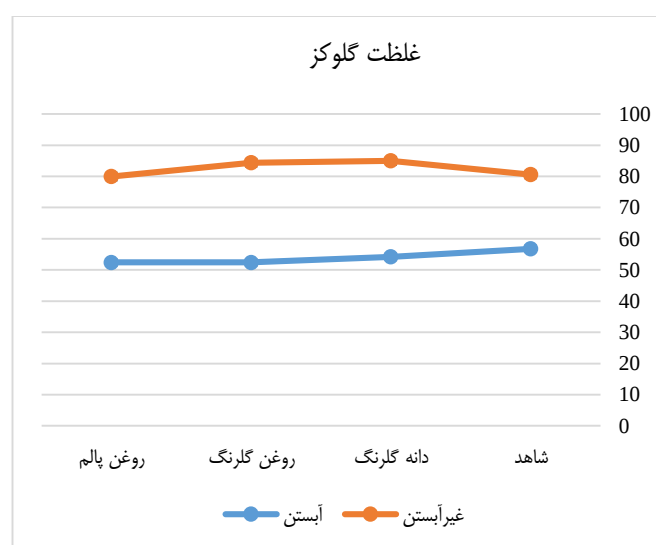
2 Low-density lipoprotein (LDL)

3 Very low-density lipoprotein (VLDL)

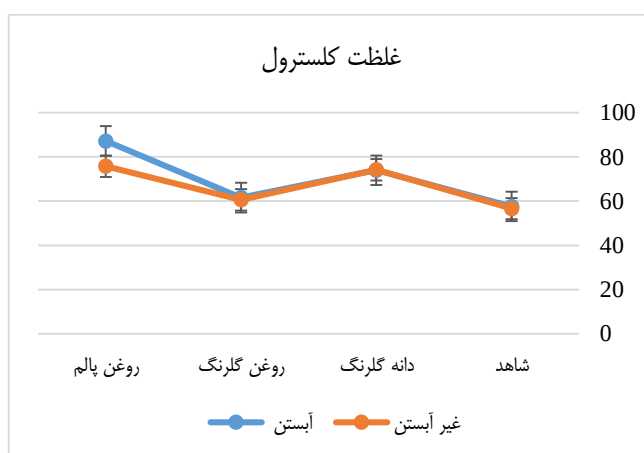
جدول ۳. تاثیر افزودن مکمل چربی بر فراسنجه‌های خونی میش‌ها (میلی گرم در دسی لیتر)

تیمارهای آزمایشی	گلوکز	کلسترول	لیپوپروتئین با چگالی بالا	لیپوپروتئین با چگالی کم	لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم	تری گلیسرید	اوره
وضعیت فیزیولوژیکی							
آبستن	۵۳/۹۵ ^b	۶۷/۸۵	۳۱/۶۰	۳۰/۷۵	۵/۵۰ ^b	۲۷/۵۰ ^b	۱۳/۴۰ ^b
غیر آبستن	۸۲/۷۰ ^a	۶۶/۸۰	۳۱/۳۵	۲۹/۶۲	۵/۸۳ ^a	۲۹/۱۵ ^a	۱۹/۹۰ ^a
اشتباه معیار میانگین	۱/۶۹	۱/۷۰	۱/۹۳	۲/۴۰	۰/۲۱	۱/۰۷	۰/۹۶
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۳۸۹۳	۰/۸۵۵۵	۰/۵۱۰۰	۰/۰۳۶۷	۰/۰۳۶۷	۰/۰۰۰۱
نوع چربی							
شاهد	۶۶/۶۰	۵۷/۱۰ ^b	۲۷/۴۰ ^b	۲۵/۵۲ ^b	۴/۱۸ ^c	۲۰/۹۰ ^c	۱۱/۲۰ ^c
دانه گلرنگ	۶۹/۶۰	۷۴/۱۰ ^a	۳۳/۳۰ ^a	۳۵/۴۲ ^a	۵/۳۸ ^b	۲۶/۹۰ ^b	۱۶/۴۰ ^b
روغن گلرنگ	۶۸/۴۰	۶۱/۱۰ ^b	۳۱/۵۰ ^{ab}	۲۳/۸۴ ^b	۵/۷۶ ^b	۲۸/۸۰ ^b	۱۸/۴۰ ^{ab}
روغن پالم	۶۸/۷۰	۷۷/۰۰ ^a	۳۳/۷۰ ^a	۳۵/۹۶ ^a	۷/۳۴ ^a	۳۶/۷۰ ^a	۲۰/۶۰ ^a
اشتباه معیار میانگین	۱/۶۹	۱/۷۰	۱/۹۳	۲/۴۰	۰/۲۱	۱/۰۷	۰/۹۶
سطح معنی‌داری	۰/۳۶۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
اثرات متقابل							
آبستن × شاهد	۵۶/۸۰ ^b	۵۷/۶۰ ^b	۲۹/۰۰	۲۴/۷۶ ^{cd}	۴/۰۴ ^c	۲۰/۲۰ ^c	۱۱/۴۰ ^e
آبستن × دانه گلرنگ	۵۴/۲۰ ^b	۷۴/۰۰ ^a	۳۳/۰۰	۳۶/۰۸ ^{ab}	۵/۳۲ ^b	۲۶/۶۰ ^b	۱۲/۶۰ ^{de}
آبستن × روغن گلرنگ	۵۲/۴۰ ^b	۶۱/۶۰ ^b	۳۲/۵۰	۲۴/۴۸ ^{cb}	۵/۵۲ ^b	۲۷/۶۰ ^b	۱۳/۶۰ ^{de}
آبستن × روغن پالم	۵۲/۴۰ ^b	۷۸/۲۰ ^a	۳۲/۶۶	۳۷/۶۸ ^a	۷/۱۲ ^a	۳۵/۶۰ ^a	۱۶/۰۰ ^{cd}
غیر آبستن × شاهد	۸۰/۶۰ ^a	۵۶/۶۰ ^b	۲۹/۳۳	۲۶/۲۸ ^{bcd}	۴/۳۲ ^c	۲۱/۶۰ ^c	۱۱/۰۰ ^e
غیر آبستن × دانه گلرنگ	۸۵/۰۰ ^a	۷۴/۲۰ ^a	۳۴/۰۰	۳۴/۷۶ ^{abc}	۵/۴۴ ^b	۲۶/۶۰ ^b	۲۰/۲۰ ^{bc}
غیر آبستن × روغن گلرنگ	۸۴/۴۰ ^a	۶۰/۶۰ ^b	۳۰/۶۶	۲۳/۲۰ ^d	۶/۰۰ ^b	۳۰/۰۰ ^b	۲۳/۲۰ ^{ab}
غیر آبستن × روغن پالم	۸۰/۰۰ ^a	۷۵/۸۰ ^a	۳۵/۰۰	۳۴/۲۴ ^{abc}	۷/۵۶ ^a	۳۷/۸۰ ^a	۲۵/۲۰ ^a
اشتباه معیار میانگین	۱/۱۹	۱/۲۰	۱/۳۶	۱/۶۹	۰/۱۵	۰/۷۵	۰/۶۸
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۷۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

a-b-c-d-e: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$); SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.



شکل ۴. اثر متقابل وضعیت فیزیولوژیکی × نوع چربی بر غلظت گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر) میش‌ها



شکل ۵. اثر متقابل وضعیت فیزیولوژیکی × نوع چربی بر غلظت کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر) میش‌ها

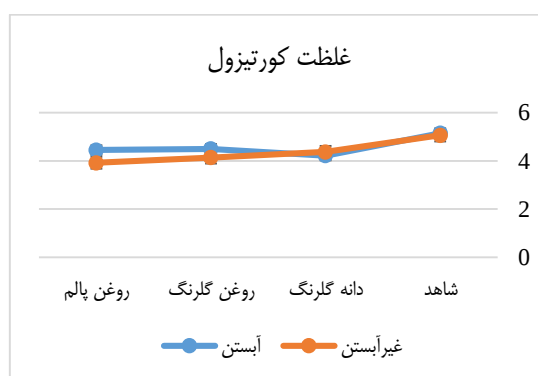
با توجه به نتایج غلظت کورتیزول و انسولین تحت تاثیر وضعیت فیزیولوژیک میش‌ها قرار نگرفت. بر اساس نتایج پژوهش غلظت کورتیزول میش‌ها با مصرف منابع مختلف چربی کاهش یافت ($P \leq 0.05$)؛ که بیشترین و کمترین آن مربوط میش‌های شاهد (۵/۱۱) و دریافت‌کننده روغن گلرنگ (۴/۱۲) بود. همچنین اثر متقابل غلظت کورتیزول میش‌ها معنی‌دار بوده است (شکل ۶). درحالی که غلظت انسولین تحت تاثیر منابع چربی و اثرات متقابل قرار نگرفت.

