Journal of Animal Biology, Summer 2025; 17(4):55-66
ISSN: 1735-9724

Research Article

The Effects of Using Omega-3, Omega-6 Fatty Acids and Their Mixture on Performance, Skeletal and Health Indicators in Nursing Holstein Calves

Esmaeil Sangin[1], Ali Nikkhah[2], Mohammad Chamani[3*], Ali Asghar Sadeghi[3] and Mehdi Amin Afshar[3]

1- Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran
3- Department of of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
*Corresponding author: m.chamani@srbiau.ac.ir

Received: 27 November 2023 Accepted: 2 January 2024

DOI:

Abstract

This study aimed to investigate the effects of using omega-3, omega-6 fatty acids and their mixtures on performance, skeletal indices and health in Holstein calves. 56 suckling calves (male and female) with an average body weight of 38±1.5 kg were selected and divided into four experimental groups in a completely randomized design: 1) control (oil-free); 2) soybean oil + milk; 3) fish oil + milk; and 4) combination of soybean oil and fish oil + milk. The experiment began at 3 days of age, weaning was at 75 days of age, and the end of the period was at 80 days of age. Feed intake (starter + milk) and body weight gain were recorded daily for each calf separately. Growth factors were measured using a standard meter on days 3, 75, and 85 of rearing, and stool scores and vitality scores were assessed and recorded based on appearance (1 to 5). The results showed that feed intake and milk solids intake did not change significantly among the experimental groups with the addition of omega-3 and omega-6 fatty acids ($p > 0.05$). No significant difference was observed in the average daily weight gain and body weight of calves compared to the control treatment, but daily weight gain was greater for soybean oil than for fish oil. Feed Intake efficiency for the experimental groups was not affected by the experimental treatments ($p > 0.05$). Skeletal indices measured in this experiment were not significantly affected by the experimental treatments ($p > 0.05$). Health indicators, including stool score and vitality score, were not affected by experimental treatments ($p > 0.05$). The results of this study showed that the use of polyunsaturated fatty acids from soybean oil and fish oil not only had no adverse effects on calf performance, but also led to improvements in some growth factors and body weight.

Keyword: Health, Omega-6/Omega-3 Fatty Acids, Performance, Skeletal growth, Weanling calves.

زیست‌شناسی جانوری، سال هفدهم، شماره چهارم، تابستان ۱٤۰٤، صفحات ٦٦-٥٥

ISSN:۱۷۳۵-۹۷۲٤

مقاله پژوهشی

اثرات استفاده از اسیدهای چرب امگا- ۳، امگا-٦ و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، شاخص‌های اسکلتی و سلامت در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

اسماعیل سنگین[۱]، علی نیکخواه[۲]، محمد چمنی[۱*]، علی اصغر صادقی[۱]، مهدی امین افشار[۳]

۱- گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه علوم دامی دانشگدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- گروه کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات: m.chamani@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰۹/۰٦ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۱۱/۰۸

DOI:

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات استفاده از اسیدهای چرب امگا- ۳، امگا-٦ و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، شاخص‌های اسکلتی و سلامت در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود. تعداد ٥٦ رأس گوساله شیرخوار (نر و ماده) با میانگین وزن بدن ۱/٥±۳۸ کیلوگرم انتخاب و به‌صورت طرح کاملاً تصادفی به چهار گروه آزمایشی شامل ۱) شاهد (فاقد روغن)؛ ۲) روغن سویا + شیر؛ ۳) روغن ماهی + شیر؛ و ٤) ترکیب روغن سویا و روغن ماهی + شیر تقسیم شدند. شروع آزمایش ۳ روزگی، از شیرگیری ۷٥ روزگی و پایان دوره ۸۰ روزگی بود. مصرف خوراک (استارتر + شیر) و افزایش وزن بدن به‌صورت روزانه برای هر گوساله به‌صورت مجزا انجام گردید. سنجش فاکتورهای رشد به وسیله مترسنج استاندارد در روزهای ۳، ۷٥ و ۸٥ام پرورش انجام شد و اسکور مدفوع و اسکور شادابی براساس شکل ظاهری (۱ تا ٥) بررسی و ثبت گردید. نتایج نشان داد مصرف خوراک و مصرف ماده خشک شیر با افزودن اسیدچرب امگا-۳ و امگا-٦ در بین گروه‌های آزمایشی تغییر معنی‌داری نداشت ($p > ۰/۰٥$). تفاوت معنی‌دار از نظر میانگین افزایش وزن روزانه و وزن بدن گوساله‌ها نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد، اما افزایش وزن روزانه برای روغن سویا بیش‌تر از روغن ماهی بود. بازده استفاده از خوراک برای گروه‌های آزمایشی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی نبود ($p > ۰/۰٥$). شاخص‌های اسکلتی اندازه‌گیری شده در این آزمایش به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند ($p > ۰/۰٥$). شاخص‌های سلامت اعم از اسکور مدفوع و اسکور شادابی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی نبودند ($p > ۰/۰٥$). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد استفاده از اسیدهای چرب اشباع نشده چندگانه روغن سویا و روغن ماهی نه تنها هیچ تأثیر سوئی بر عملکرد گوساله‌ها نداشت، بلکه منجر به بهبود برخی از فاکتورهای رشد و وزن بدن نیز شد.

کلمات کلیدی: امگا-٦، امگا-۳، رشد اسکلتی، سلامت، عملکرد، گوساله‌های شیرخوار.

مقدمه

رابطه تغذیه، رشد و ایمنی در مطالعات بسیار و در گونه‌های مختلف به اثبات رسیده است و امروزه سعی می‌شود از پتانسیل مواد خوراکی خاص که حاوی ترکیبات منحصر به فردی هستند، به‌منظور بهبود عملکرد و تحریک سیستم ایمنی استفاده شود. در بین مواد خوراکی متفاوت اثرات مفید اسیدهای چرب