جدول ۴. تاثیر افزودن مکمل چربی بر هورمون‌های کورتیزول و انسولین

انسولین (واحد بین المللی/لیتر)	کورتیزول (میکروگرم/دسی لیتر)	تیمارهای آزمایشی
		وضعیت فیزیولوژیکی
۶/۹۲	۴/۴۷	آبستن
۶/۸۴	۴/۳۹	غیر آبستن
۰/۰۸	۰/۰۶	اشتباه معیار میانگین
۰/۱۹۶۸	۰/۰۵۹۱	سطح معنی‌داری
		نوع چربی
۶/۹۴	۵/۱۱ ^a	شاهد
۶/۹۳	۴/۱۸ ^c	دانه گلرنگ
۶/۷۸	۴/۱۲ ^d	روغن گلرنگ
۶/۸۸	۴/۴۱ ^b	روغن پالم
۰/۰۸	۰/۰۶	اشتباه معیار میانگین
۰/۲۴۵۷	۰/۰۰۰۱	سطح معنی‌داری
		اثرات متقابل
۶/۹۶	۵/۱۵ ^a	آبستن × شاهد
۷/۰۲	۴/۲۲ ^{bc}	آبستن × دانه گلرنگ
۶/۸۱	۴/۰۵ ^c	آبستن × روغن گلرنگ
۶/۹۰	۴/۴۵ ^b	آبستن × روغن پالم
۶/۹۲	۵/۰۶ ^a	غیر آبستن × شاهد
۶/۸۴	۴/۳۷ ^b	غیر آبستن × دانه گلرنگ
۶/۷۶	۴/۱۴ ^{bc}	غیر آبستن × روغن گلرنگ
۶/۸۶	۳/۹۲ ^c	غیر آبستن × روغن پالم
۰/۰۵	۰/۰۴	اشتباه معیار میانگین
۰/۴۳۸۵	۰/۰۰۰۱	سطح معنی‌داری

a-b-c-d: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.



شکل ۶. اثر متقابل وضعیت فیزیولوژیکی × نوع چربی بر غلظت کورتیزول (میکروگرم/دسی لیتر) میش‌ها

نتایج مربوط به غلظت آنزیم‌های کبدی و پروتئین‌های خون در میش‌های آبستن و غیر آبستن دریافت‌کننده منابع مختلف چربی در جدول ۵ آمده است. غلظت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز کبد میش‌ها به‌طوری معنی‌داری تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی، نوع چربی و اثرات متقابل آن‌ها و همچنین غلظت آسپاراتات آمینوترانسفراز کبد تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی میش‌ها قرار نگرفت. این درحالی بود که بین گروه‌های مختلف از نظر نوع چربی دریافتی، غلظت آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز کبد میش‌های دریافت‌کننده دانه گلرنگ پایین‌تر از سایر گروه‌ها بود ($P \leq 0/05$). درحالی‌که اثرات متقابل میش‌های آبستن × شاهد، آبستن × دانه گلرنگ، غیر آبستن × روغن گلرنگ و میش‌های غیر آبستن × دانه گلرنگ از نظر غلظت آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین اختلاف غلظت آسپاراتات آمینوترانسفراز در اثرات متقابل آبستن × روغن گلرنگ، آبستن × روغن پالم، غیر آبستن × روغن گلرنگ و غیر آبستن × روغن پالم با یکدیگر معنی‌دار نبود. بین گروه‌های مختلف از نظر وضعیت فیزیولوژیکی، پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و نسبت این دو تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. منابع مختلف چربی توانستند غلظت پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین را تحت تأثیر قرار دهد ($P \leq 0/05$). اختلاف معنی‌داری بین میش‌های دریافت‌کننده دانه و روغن گلرنگ با شاهد و پالم از نظر غلظت پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و نسبت این دو مشاهده نشد. اثر متقابل وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی جیره سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار در فراسنجه‌های خونی مانند پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و نسبت این دو شد ($P \leq 0/05$).

نتایج مربوط به فراسنجه‌های هماتولوژی میش‌های آبستن و غیر آبستن دریافت‌کننده منابع مختلف چربی در جدول ۶ آمده است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر منوسیت، ائوزینوفیل، نوتروفیل سگمانته و نوتروفیل باند تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی مصرفی نیز قرار نگرفته است. همچنین درصد لنفوسیت میش‌ها تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی و اثرات متقابل قرار نگرفت. درصد منوسیت، ائوزینوفیل و نوتروفیل باند گروه‌های آزمایشی تحت تأثیر اثرات متقابل نیز قرار نگرفت. میش‌های آبستن دریافت‌کننده منابع مختلف چربی درصد گلبول سفید بیشتری نسبت به میش‌های غیر آبستن داشتند. تفاوت معنی‌داری بین وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی مصرفی میش‌ها از نظر درصد گلبول سفید مشاهده شد (شکل ۷). اثرات متقابل نوتروفیل سگمانته میش‌های آبستن × دانه گلرنگ و آبستن × روغن گلرنگ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ایجاد کردند ($P \leq 0/05$); این درحالی‌که بود که با سایر گروه این اختلاف معنی‌دار نبود.

1 Alanine transaminase (ALT)

2 Aspartate aminotransferase (AST)

جدول ۵. تأثیر افزودن مکمل چربی بر متابولیک‌های کبدی

تیمارهای آزمایشی	پروتئین کل (گرم/دسی لیتر)	آلبومین (گرم/دسی لیتر)	گلوبولین (گرم/دسی لیتر)	آلبومین: گلوبولین	آلانین آمینوترانسفراز (واحد/لیتر)	آسپاراتات آمینوترانسفراز (واحد/لیتر)
وضعیت فیزیولوژیکی						
آبستن	۷/۳۶	۴/۴۱	۲/۵۷	۱/۷۱	۲۵/۲۵	۱۲۳/۶۵
غیر آبستن	۷/۳۸	۴/۴۳	۲/۵۸	۱/۷۱	۲۴/۳۰	۱۲۴/۸۵
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۱/۳۳	۱/۹۷
سطح معنی‌داری	۰/۷۱۵۴	۰/۷۱۳۴	۰/۷۱۱۰	۰/۳۷۲۵	۰/۳۲۰۸	۰/۳۹۶۲
نوع چربی						
شاهد	۷/۲۳ ^b	۴/۳۴ ^b	۲/۵۳ ^b	۱/۷۱	۲۳/۶۰	۱۲۴/۸۰ ^{ab}
دانه گلرنگ	۷/۵۸ ^a	۴/۵۴ ^a	۲/۶۵ ^a	۱/۷۱	۲۴/۲۰	۱۱۷/۹۰ ^c
روغن گلرنگ	۷/۵۹ ^a	۴/۵۵ ^a	۲/۶۵ ^a	۱/۷۱	۲۶/۳۰	۱۲۴/۲۰ ^b
روغن پالم	۷/۰۸ ^b	۴/۲۴ ^b	۲/۴۸ ^b	۱/۷۱	۲۵/۰۰	۱۳۰/۱۰ ^a
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۱/۳۳	۱/۹۷
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۴۹۳۴	۰/۲۲۴۳	۰/۰۰۰۱
اثرات متقابل						
آبستن × شاهد	۷/۲۴ ^{ab}	۴/۳۴ ^{ab}	۲/۵۳ ^{ab}	۱/۷۱	۲۴/۲	۱۱۸/۰ ^{dc}
آبستن × دانه گلرنگ	۷/۵۶ ^a	۴/۵۳ ^a	۲/۶۴ ^a	۱/۷۱	۲۶/۲	۱۱۹/۲۰ ^{dc}
آبستن × روغن گلرنگ	۷/۶۰ ^a	۴/۵۶ ^a	۲/۶۶ ^a	۱/۷۱	۲۷/۴	۱۲۶/۶۰ ^{abc}
آبستن × روغن پالم	۷/۰۳ ^b	۴/۲۲ ^b	۲/۴۶ ^b	۱/۷۱	۲۳/۲	۱۳۰/۸۰ ^{ab}
غیر آبستن × شاهد	۷/۲۳ ^{ab}	۴/۳۳ ^b	۲/۵۳ ^b	۱/۷۱	۲۲/۲	۱۱۶/۶۰ ^d
غیر آبستن × دانه گلرنگ	۷/۶۰ ^a	۴/۵۶ ^a	۲/۶۶ ^a	۱/۷۲	۲۵/۲	۱۲۱/۸۰ ^{bcd}
غیر آبستن × روغن گلرنگ	۷/۵۷ ^a	۴/۵۴ ^a	۲/۶۵ ^a	۱/۷۱	۲۶/۸	۱۲۹/۴۰ ^{ab}
غیر آبستن × روغن پالم	۷/۱۳ ^b	۴/۲۷ ^b	۲/۴۹ ^b	۱/۷۱	۲۳/۰۰	۱۳۱/۶۰ ^a
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۹۴	۱/۳۹
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۷۴۳۰	۰/۰۷۵۴	۰/۰۰۰۱