ضروری (امگا-۳، امگا-٦)، ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌نیاز مورد توجه محققین قرار گرفته است و طی سالیان اخیر آزمایش‌های زیادی برای تعیین اثرات این مواد مغذی در حیوانات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی طراحی شده و به نتیجه رسیده‌اند (۱، ۲، ۳). در این بین، پاسخ‌های دام و طیور به منابع اسیدهای چرب ضروری به‌دلیل نیاز کمّی بیش‌تر نسبت به سایر گروه-های مواد غذایی ذکر شده (ویتامین‌ها و عناصر کم-نیاز) و همچنین مقدار محدود آن‌ها در مواد خوراکی رایج، چشمگیرتر بوده است. به رغم آزمایش‌های متعدد در این زمینه روی دام‌های دیگر به‌دلیل تنوع در جیره پایه و همچنین تفاوت بین منابع تأمین‌کننده اسیدهای چرب ضروری هنوز محققین نظر قطعی در مورد مقدار احتیاجات اسیدهای چرب ضروری و چگونگی مصرف این منابع در گوساله‌های شیرخوار ارائه نکرده‌اند. به همین دلیل سعی می‌شود در آزمایش‌های جدید لزوم وجود این مواد و مقدار مناسب و شکل مصرف آن‌ها در جیره گونه‌های مختلف دام و طیور مورد بررسی قرار گیرد (٤). حیوانات می‌توانند اسید اولئیک (C۱۸:۱) را بسازند اما قادر به ساختن اسید لینولئیک (C۱۸:۲) و اسید آلفا لینولنیک (C۱۸:۳) نیستند چرا که آنزیم غیراشباع‌ساز موردنیاز برای این‌کار را ندارند؛ بنابراین چنین اسیدهای چرب بایستی در جیره غذایی وجود داشته باشند (۵). نوزاد نشخوارکنندگان در اوائل زندگی به‌دلیل عدم توسعه شکمبه از سیستم ناودان مری استفاده می‌نمایند و مواد غذایی به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع بدون اینکه پروسه بیوهیدروژناسیون بر روی آنها صورت پذیرد بدون هیچ‌گونه تغییری می‌توانند مستقیماً وارد روده باریک شده و اثرات مثبت خود را ایفا نمایند. لذا تصور می‌گردد با وجود پروفایل اسیدهای چرب ضروری موجود در روغن‌های گیاهی و حیوانی، استفاده از روغن سویا و ماهی می‌تواند در بهبود بازده خوراک، افزایش وزن روزانه، انرژی متابولیسمی و همچنین رشد طبیعی غضلات و استخوان‌ها مؤثر باشد (٦). کارچر و همکاران (۷) گزارش نمودند شاخص‌های رشدی و عملکردی در گوساله‌های شیرخوار، با افزودن روغن ماهی در جایگزین‌کننده شیر تغییر می‌یابد، به‌طوری که افزودن روغن ماهی سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی و نرخ رشد بیش‌تر در گوساله‌ها شد. در مطالعه‌ی دیگری که توسط مک‌نیون و همکاران، (۸) انجام شد افزایش وزن بیش‌تری موقع استفاده از روغن سویا نسبت به دانه‌ی کتان و کانولا گزارش کردند. روغن سویا به‌دلیل دارا بودن پروفایل اسیدهای چرب متعادل، منبع خوبی برای انرژی در گوساله‌های جوان می‌باشد (۹). بررسی سوابق قبلی در راستای موضوع حاضر نشان داد که استفاده منابع مختلف روغن برای گوساله‌های شیرخوار مخصوصاً همراه شیر مصرفی روزانه محدود بوده و اثرات هم‌افزایی و مثبت مصرف روغن‌های خوراکی (با منابع مختلف گیاهی و حیوانی) در کنار شیر دریافتی گوساله‌ها هنوز در پرده ابهام می‌باشد. بنابراین با توجه به اطلاعات اندک در خصوص استفاده از روغن سویا و ماهی و یا استفاده توأم آنها در گوساله شیرخوار، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثرات استفاده از اسیدهای چرب امگا- ۳، امگا-٦ و مخلوط آن‌ها بر عملکرد، فاکتورهای رشد و سلامت در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اواسط فصل پاییز تا اواسط فصل زمستان سال ۱٤۰۰ در مزرعه پرورش گاو شیری شرکت ماهشام با ظرفیت ۲۰۰۰ رأس گاو مولد، واقع در بخش جنوبی شهرستان پاکدشت (استان تهران) به مدت ۸۵ روز انجام شد. روغن‌های مورد استفاده از