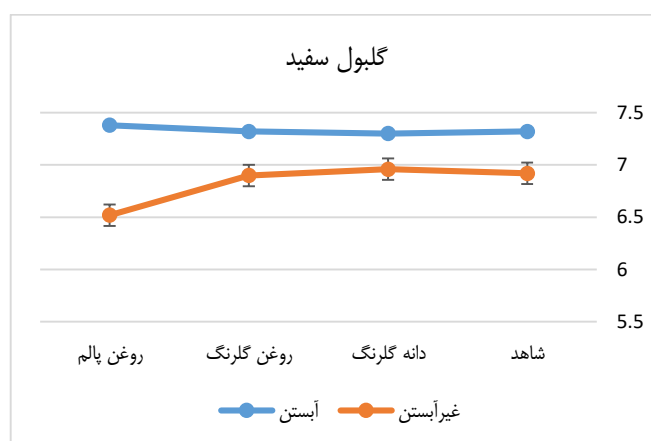
a-b-c-d: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۶. تأثیر افزودن مکمل چربی بر فراسنجه‌های هماتولوژی میش‌ها (درصد)

تیمارهای آزمایشی	گلبول سفید	لنفوسیت	منوسیت	اوتروفیل	نوتروفیل	نوتروفیل باند
وضعیت فیزیولوژیکی						
آبستن	۷/۳۳ ^a	۵۴/۶۵	۱۳/۰۵	۲/۵۵	۲۶/۱۵	۳/۶۰
غیر آبستن	۶/۸۲ ^b	۵۲/۷۰	۱۴/۵۰	۳/۱۰	۲۶/۲۵	۳/۴۵
اشتباه معیار میانگین	۰/۱۱	۱/۶۲	۱/۸۸	۰/۴۷	۰/۷۴	۰/۳۷
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۹۰	۰/۲۸۴۲	۰/۱۱۰۸	۰/۸۵۱۰	۰/۵۷۱۳
نوع چربی						
شاهد	۶/۹۲	۵۱/۰۰ ^b	۱۵/۹۰	۳/۰۰	۲۶/۳۰	۳/۸۰
دانه گلرنگ	۷/۱۱	۵۴/۴۰ ^{ab}	۱۲/۵۰	۲/۹۰	۲۷/۰۰	۳/۲۰
روغن گلرنگ	۷/۱۴	۵۵/۷۰ ^a	۱۲/۷۰	۳/۰۰	۲۵/۱۰	۳/۵۰
روغن پالم	۷/۱۴	۵۳/۶۰ ^{ab}	۱۴/۰۰	۲/۴۰	۲۶/۴۰	۳/۶۰
اشتباه معیار میانگین	۰/۱۱	۱/۶۲	۱/۸۸	۰/۴۷	۰/۷۴	۰/۳۷
سطح معنی‌داری	۰/۱۶۳۱	۰/۰۴۵۸	۰/۲۶۶۱	۰/۵۳۹۸	۰/۰۹۹۱	۰/۴۴۷۵
اثرات متقابل						
آبستن × شاهد	۷/۳۳ ^a	۵۱/۸۰	۱۵/۶۰	۲/۶۰	۲۵/۸۰ ^{ab}	۴/۲۰
آبستن × دانه گلرنگ	۷/۳۰ ^a	۵۵/۲۰	۱۰/۸۰	۲/۸۰	۲۸/۲۰ ^a	۳/۰۰
آبستن × روغن گلرنگ	۷/۳۳ ^a	۵۷/۴۰	۱۱/۶۰	۳/۰۰	۲۴/۴۰ ^b	۳/۶۰
آبستن × روغن پالم	۷/۳۸ ^a	۵۴/۲۰	۱۴/۲۰	۱/۸۰	۲۶/۲۰ ^{ab}	۳/۶۰
غیر آبستن × شاهد	۶/۹۳ ^{ab}	۵۳/۶۰	۱۴/۲۰	۳/۰۰	۲۵/۸۰ ^{ab}	۳/۴۰
غیر آبستن × دانه گلرنگ	۶/۹۶ ^{ab}	۵۴/۰۰	۱۳/۸۰	۳/۰۰	۲۵/۸۰ ^{ab}	۳/۴۰
غیر آبستن × روغن گلرنگ	۶/۹۰ ^{ab}	۵۳/۰۰	۱۳/۸۰	۳/۰۰	۲۶/۶۰ ^{ab}	۳/۶۰
غیر آبستن × روغن پالم	۶/۵۲ ^b	۵۰/۲۰	۱۶/۲۰	۳/۴۰	۲۶/۸۰ ^{ab}	۳/۴۰
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۷	۱/۱۴	۱/۳۳	۰/۳۳	۰/۵۲	۰/۲۶
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۱۲۸۲	۰/۴۹۴۹	۰/۴۵۷۸	۰/۰۷۰۹	۰/۵۷۳۳

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.



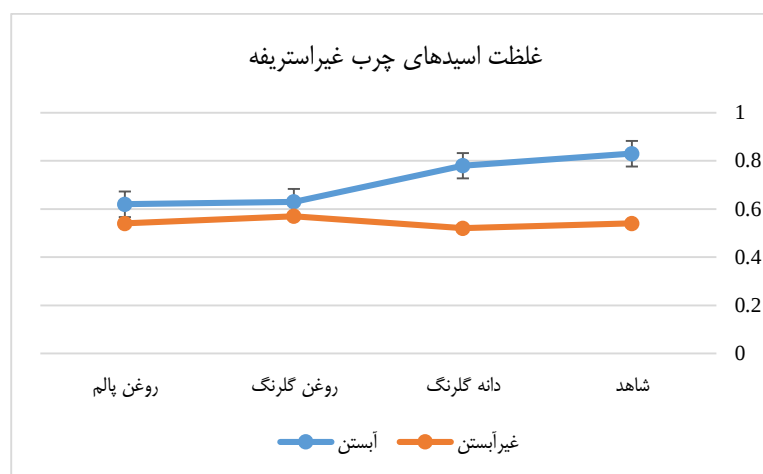
شکل ۷. اثر متقابل وضعیت فیزیولوژیکی × نوع چربی بر درصد گلبول سفید میش‌ها

جدول ۷. تأثیر افزودن مکمل چربی بر برخی فراسنجه‌های خونی میش‌های آبستن و غیر آبستن

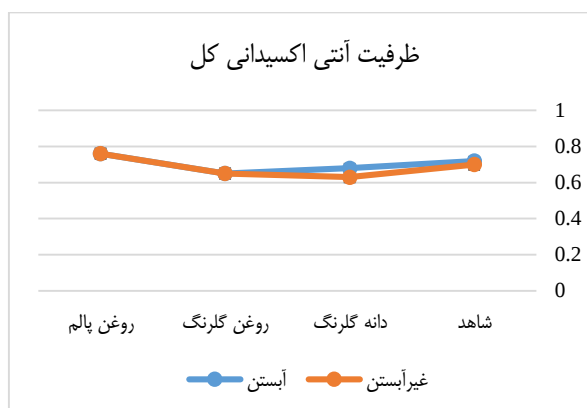
تیمارهای آزمایشی	بناهی‌دروکسی بوتیرات (نانومول/لیتر)	اسیدهای چرب غیر استریفه (نانومول/لیتر)	مالون‌دی‌آلدئید (میکرومول/لیتر)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (نانومول/لیتر)
وضعیت فیزیولوژیکی				
آبستن	۰/۵۳ ^a	۰/۷۳ ^a	۲/۰۶ ^a	۰/۶۸ ^a
غیر آبستن	۰/۵۱ ^b	۰/۵۴ ^b	۱/۹۳ ^b	۰/۶۵ ^b
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰۳۵
سطح معنی‌داری	۰/۰۴۲۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۰۱
نوع چربی				
شاهد	۰/۵۱	۰/۶۸ ^a	۲/۰۷ ^a	۰/۶۷ ^b
دانه گلرنگ	۰/۵۲	۰/۶۷ ^a	۲/۱۷ ^a	۰/۶۹ ^a
روغن گلرنگ	۰/۵۲	۰/۵۹ ^b	۱/۸۳ ^b	۰/۶۴ ^d
روغن پالم	۰/۵۳	۰/۵۸ ^b	۱/۹۱ ^b	۰/۶۶ ^c
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰۳
سطح معنی‌داری	۰/۵۵۲۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
اثرات متقابل				
آبستن × شاهد	۰/۵۲	۰/۸۳ ^a	۲/۴۱ ^a	۰/۷۳ ^a
آبستن × دانه گلرنگ	۰/۵۳	۰/۷۸ ^a	۱/۹۸ ^b	۰/۶۸ ^c
آبستن × روغن گلرنگ	۰/۵۵	۰/۶۳ ^b	۱/۸۷ ^b	۰/۶۵ ^d
آبستن × روغن پالم	۰/۵۴	۰/۶۲ ^b	۱/۹۹ ^b	۰/۶۷ ^c
غیرآبستن × شاهد	۰/۵۲	۰/۵۴ ^c	۲/۳۶ ^a	۰/۷۰ ^b
غیرآبستن × دانه گلرنگ	۰/۵۰	۰/۵۲ ^c	۱/۷۹ ^b	۰/۶۳ ^{d-e}
غیرآبستن × روغن گلرنگ	۰/۵۲	۰/۵۷ ^{b-c}	۱/۸۴ ^b	۰/۶۵ ^d
غیرآبستن × روغن پالم	۰/۵۱	۰/۵۴ ^c	۱/۷۴ ^b	۰/۶۳ ^e
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰۵
سطح معنی‌داری	۰/۲۶۹۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها. تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است ($P < 0.05$). a-b-c-d-e

نتایج مربوط به فراسنجه‌های خونی میش‌های آبستن و غیر آبستن دریافت‌کننده منابع مختلف چربی در جدول ۷ آمده است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات، اسیدهای چرب غیر استریفه، مالون دی‌آلدئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میش‌های آبستن بیشتر از میش‌های غیر آبستن بود ($P \leq 0/05$). غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات از نظر منبع چربی مصرفی و اثرات متقابل میش‌ها تحت تأثیر قرار نگرفت. غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه و مالون دی‌آلدئید گروه‌های شاهد و دریافت‌کننده دانه گلرنگ بالاتر از دو گروه دیگر بود ($P \leq 0/05$). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میش‌های دریافت‌کننده دانه گلرنگ بالاتر از سایر گروه‌ها بود ($P \leq 0/05$). همچنین غلظت غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میش‌ها تحت تأثیر اثرات متقابل قرار گرفته است (شکل ۸ و ۹). غلظت مالون دی‌آلدئید میش‌های آبستن $\times$ شاهد و غیر آبستن $\times$ شاهد بیشتر از میش‌های دریافت‌کننده منابع مختلف چربی بوده است ($P \leq 0/05$).