شرکت نگین پودر خزر خریداری شد. قبل از شروع آزمایش، جایگاه‌ها کاملاً تمیز و ضدعفونی شدند. تعداد ٥٦ رأس گوساله شیرخوار و به‌طور تصادفی گوساله‌های هر تیمار در جایگاه‌ها قرار گرفتند. چهار گروه آزمایشی شامل ۱) شاهد (بدون منبع روغن)؛ ۲) تغذیه ۳۰ گرم روغن سویا+ شیر مصرفی؛ ۳) تغذیه ۳۰ گرم روغن ماهی+ شیر مصرفی؛ و ٤) تغذیه ۱۵ گرم روغن ماهی + ۱۵ گرم روغن سویا به همراه شیر مصرفی بود. همه گوساله‌ها بلافاصله پس از تولد از مادرها جدا و پس از وزن‌کشی و تغذیه با آغوز (۵ لیتر در ۱۲ ساعت اول) به جایگاه‌های انفرادی منتقل داده شدند. تغذیه آغوز برای ۲ روز اول پس از تولد ادامه داشت. در این آزمایش از ٥٦ رأس گوساله هلشتاین شامل نر (۲۸ رأس) و ماده (۲۸ رأس) استفاده شد که بر اساس جنس و وزن بدن به ٤ گروه یکسان (۷ رأس گوساله نر و ۷ رأس گوساله ماده به ازاء هر جیره آزمایشی) تقسیم و به صورت تصادفی به جیره‌های آزمایشی اختصاص داده شدند. میانگین وزن گوساله‌های ماده و نر در زمان تولد به ترتیب حدود ۱/۵ ± ۳۸ کیلوگرم بود. گوساله‌ها از روز سوم پس از تولد وارد آزمایش شدند. برای ورود به طرح نخست با انجام آزمایش‌های لازم سطح ایمنی گوساله‌ها تعیین شد و دام‌هایی که واجد حداقل شرایط ایمنی نبودند، وارد طرح نشدند. همچنین در این طرح از گوساله گاوهای شکم زایش > ۳ و گوساله‌هایی که دوقلو نبودند و وزن تولد زیر ۳۷ کیلوگرم نداشتند، استفاده شد. گوساله‌هایی که از آغوز گاوهای دارای ورم‌پستان مصرف کرده بودند و یا با سخت‌زایی متولد شده بودند در طرح مورد استفاده قرار نگرفتند. گوساله‌ها در طول زمان شیرخوارگی روزانه با دو وعده شیر به‌میزان ۵ درصد وزن بدن در هر وعده تغذیه شدند. این عمل ساعات ۷ صبح و ٤ بعدازظهر انجام شد. شیر مصرفی توسط سطل‌های فلزی در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. با توجه به اینکه تغذیه روغن‌های خوراکی (سویا و ماهی) توسط گوساله‌ها همراه با شیر مصرفی روزانه آن‌ها بود جهت جلوگیری از دو فازی شدن روغن در شیر، بعد از اضافه کردن روغن به شیر در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد گرم و توسط یک هم‌زن برقی کاملاً همگن شدند. مصرف روغن توسط گوساله‌ها در دو نوبت صبح و عصر صورت گرفت و گوساله‌ها به روغن خوراکی بمدت ۷ روز عادت‌دهی شدند تا بوی بد ماهی مصرف شیر را کاهش ندهد. پروفایل اسیدهای چرب روغن ماهی (دارای اسیدهای چرب امگا-۳) و روغن سویا (دارای اسیدهای چرب امگا-٦) مورد استفاده در این تحقیق با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی شرکت Agilent آمریکا مدل ۸۸۹۰ مجهز به شناساگر Mass در آزمایشگاه تغذیه پردیس ابوریحان دانشگاه تهران تعیین گردید (جدول ۱). جیره‌ی آغازین با استفاده از جدول احتیاجات غذایی (انجمن ملی تحقیقات، ۲۰۰۱)، بخش مربوط به گوساله‌های شیری هلشتاین (۱۰) و با استفاده از نرم‌افزار CNCPS (Cornel Net Carbohydrate and Protein System) تنظیم گردید (جدول ۲). گوساله‌ها از هنگام ورود به طرح تا پایان طرح دسترسی آزاد به جیره آغازین و آب داشتند. در این آزمایش مصرف روزانه ماده خشک خوراک آغازین در دوره پیش از شیرگیری (۳ تا ۷۵ روزگی) پس از شیرگیری (۷۵ الی ۸۰ روزگی) و کُل دوره (۳ تا ۸۵ روزگی) ثبت شد. همچنین مقدار مصرف ماده خشک شیر در دوره پیش از شیرگیری با توجه به مقدار شیر مصرفی و ماده خشک آن محاسبه شد. مصرف کُل ماده خشک از مجموع مصرف ماده خشک شیر و خوراک آغازین محاسبه شد. در این آزمایش وزن‌کشی گوساله‌ها هر ۱۰ روز یک‌بار در روزهای سوم (شروع تغذیه جیره‌های آزمایشی)، ۱۳، ۲۳، ۳۳، ٤۳، ۵۳، ٦۳، ۷۳ و