شکل ۸. اثر متقابل وضعیت فیزیولوژیکی $\times$ نوع چربی بر غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه (نانومول/لیتر) میش‌ها



شکل ۹. اثر متقابل وضعیت فیزیولوژیکی $\times$ نوع چربی بر غلظت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (نانومول/لیتر) میش‌ها

بحث

با توجه به نتایج پژوهش حاضر دمای بدن، ضربان قلب و تعداد تنفس میش‌ها تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی مصرفی قرار نگرفت. هیچ‌گونه اثر متقابلی در بین عامل فیزیولوژیک و نوع چربی مصرفی در فراسنجه‌های ضربان قلب و تعداد تنفس میش‌ها مشاهده نشد. ضربان قلب می‌تواند به سرعت به دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی حیوانات یا عوامل خارجی

مانند دما متغیر باشد (Okoruwa, 2014). ضربان قلب در شرایط تنش گرمایی افزایش می‌یابد و این اتفاق جریان خون را از مرکز به سطح بدن افزایش می‌دهد تا فرصتی برای از دست دادن گرمای بیشتری از طریق رسانا، تشعشع و تعرق فراهم کند (Façanha et al, 2012). سرعت تنفس یک معیار عملی و قابل‌اعتماد برای بار حرارتی و شاخص تنش گرمایی است (Okoruwa et al, 2014). تحقیقات نشان می‌دهد که سرعت تنفس در دقیقه تحت تأثیر دمای محیط افزایش می‌یابد (Phulia et al, 2010). افزایش تنفس تلاشی جهت افزایش تلفات حرارتی توسط حسگرهای تبخیری است. همچنین دمای بدن نیز معیار مناسبی برای تحمل گرما در حیوانات است و منعکس‌کننده تمام فرآیندهای تولید و از دست دادن گرما در بدن است. دمای رکتوم شاخص دمای بدن در نظر گرفته می‌شود، اگرچه تغییرات قابل‌توجهی در قسمت‌های مختلف بدن در زمان‌های مختلف روز وجود داشته باشد (Fecteau et al, 2014). افزودن چربی به جیره سبب افزایش تراکم انرژی می‌شود چرا که چربی نسبت به سایر مواد مغذی از ارزش انرژی‌زایی بیشتری برخوردار است؛ بنابراین، چربی می‌تواند در مواقعی که محدودیت ماده خشک مصرفی و فراهمی انرژی در جیره دام وجود دارد، مورد استفاده قرار بگیرد بدون این که میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی جیره کم شود (NRC, 2007). با تغذیه چربی حرارت کمتری تولید می‌شود چون اسیدهای چرب بلند زنجیر جیره در شکمبه تخمیر نمی‌شوند (Jarvis and Moore, 2010)؛ بنابراین، تغذیه چربی (روغن گلرنگ) موجب کاهش حرارت افزایشی می‌شود (Jenkins, 1994).

غلظت گلوکز، تری‌گلیسیرید و اوره خون در گروه غیر آبستن بیشتر از گروه آبستن بود ($P \leq 0.05$). بین گروه‌های مختلف کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی بالا و لیپوپروتئین با چگالی پایین تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی میش‌ها و همچنین لیپوپروتئین با چگالی بالا تحت تأثیر اثرات متقابل قرار نگرفته است. درحالی که غلظت لیپوپروتئین با چگالی خیلی پایین میش‌های غیر آبستن بالاتر از میش‌های آبستن بوده است ($P \leq 0.05$). شرایط تنش گرمایی سبب کاهش غلظت گلوکز و کلسترول خون دام‌ها می‌شود (Ocak et al, 2010). کاهش سطح گلوکز می‌تواند به علت کاهش در دسترس بودن مواد مغذی و سرعت کمتر تولید پروپوینات (کریمی و همکاران ۱۴۰۰)، یا به علت افزایش استفاده از گلوکز پلاسما جهت تأمین انرژی برای مصرف عضلانی مورد نیاز باشد (Sejian and Srivastava, 2010). این کاهش ممکن است به علت افزایش حجم پلاسما در نتیجه تنش گرمایی باشد. کمتر بودن غلظت گلوکز خون در میش‌های آبستن نسبت به غیر آبستن به این دلیل بوده که برداشت گلوکز توسط سیستم جنینی-جفتی با واسطه انتقال دهنده گلوکز مستقل از انسولین (1 insulin independent glucose GLUT transport) صورت می‌گیرد (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۸). افزایش گلوکونئوز و گلیکوژنولیز اسیدهای چرب با زنجیره بلند نیز سبب افزایش گلوکز خون دام‌های تحت تنش گرمایی می‌شود همچنین اسیدهای چرب غیر اشباع الگوی فرایند بیوهیدروژناسیون شکمبه را در جهت تولید پیش سازهای گلوکز تغییر داده و نیز مقاومت و حساسیت به انسولین بافت‌ها را از طریق افزایش القاء گیرنده‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهند (Dirandeh et al., 2012).

گلیسرول فسفات در بافت کبد و چربی از گلوکز ساخته می‌شود (Santos et al., 2017). علاوه بر این تری‌گلیسیریدها در گوسفندان به علت آزاد شدن اسیدهای چرب بیشتر در شیردان به دلیل وجود تری‌گلیسیریدهای محافظت شده در روغن پالم افزایش می‌یابد (Bianchi et al., 2014). همچنین، تری‌گلیسیریدهایی که در کبد ذخیره شده اند به شکل لیپوپروتئین‌های با چگالی کم از کبد آزاد می‌شوند. در نتیجه، چربی محافظت شده در شکمبه (کلسیمی) غلظت لیپوپروتئین با چگالی بالا خون را افزایش می‌دهد که ممکن است از جذب اسیدهای چرب در روده کوچک حاصل شود (Yadav et al., 2016). همچنین مطالعاتی نشان داد که استفاده از منبع اسیدهای چرب امگا سه و امگا شش می‌تواند سبب افزایش میزان کلسترول در پلاسما گاوها در پیش از زایش شود (Douglas et al., 2004; Baumgard et al., 2013). با توجه به نتایج بیشتر پژوهش‌ها استفاده از منابع چربی غیر اشباع میزان کلسترول پلاسما را افزایش می‌دهد که دلیل این امر را می‌توان به کمبود کلسترول در منابع چربی گیاهی، افزایش ساخت کبدی کلسترول به منظور بهبود هضم، جذب و انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیر حاصل از منابع چربی ورودی به روده باریک و نیز رها شدن کلسترول از لیپوپروتئین‌ها نسبت داد (Petit et al., 2007; Šamanc et al.,)

2015). علاوه بر این، با توجه به اینکه تری گلیسرید و کلسترول به عنوان منابع ثانویه انرژی محسوب می شوند، افزایش این متابولیت ها در پیش از زایش ممکن است انرژی بیشتری را برای حیوان تامین نموده و وضعیت انرژی آن را بهبود ببخشد. مطابق با نتایج پژوهش حاضر ناصریان و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که استفاده از دانه کتان و کلزا در پیش از زایش میزان کلسترول پلاسما می ش ها را افزایش می دهد. افزودن منابع چربی مقدار کربوهیدرات غیر ساختاری را که در دسترس میکروارگانیسم ها است را کاهش می دهد. در همین ارتباط (Lascano et al., 2016) گزارش کردند، زمانی که سرعت تخریب کل کربوهیدرات غیر ساختاری کاهش یافت، گاوهای هلستاین پرتولید دارای غلظت نیتروژن اوره خون بالاتری بودند که دلیل افزایش نیتروژن اوره ای در پژوهش حاضر می تواند باشد.