۸۳ آزمایش به‌صورت انفرادی و قبل از خوراک نوبت صبح با استفاده از باسکول دیجیتال با دقت ۰/۱ کیلوگرم انجام شد. سپس افزایش وزن روزانه و بازده استفاده از خوراک (افزایش وزن تقسیم بر خوراک مصرفی) محاسبه شد. اندازه‌گیری شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌ها شامل ارتفاع جدوگاه، ارتفاع هیپ، عرض هیپ (اندازه عرض استخوان لگن،) طول بدن (فاصله بین آخرین مهره گردن تا اولین مهره دمی)، دور سینه و حجم بدن گوساله‌ها در هنگام ورود به آزمایش (روز ۳ پس از تولد،) روز شیرگیری (روز ۷۵) و پایان آزمایش (روز ۸۵) اندازه‌گیری و یادداشت شد (۱۱). نمرات مدفوع و وضعیت سلامتی در هنگام تغذیه صبح طبق مدل پیشنهادی لارسون و همکاران (۱۲) در یک مقیاس چهار درجه‌ای مدفوع ۱- مدفوع طبیعی تا ٤- مدفوع آبکی ثبت شد. نمره مدفوع گوساله مساوی و بالای ۳ به‌عنوان ابتلا به اسهال تشخیص داده شد. در صورت ادامه یافتن اسکور مدفوع شماره ٤ به مدت دو روز متوالی گوساله به بیمارستان انتقال یافته و پس از بهبودی در صورت امکان به طرح بازگردانده شدند. هم‌چنین گوساله‌های با اسکور شادابی ۳ برای ساعاتی به استال‌های جمعی انتقال یافته و مورد درمان قرار می‌گرفتند. میزان بروز اسهال به صورت زیر محاسبه شد (۱۲): درصد بروز اسهال= تعداد گوساله‌های اسهال × روز اسهال/ (تعداد کل گوساله × روزهای آزمایش) × ۱۰۰. اسکور شادابی طبق مدل پیشنهادی فصیحی و خوروش (۱۳) در یک مقیاس پنج درجه‌ای شامل درجه ۱- هوشیار و نرمال (پاسخ به محرک‌های صدا مخصوصاً موقع شیرخورانی)، درجه ۲- گوش‌های گوساله آویزان و هوشیار پایین، درجه ۳- سر و گوش پایین و چشم‌ها افتاده، درجه ٤- خوابیده و تمایلی به بلندشدن ندارد و درجه ۵- خوابیده به یک سمت و رو به مرگ ثبت گردید. پردازش تمام داده‌های مربوط به این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار تحلیل‌گر آماری SAS انجام شد. پردازش داده‌های مربوط به صفات عملکردی (روز از شیرگیری، ماده خشک مصرفی و افزایش وزن روزانه) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ١٤ تکرار در هر تیمار، از رویه مدل‌های آمیخته خطی و تکرار شده در زمان MIXED استفاده شد. مدل مورد استفاده برای این صفات به صورت زیر می‌باشد. برای تمام صفات ذکر شده در بالا وزن اولیه گوساله‌ها و جنس گوساله به عنوان کوواریت (متغیر کمکی) در نظر گرفته شد. $Yijk = \mu + Ti + Wj + \beta(Xi - X) + eijk$

Yijk: مشاهده مربوط به گوساله jامین در تیمار iامین در هفته kامین؛ μ: میانگین کل جامعه آماری مورد مطالعه؛ T_i: اثر ثابت تیمار iامین؛ W_j: اثر kامین هفته β(Xi- X): وزن اولیه به عنوان متغیر کمکی eijk: اثر خطای آزمایش.

جدول ۱- پروفایل اسیدهای چرب روغن‌های مورد استفاده در طرح بر اساس ماده خشک (DM، گرم/کیلوگرم)

Table 1. Fatty acid profile of oils used in the project based on dry matter (DM, g/kg)

Fatty acids	Fish oil*	Soybean oil**	Mixture of both
Palmitic acid	21.65	13.00	0
Stearic acid	4.95	4.03	0
Oleic acid	32.75	24.38	0
Linoleic acid	2.87	49.69	0
Linolenic acid	1.70	5.93	0
EPA	4.74	-	0
DHA	8.2		0
Saturated fatty acids	34	17.5	0
Unsaturated fatty acids	66	82.5	0

* نمایانگر اسیدهای چرب امگا-۳ شناسه ۵۳۵، ** نمایانگر اسیدهای چرب امگا-٦ شناسه ٥٣٦.

* Represents omega-3 fatty acids ID 535; ** Represents omega-6 fatty acids ID 536.

جدول ۲- مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره آغازین

Table 2. Feed ingredients and chemical composition of starter diet

Feedstuff (based on %DM)	Amount (%)	Chemical composition**	Based on DM
Dry hay	10	Net energy of weight gain (Mcal/kg)	1.36
Barley	13.5	Metabolizable energy (Mcal/kg)	2.94
Corn	36	Dry matter	87.15
Soybean meal	26	Crude protein	19.98
Corn gluten meal	5	Ethereal extract	3.81
Wheat bran	5	Neutral detergent fiber	18.49
Mineral and vitamin supplement*	2	Non-fibrous carbohydrates	48.83
Sodium bicarbonate	0.7	Calcium	0.68
Calcium carbonate	0.8	Phosphorus	0.46
Dicalcium phosphate	0.5	Lysine	0.41
Salt	0.5	Methionine	0.45

* هرکیلوگرم مکمل دارای ۲۵۰،۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A؛ ۵۰،۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3؛ ۱۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E؛ ۱۲۰ گرم کلسیم؛ ۲۰ گرم فسفر؛ ۲۰/۵ گرم منیزیم؛ ۱۸٦ گرم سدیم، ۳ گرم سولفور؛ ۲۲۵۰ میلی‌گرم منگنز؛ ۷۷۰۰ میلی‌گرم روی؛ ۱۲۵۰ میلی‌گرم آهن؛ ۱٤ میلی‌گرم کبالت؛ ۱۲۵۰ میلی‌گرم مس؛ ٥٦ میلی‌گرم ید و ۱۰ میلی‌گرم سلنیوم. ** محاسبه شده با NRC (۲۰۰۱).

*: Each kilogram of supplement contains 250,000 IU of vitamin A; 50,000 IU of vitamin D3; 1,500 IU of vitamin E; 120 g of calcium; 20 g of phosphorus; 20.5 g of magnesium; 186 g of sodium, 3 g of sulfur; 2,250 mg of manganese; 7,700 mg of zinc; 1,250 mg of iron; 14 mg of cobalt; 1,250 mg of copper; 56 mg of iodine and 10 mg of selenium.
**: Calculated with NRC (2001).