بر اساس نتایج غلظت کورتیزول می ش ها با مصرف منابع مختلف چربی کاهش یافت ($P \leq 0.05$)؛ که بیشترین و کمترین آن مربوط می ش های شاهد (۵/۱۱) و دریافت کننده روغن گلرنگ (۴/۱۲) بود. اثرات متقابل می ش های آبستن × شاهد و غیر آبستن × شاهد از نظر غلظت کورتیزول بالاتر از سایر گروه های دریافت کننده منابع مختلف چربی بود ($P \leq 0.05$). گروه های دریافت کننده منابع مختلف چربی از نظر انسولین و اثرات متقابل غلظت انسولین با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند. کورتیزول هورمونی است که برای فرآیند سازگاری با عوامل تنش زا حیاتی است و سطح آن در هنگام تنش افزایش می یابد. عملکرد اصلی آن تحریک متابولیسم پروتئین و حمایت از گلوکونئوژن در زمانی است که در دسترس بودن گلوکز در ارگانیسم در حالت هشدار یا ضروری است (Sejian and Srivastava, 2010). در شرایط محیطی گرم، هورمون کورتیزول یک مکانیسم تنظیم کننده گرمایی است که از تولید گرمای متابولیسمی جلوگیری می کند و فعالیت آدرنوکورتیکال را تحت شرایط استرس گرمایی کاهش می دهد و در نتیجه کورتیزول در سازگاری با شرایط استرس گرمایی کوتاه مدت و طولانی مدت نقش دارد (McManus et al., 2022). عوامل تنش زا غلظت سائتوکین ها و در نتیجه غلظت کورتیزول را بالا می برند با توجه به نقش موثر اسیدهای چرب غیر اشباع (آهنگرانی و همکاران، ۱۴۰۰) بر کاهش سائتوکین ها، کاهش غلظت کورتیزول با افزودن منابع چربی در جیره را در پژوهش حاضر شاهد بودیم. انسولین میزان جذب گلوکز را در جیره غنی از چربی تحریک کرده و نتایج پژوهش حاضر نشان دهنده این موضوع می باشد. در مطالعه ای که ۴۲ روز مانده به زایش که با سه گروه دریافت کننده انرژی کم، متوسط و زیاد انجام شد، گزارش کردند گوساله هایی که از جیره با انرژی بالا استفاده کرده اند غلظت گلوکز بالاتری نسبت به گروه با انرژی پایین، داشتند (Chen et al., 2022).

غلظت آنزیم های آلانین آمینوترانسفراز و آسپارات آمینوترانسفراز کبد می ش ها همچنین غلظت سرمی پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و نسبت آلبومین به گلوبولین به طوری معنی داری تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی قرار نگرفت. اختلاف معنی داری بین می ش های دریافت کننده دانه و روغن گلرنگ با شاهد و پالم از نظر غلظت پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و نسبت این دو مشاهده نشد. کبد در متابولیسم مولکول های زیستی به ویژه چربی، کربوهیدرات و در تنظیم گلوکز سیستمیک و انسولین نقش مهمی دارد. سطح سرمی آسپارات ترانس آمیناز و آلانین آمینوترانسفراز در تشخیص رفاه حیوانات مفید است. نتایج نشان داده است که تنش گرمایی فعالیت آکالین فسفاتاز را در بزها کاهش می دهد. علت کاهش این آنزیم ها در طول تنش گرمایی می تواند به دلیل کاهش فعالیت تیروئید در طول تنش گرمایی باشد (Helal et al., 2010). میزان فعالیت آنزیم آسپارات ترانس آمیناز در شرایط تنش گرمایی افزایش می یابد. مشخص شده که آسپارات آمینوترانسفراز ارتباط مستقیمی با کبد چرب در دام شیری دارد (Cebra et al., 1997). افزایش آسپارات آمینوترانسفراز نشان دهنده تخریب و نکروزه شدن تحت حاد سلول های کبدی است (Salem et al., 1993). مکمل چربی کلسمی منجر به افزایش معنی داری در تولید شیر گردیده است، تولید شیر بالا می تواند در دام شیری منجر به یک تنش تحت حاد شود که این تنش منجر به افزایش معنی دار در میزان آسپارات آمینو ترانسفراز می شود. نشان داده شده است بره هایی که با منابع چربی تغذیه شدند نسبت به گروه شاهد به طور معنی داری آنزیم های آلانین آمینوترانسفراز و آسپارات آمینوترانسفراز بیشتری داشتند (Litherland et al., 2005). Bianchi et al. (2014) و Parvar et al. (2017) گزارش کردند که بره هایی که روغن ماهی، سویا و کلزا مصرف کردند از نظر عددی

بالا ترین غلظت آنزیم‌های اسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز را نسبت به شاهد داشتند. همچنین کربمی و همکاران (۱۴۰۰) بیان نمودند که استفاده از منبع اسید چرب امگا شش اثری بر این شاخص‌ها ندارد. با توجه به اینکه میزان لیپوپروتئین با چگالی بالا در گروه‌های حاوی دانه روغنی از مقدار بالاتری برخوردار بوده و میزان فراسنجه‌های بتا هیدروکسی بوتیرات در بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشته، این عدم اختلاف در شاخص‌های کبدی به دلیل مقادیر مشابه بتا هیدروکسی بوتیرات و اسیدهای چرب غیر استریفیه در بین گروه‌ها امر بدیهی است و نشان از سلامت سلول‌های کبدی دارد. کاهش غلظت AST در جیره دانه گلرنگ نسبت به شاهد مربوط به نوع اسیدهای چرب در مکمل چربی است. (Sampath and Ntambi, 2005) گزارش کردند که اسیدهای چرب اشباع در تولید انرژی برای گاو شیری تفاوت قابل توجهی ندارند. در جیره حاوی مکمل دانه و روغن گلرنگ به علت اینکه بیشتر از اسیدهای چرب از نوع ۱۸ کربنه می‌باشد، بنابراین ذخیره‌سازی چربی در بافت کبدی و همچنین بافت‌های دیگر بدن در این گروه بسیار کمتر از تیمار چربی خالص صورت می‌گیرد.

تقریباً تمام پروتئین‌های سرم به جز ایمونوگلوبولین‌ها توسط سلول‌های کبدی تولید و ترشح می‌شوند. این پروتئین‌ها بر حفظ ساختار اسمزی، تعادل اسید و باز و بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی مؤثر هستند. برخی از آن‌ها به عنوان حامل لیپیدها، هورمون‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی در سیستم گردش خون عمل می‌کنند و در تنظیم فعالیت سلولی و سیستم ایمنی بدن نقش دارند (البرزی و همکاران، ۱۴۰۱). تغییر در پروتئین‌های سرم می‌تواند نشان دهنده فرآیندهای آسیب‌شناختی غیر اختصاصی و یا ممکن است نشانگر تشخیصی بالقوه در برخی از شرایط بیماری‌زا باشد. غلظت پایین پروتئین سرم در بسیاری موارد از جمله بیماری‌های کبدی و کلیوی مشاهده می‌شود. میزان پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین سرم یکی از شاخص‌های بیوشیمیایی سرم است که تحت تأثیر پاسخ ایمنی قرار می‌گیرد. کاهش قابل توجهی در غلظت کل پروتئین، آلبومین و گلوبولین در بزها در طول تنش گرمایی گزارش شده است (Dangi et al, 2012). مرادی و همکاران (۱۳۹۷) بیان کردند منابع مختلف چربی منجر به افزایش پروتئین کل سرم خون می‌شود که همسو با پژوهش ما بود. در این بین پروتئین کل میش هایتغذیه شده با جیره حاوی اسیدچرب غیراشباع بیشتر بود، زیرا گلرنگ که حاوی اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک اسید و لینولئیک اسید می‌باشد منبع پروتئین خوبی برای تغذیه دام‌ها است. در مورد تأثیر چربی جیره بر میزان پروتئین کل خون نتایج متناقض بوده برای مثال Ballou et al. (2008) گزارش کرد که مکمل‌های مختلف چربی اثری روی پروتئین خون ندارد.

منوسیت، ائوزینوفیل، نوتروفیل سگمانته و نوتروفیل باند تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی و نوع چربی مصرفی قرار نگرفتند. درصد لنفوسیت میش‌ها تحت تأثیر وضعیت فیزیولوژیکی و اثرات متقابل قرار نگرفت. درصد منوسیت، ائوزینوفیل و نوتروفیل باند گروه‌های آزمایشی تحت تأثیر اثرات متقابل نیز قرار نگرفت. میش‌های آبستن دریافت‌کننده منابع مختلف چربی درصد گلبول سفید بیشتری نسبت به میش‌های غیر آبستن داشتند. به‌طور کلی سیستم خونی به تغییرات دما حساس است و شاخص مهمی از پاسخ‌های فیزیولوژیکی به عوامل تنش‌زا است. عوامل متعددی مانند گونه، نژاد، جنس، سن، تغذیه، بیماری‌ها، مرحله فیزیولوژیکی و تغییرات فصلی می‌توانند بر الگوی مقادیر هماتولوژیک تأثیر بگذارند (Bhat et al., 2009; Piccione et al., 2011). گلبول‌های سفید در ایمنی بدن نقشی اساسی ایفا می‌کنند (Abdelatif and Alameen, 2012). هنگام ورود عوامل بیماری‌زا به داخل بدن سلول‌های آسیب دیده هیستامین ترشح می‌کنند که موجب افزایش قطر رگ‌ها و افزایش حجم خون عبوری در محل آسیب دیده می‌شود. در نتیجه گلبول‌های سفید با عمل دیپدز از دیواره رگ‌ها عبور می‌کند و عامل بیماری‌زا را از بین می‌برند. استفاده از چربی‌ها به‌خصوص چربی‌های غیر اشباع موجب بهبود سیستم ایمنی دام در برابر عوامل تنش‌زا می‌شود (Ballou, 2013) Garcia et al. (2015) گزارش کردند که مصرف اسیدهای چرب ضروری سبب افزایش اسید لینولئیک و اسید لینولئیک در کبد گوساله‌ها شده و عملکرد سیستم ایمنی بدن را بهبود می‌بخشد، در حالی استفاده از اسیدهای چرب اشباع اثر کمتری در ایمنی گوساله‌ها داشت ولی نسبت به گروه شاهد بهتر بود.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر غلظت بتا هیدروکسی بوتیرات، اسیدهای چرب غیر استریفیه، مالون دی‌آلدئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میش‌های آبستن بیشتر از میش‌های غیر آبستن بود. (Moallem et al. 2012) گزارش کردند که غلظت

اسیدهای چرب غیر استریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات میش‌های اواخر آبستنی با افزایش تعداد جنین تمایل به زیاد شدن داشت و حساسیت به مسمومیت آبستنی افزایش یافت. همچنین بیان کرد که غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات بالاتر از ۰/۸ میلی‌مول بر لیتر نشان‌دهنده کمبود انرژی است. نصیری و همکاران (۱۴۰۰) که گزارش دادند که غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و گلوکز گاوهای شیری تحت تأثیر مکمل چربی قرار نگرفت. ارتباط بین غلظت گلوکز و اسیدهای چرب غیر استریفه خون و وضعیت انرژی میش‌ها گزارش شده بود (Klopp *et al.*, 2022). غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه خون در دام‌های شیری اغلب وقتی افزایش می‌یابد که ماده خشک مصرفی نمی‌تواند انرژی موردنیاز آن‌ها را تأمین کند که نیاز به بسیج اسیدهای چرب غیر استریفه با لیپولیز ذخایر چربی برای تأمین تقاضای انرژی دارد (Bauman and Currie, 1980). در پژوهش حاضر، بالاترین غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه در گروه شاهد مشاهده شد که احتمالاً به علت تغییرات وضعیت بین هورمون‌هایی (Beede and Colliert, 1986) مانند کاتکول آمین و گلوکوکورتیکوئیدها که به‌طور معمول لیپولیز چربی و تحرک اسیدهای چرب غیر استریفه را برعهده دارند (Obrien *et al.*, 2010) باشد.

از آنجایی که تفاوت در غلظت سرمی اسیدهای چرب غیر استریفه مشاهده شد، مکمل روغن گلرنگ و پالم به‌طور متفاوتی بر لیپولیز تأثیر گذاشتند. غلظت مالون‌دی‌آلدئید سرم از معیارهای تنش اکسیداتیو می‌باشد و تحت تنش گرمایی (Marai *et al.*, 2007)، آبستنی (میرزائی چشمه گچی و همکاران، ۱۳۹۹) افزایش می‌یابد. کاهش غلظت مالون‌دی‌آلدئید و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل پلاسما با مصرف دانه و روغن گلرنگ که حاوی سطوح بالایی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است مرتبط می‌باشد. احتمالاً خاصیت آنتی‌اکسیدانی دانه و روغن گلرنگ سبب کاهش میزان مالون‌دی‌آلدئید و توقف واکنش‌های اکسیداسیون چربی در گروه‌های حاوی دانه و روغن گلرنگ شد. اسیدهای چرب غیر استریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات بیشتر نشان‌دهنده وضعیت انرژی حیوان هستند (Hamzaoui *et al.*, 2021). گزارش شده که کاهش در مصرف خوراک و وزن بدن تحت تنش گرمایی با بسیج چربی بدن همراه نبوده، زیرا غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه بین بزهای تحت تنش گرمایی و بزهای شاهد متفاوت نبود (Salama *et al.*, 2014). همسو با نتایج این پژوهش استفاده از منابع مختلف چربی و دانه‌های روغنی با منشأ امگا ۳ و سه در دوره پیرامون زایش، اثری بر متابولیت‌های بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما نداشت. همچنین اسیدهای چرب بلند زنجیر حاصل از منابع چربی می‌توانند با تغییر برخی از مسیرهای متابولیکی بتا اکسیداسیون کبدی را افزایش دهند. از سوی دیگر ترکیبات لیگاندی دانه‌های روغنی می‌توانند متابولیسم چربی در کبد را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه میزان تجمع چربی را در کبد کاهش دهند (Douglas *et al.*, 2004; Do Prado *et al.*, 2016). تغییرات فیزیولوژیک و احتیاجات غذایی گسترده و همچنین افزایش بار متابولیکی طی دوره آبستنی سبب تغییر شاخص‌های اکسیداتیو و تنش اکسیداتیو می‌شوند؛ بنابراین لزوم توجه به تغذیه مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی مانند ویتامین‌های A، E، C و مواد معدنی کم‌مصرف جهت بهبود سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی ضروری است (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۸).

نتیجه‌گیری

اختلاف معنی‌داری بین میش‌های آبستن و غیر آبستن در علائم حیاتی، غلظت کورتیزول و انسولین در تنش گرمایی مشاهده نشد. همچنین اضافه نمودن دانه و روغن گلرنگ به‌عنوان منبع اسیدچرب غیر اشباع سبب کاهش غلظت کورتیزول، مالون‌دی‌آلدئید، اسیدهای چرب غیر استریفه و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل شد.

تعارض منافع

" بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد."

سیاسگزاری

بدین‌وسیله نویسندگان از دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به خاطر فراهم نمودن امکانات لازم برای انجام تحقیق حاضر تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

- آهنگرانی، محمد علی؛ دهقانی، محمد رضا و ناصریان، عباسعلی . (۱۴۰۰). اثر افزودن منابع چربی در شیر بر عملکرد، رشد، سلامتی، فراسنجه‌های شکمبه ای و خونی گوساله‌های ماده هلشتاین در ماه اول بعد از تولد. *تولیدات دامی*، ۲۳(۲)، ۱۷۹-۱۸۹.
- اخلاقی، بهزاد؛ قربانی، غلام‌رضا؛ علیخانی، مسعود؛ کارگر، شهریار و صادقی سفید مزگی، علی. (۱۳۹۶). اثر سطح تولید و منبع مکمل چربی بر عملکرد تولید، گوارش‌پذیری مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین تک شکم‌زا تحت تنش گرمایی. *نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱۵(۱)، ۲۲-۱.
- ارفعی آخوله، اکبر؛ شیرازی، محمدرضا؛ رشنوادی، مهدی؛ رسولی، آریا؛ نوری، محمد و راضی جلالی، محمد . (۱۳۹۳). بررسی تغییرات برخی هورمون‌ها و پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون گاو میش در دو فصل سرد و گرم در شهرستان اهواز. *نشریه دامپزشکی/ایران*، ۱۱(۱)، ۲۳-۱۵.
- البرزی، علیرضا؛ حسینی، ماندانا؛ بهرامی، سمیه؛ قربانپور، مسعود و تابنده، محمد رضا. (۱۴۰۱). هیپرگلوبولینمی و افزایش ناپایداری اسمزی غشای گویچه‌های قرمز میزبانان واسط‌آلوده به انگل زئونوتیک لینگواتولا سراتا. *زیست‌شناسی کاربردی*، ۳۵(۱)، ۴۵-۶۰.
- بدخشان، یدالله و آبشناس، جلیل. (۱۳۹۴). تغییرات دمای بدن، تعداد تنفس، ضربان قلب و برخی فراسنجه‌های بیوشیمی سرم گوسفندان جیرفت در طول استرس گرمایی تابستانی. *مجله تحقیقات دامپزشکی*، ۷۰(۳)، ۳۳۳-۳۳۹.
- ساجدی سلطان آباد، ژیلای؛ امیدی، آرش و منتظر تربتی، محمد باقر. (۱۳۹۴). اثر سن، جنس و آبستنی بر تغییرات چربی و لیپوپروتئین‌های سرم خون شترهای دوکوهانه منطقه اردبیل. *پژوهش‌های علوم دامی (دانش کشاورزی)*، ۲۵(۴)، ۱۰۷-۱۱۶.
- عموزاده آرائی، کامل؛ اسدی، محمد؛ مهرانی، کتایون و خادم، قاسم. (۱۴۰۲). اثرات تنش گرمایی در گاوهای شیری. *علمی-ترویجی (حرفه‌ای) دامستیک*، ۲۳(۱)، ۳۰-۴۱.
- قاسمی، ابراهیم؛ صفری فروشانی، محمد حسین؛ علیخانی، مسعود و شیرانی شمس آبادی، جواد . (۱۳۹۸). فراسنجه‌های متابولیک، وضعیت ضداکسیداتیو، تغییرات وزن بدن و عملکرد گاوهای طی دوره انتقال. *علوم دامی/ایران*، ۵۰(۳)، ۱۷۱-۱۸۴.
- قهرمانی، مهدی؛ تقی زاده، اکبر؛ حسین خانی، علی؛ میرزایی الموتی، حمیدرضا؛ مقدم، غلامعلی و پایا، حمید. (۱۳۹۸). تاثیر تغذیه منابع مختلف چربی در اواخر آبستنی و اوایل دوره شیردهی بر قابلیت هضم ظاهری، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و الگوی تغییرات اسیدهای چرب شیر میش‌های افشاری. *پژوهش‌های علوم دامی/ایران*، ۱۱(۴)، ۴۳۷-۴۴۹.
- کریمی، اباذر؛ علی جو، یونس؛ کاظمی بن چناری، مهدی؛ میرزایی، مهدی و صدری، حسن. (۱۴۰۰). بررسی اثر متقابل روغن سویا و علوفه یونجه در جیره استارتر گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بر عملکرد، فراسنجه‌های رشد، تخمیر شکمبه‌ای و متابولیت‌های خونی. *پژوهش‌های علوم دامی/ایران*، ۱۳(۲)، ۳۲۱-۳۳۴.
- گنج خانلو، مهدی؛ هاشمی، صادق؛ دهقان بنادکی، مهدی؛ زالی، ابوالفضل و کهرام، حمید. (۱۳۹۳). اثر تغذیه اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع قبل از زایش بر عملکرد تولیدی و فراسنجه‌های خونی گاوهای شیرده هلشتاین چند بار زایش کرده. *تحقیقات دام و طیور*، ۳(۲)، ۶۹-۵۷.
- مرادی، هادی؛ گنج خانلو، مهدی؛ زالی، ابوالفضل و دهقان بنادکی، مهدی. (۱۳۹۷). تأثیر منابع مختلف چربی بر عملکرد و شاخص‌های فعالیت کبدی گاوهای شیری هلشتاین در دوره انتقال. *علوم دامی/ایران*، ۴۹(۲)، ۱۹۳-۲۰۱.
- مهرانی، کتایون؛ عموزاده آرائی، کامل و اسدی، محمد. (۱۴۰۲). اثرات تنش گرمایی بر عملکرد و وضعیت فیزیولوژیک در نشخوارکنندگان کوچک. *علمی-ترویجی (حرفه‌ای) دامستیک*، ۲۵(۱)، ۵-۱۶.
- میرزائی چشمه گچی، سمیه؛ معینی، محمد مهدی و خمیس آبادی، حسن. (۱۳۹۹). اثر سطوح مختلف پودر دانه رازیانه و سیاه‌دانه بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه و جمعیت پروتوزا گوسفندان سنجابی به روش برون تنی و درون تنی. *تحقیقات تولیدات دامی*،

۱۲(۳)، ۴۹-۶۳.

ناصریان، عباسعلی؛ علمی، حسن؛ طهماسبی، عبدالمنصور و فرزانه، نیما. (۱۳۹۶). تاثیر دانه‌های کتان و کلزا بر قابلیت هضم و برخی فراسنجه‌های خونی میش‌های کردی در اواخر دوره آبستنی. علوم دامی، ۳۰(۱۱۵)، ۱۶۷-۱۷۸.

نصیری، جواد؛ علی عربی، حسن و زمانی، پویا. (۱۴۰۰). اثر انواع نمک‌های کلسمی اسیدهای چرب بر عملکرد و الگوی اسیدهای چرب شیر گاوهای هلشتاین. پژوهش‌های علوم دامی ایران، ۱۳(۲)، ۱۷۵-۱۹۲.

REFERENCES

- Abdelatif, A. M., & Alameen, A. O. (2012). Influence of season and pregnancy on thermoregulation and hematological profile in crossbred dairy cows in a tropical environment. *Global Veterinaria*, 9, 334-340. <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2012.9.3.65130>
- Alfano, F. R. D. A., Palella, B. I., & Riccio, G. (2011). Thermal environment assessment reliability using temperature—humidity indices. *Industrial Health*, 49(1), 95-106. <https://doi.org/10.2486/indhealth.MS1097>
- Anna, C., Man-Li, Y., Jeng-Hsiu, H., Pesus, C., Shin-Kuo, S., & Heung-Tat, N. (1995). Alterations of serum lipid levels and their biological relevances during and after pregnancy. *Life Sciences*, 56(26), 2367-2375. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(95\)00230-4](https://doi.org/10.1016/0024-3205(95)00230-4)
- Badie, A., Aliverdilou, A., Amanlou, H., Beheshti, M., Dirandeh, E., Masoumi, R., & Petit, H. V. (2014). Postpartum responses of dairy cows supplemented with n-3 fatty acids for different durations during the periparturition period. *Journal of Dairy Science*, 97(10), 6391-6399. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7743>
- Baee, H., Ghoorchi, T., Toghdory, A., & Mokhtarpour, A. (2023). Growth performance, ruminal fermentation characteristics and microbial protein synthesis of lambs fed palmitic and stearic acid. *Animal Feed Science and Technology*, 302, 115674. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115674>
- Ballou, M. A. (2013). Enhancing calf immunity through nutrition. In *Florida Ruminant Nutrition Symposium* (pp. 50-63).
- Ballou, M. A., Cruz, G. D., Pittroff, W., Keisler, D. H., & DePeters, E. J. (2008). Modifying the acute phase response of Jersey calves by supplementing milk replacer with omega-3 fatty acids from fish oil. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3478-3487. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1016>
- Bauman, D. E., & Currie, W. B. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, 63(9), 1514-1529. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83111-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0)
- Baumgard, L. H., & Rhoads Jr, R. P. (2013). Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1(1), 311-337. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103644>
- Beede, D. K., & Collier, R. J. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science*, 62(2), 543-554. <https://doi.org/10.2527/jas1986.622543x>
- Bhatt, R. S., Soren, N. M., Tripathi, M. K., & Karim, S. A. (2011). Effects of different levels of coconut oil supplementation on performance, digestibility, rumen fermentation and carcass traits of Malpura lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 164(1-2), 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.021>
- Bianchi, A. E., Macedo, V. P., França, R. T., Lopes, S. T., Lopes, L. S., Stefani, L. M., ... & Da Silva, A. S. (2014). Effect of adding palm oil to the diet of dairy sheep on milk production and composition, function of liver and kidney, and the concentration of cholesterol, triglycerides and progesterone in blood serum. *Small Ruminant Research*, 117(1), 78-83. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.025>
- Cebra, C. K., Garry, F. B., Getzy, D. M., & Fettman, M. J. (1997). Hepatic lipidosis in anorectic, lactating Holstein cattle: a retrospective study of serum biochemical abnormalities. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11(4), 231-237. <https://doi.org/10.1111/j.1939->

[1676.1997.tb00096.x](https://doi.org/10.1007/978-3-540-77587-4_46)

- Chen, H., Wang, C., Huasai, S., & Chen, A. (2022). Effect of prepartum dietary energy density on beef cow energy metabolites, and birth weight and antioxidative capabilities of neonatal calves. *Scientific Reports*, 12(1), 4828. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08809-6>
- Dangi, S. S., Gupta, M., Maurya, D., Yadav, V. P., Panda, R. P., Singh, G., & Sarkar, M. (2012). Expression profile of HSP genes during different seasons in goats (*Capra hircus*). *Tropical Animal Health and Production*, 44, 1905-1912. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0155-8>
- Dirandeh, E., Towhidi, A., Pirsaraei, Z. A., Ganjkhanelou, M., Zeinoaldini, S., Roodbari, A. R., & Najafi, M. (2012). Effects of different polyunsaturated fatty acid supplementation during the postpartum periods of early lactating dairy cows on insulin resistance and somatotrophic axis. *Reproduction, Fertility and Development*, 25(1), 256-256. <https://doi.org/10.1071/RDv25n1Ab216>
- Do Prado, R. M., Palin, M. F., Do Prado, I. N., Dos Santos, G. T., Benchaar, C., & Petit, H. V. (2016). Milk yield, milk composition, and hepatic lipid metabolism in transition dairy cows fed flaxseed or linola. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 8831-8846. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11003>
- Dos Santos, D. D. S., Klauck, V., Campigotto, G., Alba, D. F., Dos Reis, J. H., Gebert, R. R., & Da Silva, A. S. (2019). Benefits of the inclusion of açai oil in the diet of dairy sheep in heat stress on health and milk production and quality. *Journal of Thermal Biology*, 84, 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.07.007>
- Douglas, G. N., Overton, T. R., Bateman II, H. G., & Drackley, J. K. (2004). Periparturient metabolism and production of Holstein cows fed diets supplemented with fat during the dry period. *Journal of Dairy Science*, 87(12), 4210-4220. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73566-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73566-3)
- Façanha, D. A. E., Vasconcelos, A. M., Lima, F. R. G., Eloy, Â. M., Ayura, A. O. L., Guilhermino, M. M., & Landim, A. V. (2012). Thermoregulatory traits and performance of dairy goats in early lactation in tropical weather.
- Fecteau, M. E. (2020). Alterations in body temperature. In *Large animal internal medicine* (pp. 33-42). Mosby.
- Garcia, M., Shin, J. H., Schlaefli, A., Greco, L. F., Maunsell, F. P., Santos, J. E. P., ... & Thatcher, W. W. (2015). Increasing intake of essential fatty acids from milk replacer benefits performance, immune responses, and health of preweaned Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 458-477. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8384>
- Habeeb, A. A., Gad, A. E., & Atta, M. A. (2018). Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *International Journal of Biotechnology and Recent Advances*, 1(1), 35-50. <https://doi.org/10.18689/ijbr-1000107>
- Hamzaoui, S., Caja, G., Such, X., Albanell, E., & Salama, A. A. (2021). Effect of soybean oil supplementation on milk production, digestibility, and metabolism in dairy goats under thermoneutral and heat stress conditions. *Animals*, 11(2), 350. <https://doi.org/10.3390/ani11020350>
- Helal, A., Hashem, A. L. S., Abdel-Fattah, M. S., & El-Shaer, H. M. (2010). Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, 7, 60-69. <https://doi.org/10.4236/ajps.2021.126064>
- Jarvis, G., & Moore, E. R. B. (2010). 46. Lipid metabolism and the rumen microbial ecosystem. *Handbook of hydrocarbon and lipid microbiology*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2246-2257. https://doi.org/10.1007/978-3-540-77587-4_46
- Jenkins, T. C. (1994). Regulation of lipid metabolism in the rumen. *The Journal of Nutrition*, 124, 1372S-1376S. https://doi.org/10.1093/jn/124.suppl_8.1372S
- Ji, X., Liu, N., Wang, Y., Ding, K., Huang, S., & Zhang, C. (2023). Pregnancy Toxemia in ewes: a review of Molecular Metabolic mechanisms and Management Strategies. *Metabolites*, 13(2), 149. <https://doi.org/10.3390/metabo13020149>

- Kargar, S., Ghorbani, G. R., Fievez, V., & Schingoethe, D. J. (2015). Performance, bioenergetic status, and indicators of oxidative stress of environmentally heat-loaded Holstein cows in response to diets inducing milk fat depression. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4772-4784. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9100>
- Klopp, R. N., Franco, J. F. H., Hogenesch, H., Dennis, T. S., Cowles, K. E., & Boerman, J. P. (2022). Effect of medium-chain fatty acids on growth, health, and immune response of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 105(9), 7738-7749.
- Lascano, G. J., Koch, L. E., & Heinrichs, A. J. (2016). Precision-feeding dairy heifers a high rumen-degradable protein diet with different proportions of dietary fiber and forage-to-concentrate ratios. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 7175-7190. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11190>
- Litherland, N. B., Thire, S., Beaulieu, A. D., Reynolds, C. K., Benson, J. A., & Drackley, J. K. (2005). Dry matter intake is decreased more by abomasal infusion of unsaturated free fatty acids than by unsaturated triglycerides. *Journal of Dairy Science*, 88(2), 632-643. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72727-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72727-2)
- Marai, I. F. M., El-Darawany, A. A., Fadiel, A., & Abdel-Hafez, M. A. M. (2007). Physiological traits as affected by heat stress in sheep—a review. *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>
- Marcu, A., Stef, L., Julean, C., Pet, I., Gherasim, V., Pacala, N., ... & Stef, D. S. (2022). Effect of the Supplementation with Protected Fats in the Diet of Dairy Cows on The Quantity and Quality of Milk. *Scientific Papers Animal Scieece and Biotechnologies*, 55(2), 186-186. <https://doi.org/10.3458/spa.2022-7160>
- McManus, C. M., Lucci, C. M., Maranhão, A. Q., Pimentel, D., Pimentel, F., & Paiva, S. R. (2022). Response to heat stress for small ruminants: Physiological and genetic aspects. *Livestock Science*, 263, 105028.
- Moallem, U., Rozov, A., Gootwine, E., & Honig, H. (2012). Plasma concentrations of key metabolites and insulin in late-pregnant ewes carrying 1 to 5 fetuses. *Journal of Animal Science*, 90(1), 318-324. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-3905>
- National Research Council. (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. National Academy Press.
- Obrien, M. D., Rhoads, R. P., Sanders, S. R., Duff, G. C., & Baumgard, L. H. (2010). Metabolic adaptations to heat stress in growing cattle. *Domestic Animal Endocrinology*, 38(2), 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2009.08.005>
- Ocak, S., Davran, M. K., & Güney, O. (2010). Small ruminant production in turkey: highlighting in goat production. *Tropical Animal Health and Production*, 42, 155-159. <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9402-z>
- Okoruwa, M. I. (2014). Effect of heat stress on thermoregulatory, live bodyweight and physiological responses of dwarf goats in southern Nigeria. *European Scientific Journal*, 10(27).
- Parvar, R., Ghoorchi, T., & Shargh, M. S. (2017). Influence of dietary oils on performance, blood metabolites, purine derivatives, cellulase activity and muscle fatty acid composition in fattening lambs. *Small Ruminant Research*, 150, 22-29. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.03.004>
- Patra, A. K., & Kar, I. (2021). Heat stress on microbiota composition, barrier integrity, and nutrient transport in gut, production performance, and its amelioration in farm animals. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(2), 211. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e48>
- Petit, H. V., Palin, M. F., & Doepel, L. (2007). Hepatic lipid metabolism in transition dairy cows fed flaxseed. *Journal of Dairy Science*, 90(10), 4780-4792. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0066>
- Phulia, S. K., Upadhyay, R. C., Jindal, S. K., & Misra, R. P. (2010). Alteration in surface body temperature and physiological responses in Sirohi goats during day time in summer season. *Indian Journal of Animal Sciences*, 80(4), 340. <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJAnS/article/view/100>
- Piccione, G., Caola, G., Giannetto, C., Grasso, F., Runzo, S. C., Zumbo, A., & Pennisi, P. (2009). Selected biochemical serum parameters in ewes during pregnancy, post-parturition, lactation

- and dry period. *Animal Science Papers and Reports*, 27(4), 321-330. <https://doi.org/10.5348/apr.2009-1246>
- Relling, A. E., & Reynolds, C. K. (2007). Feeding rumen-inert fats differing in their degree of saturation decreases intake and increases plasma concentrations of gut peptides in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(3), 1506-1515. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71636-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71636-3)
- Salama, A. A. K., Caja, G., Hamzaoui, S., Badaoui, B., Castro-Costa, A., Façanha, D. A. E., & Bozzi, R. (2014). Different levels of response to heat stress in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 121(1), 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.021>
- Salem, H. B., Krzeminski, R., Ferlay, A., & Doreau, M. (1993). Effect of lipid supply on *in vivo* digestion in cows: Comparison of hay and corn silage diets. *Canadian Journal of Animal Science*, 73(3), 547-557. <https://doi.org/10.4141/cjas93-059>
- Šamanc, H., Gvozdić, D., Fratrić, N., Kirovski, D., Djoković, R., Sladojević, Ž., & Cincović, M. (2015). Body condition score loss, hepatic lipidosis and selected blood metabolites in Holstein cows during transition period. *Animal Science Papers and Reports*, 33(1), 35-47. <https://doi.org/10.3234/apr.2015-0357>
- Sampath, H., & Ntambi, J. M. (2005). The fate and intermediary metabolism of stearic acid. *Lipids*, 40(12), 1187-1191. <https://doi.org/10.1007/s11745-005-1484-z>
- Santos, R. D., Macedo Junior, G. D. L., Silva, S. D., Sousa, L. F., & Andrade, M. E. B. (2017). The propylene glycol supplementation improves energy metabolism in pregnant sheep. *Animal Sciences*, 39(3), 297-302. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i3.35101>
- Sejian, V., & Srivastava, R. S. (2010). Effects of melatonin on adrenal cortical functions of Indian goats under thermal stress. *Veterinary Medicine International*, 2010(1), 348919. <https://doi.org/10.4061/2010/348919>
- Sejian, V., Silpa, M. V., Reshma Nair, M. R., Devaraj, C., Krishnan, G., Bagath, M., & Bhatta, R. (2021). Heat stress and goat welfare: Adaptation and production considerations. *Animals*, 11(4), 1021. <https://doi.org/10.3390/ani11041021>
- Simanihuruk, K., Tarigan, A., & Pond, K. R. (2019). Nutritional support for small ruminant development based on oil palm by-products. *WARTAZOA. Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 28(4), 189-198. <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v28i4.1919>
- SAS Institute. (2004). User's Guide. Version 9.1: Statistics. SAS Institute, Cary, NC. Thom EC. The discomfort index. *Weatherwise*, 1959; 12: 57-59.
- Yadav, R. K., Singh, M., Roy, S., Ansari, M. N., Saeedan, A. S., & Kaithwas, G. (2018). Modulation of oxidative stress response by flaxseed oil: Role of lipid peroxidation and underlying mechanisms. *Prostaglandins & other lipid mediators*, 135, 21-26. <https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2018.02.003>