نتایج

نتایج داده‌های مربوط به مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه، وزن بدن و بازده خوراک در جدول ۳ ارائه شده است. مصرف خوراک در دوره قبل و بعد از شیرگیری و نیز مصرف ماده خشک شیر در آزمایش حاضر تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت ($p >$ ۰/۰٥). در آزمایش حاضر، انتظار بر این است که کاهش اثر منفی مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-٦ بر فرایندهای تخمیری شکمبه (مخصوصاً ماده خشک جیره آغازین) به‌دلیل مصرف آن‌ها با شیر باشد. بنابراین تفاوت معنی‌دار بین مصرف کل ماده خشک در گوساله‌های دریافت‌کننده شیر حاوی اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-٦ مشاهده نشد ($p >$ ۰/۰٥). میانگین افزایش وزن روزانه در سه دوره متوالی قبل و بعد از شیرگیری و کل دوره پرورش تحت تاثیر مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-٦ قرار نگرفت ($p >$ ۰/۰٥) (جدول ۳). وزن بدن گوساله‌ها در روز شیرگیری و پایان آزمایش تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($p >$ ۰/۰٥). تیمارهای آزمایشی بر بازده خوراک در سه دوره متوالی قبل از شیرگیری، بعد از شیرگیری و کل دوره پرورش اثری نداشتند ($p >$ ۰/۰٥) (جدول ۳). اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های رشد اسکلتی شامل دور سینه، طول بدن، ارتفاع جدوگاه و ارتفاع هیپ گوساله‌ها در روز شیرگیری و پایان آزمایش در جدول ٤ مشاهده می‌شود. اندازه‌گیری پارامترهای رشدی و اسکلتی در زمان ورود به طرح (۳روزگی)، ٦٥روزگی و ۸۰ روزگی صورت گرفته است. این فراسنجه‌ها شامل: ارتفاع جدوگاه، ارتفاع هیپ، پهنای هیپ، طول بدن، دور سینه و دور شکم (عمق بدن) می‌باشند. جهت مقایسه میانگین تیمارها از نظر صفات فیزیکی و به منظور بالا بردن دقت و صحت آنالیز، صفات فیزیکی فوق در ۳ روزگی (ورود به طرح) به عنوان یک عامل کوواریت (متغیر کمکی) در نظر گرفته شد. همه شاخص‌های اندازه‌گیری شده به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی نیستند ($p >$ ۰/۰٥). جدول ٤ نشان می‌دهد بیشتر شاخص‌های رشد اسکلتی

گوساله‌های دریافت‌کننده مکمل اسیدهای چرب امگا-٦ در مقایسه با سایر گروه‌ها بیشتر است. طبق جدول٥ ، نمره مدفوع در همه دوره‌های آزمایشی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($p > ۰/۰۵$). در دوره‌های قبل و بعد از شیرگیری، از نظر اسکور شادابی بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود که نشان می‌دهد گوساله‌ها با شرایط یکسان و به دور از بیماری مورد آزمایش قرار گرفتند.

جدول ۳- اثر مصرف اسیدهای چرب امگا-۳، امگا- ٦ و ترکیب هر دو بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار

Table 3. Effect of omega-3, omega-6 fatty acids and a combination of both on growth performance of suckling calves

Measured traits	Experimental groups*				SEM	*p-Value*
	1	2	3	4		
Starter feed intake (g/day)						
Before weaning	650	647	615	623	47.24	0.842
After weaning	2028	1986	1965	1973	79/11	0.447
The whole period	1017	1005	986	990	88.27	0.923
DM milk intake (g/day)	642	640	635	638	16.74	0.970
Total DM intake (g/day)	1324	1314	1266	1285	90.55	0.741
Daily weight gain (g/day)						
Before weaning	577	581	569	573	18.92	695
After weaning	987	1020	897	995	84.36	0.138
The whole period	673	682	655	673	27.33	0.642
Body weight (kg)						
Weight at the beginning of period	42.8	42.6	42.7	42.1	0.68	0.753
Weaning weight	64.5	67.2	60.9	65.1	2.39	0.329
End of period weight	86.3	88.2	79.7	83.5	3.11	0.081
Feed efficiency (percentage)						
Before weaning	0.49	0.52	0.50	0.51	0.01	0.092
After weaning	0.41	0.42	0.40	0.41	0.03	0.418
The whole period	0.46	0.48	0.46	0.47	0.01	0.367

* گروه‌های آزمایشی شامل: ۱- شاهد (عدم مصرف روغن)؛ ۲- دریافت ۳۰ گرم روغن سویا همراه با شیر مصرفی روزانه؛ ۳- دریافت ۳۰ گرم روغن ماهی همراه با شیر مصرفی روزانه؛ و ٤- دریافت ۱۵ گرم روغن سویا و ۱۵ گرم روغن ماهی همراه با شیر مصرفی روزانه. a، b و c: میانگین‌های با حروف متفاوت در یک ردیف دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($p < ۰/۰۵$).

* Experimental groups included: 1- Control (no oil consumption); 2- Receiving 30 grams of soybean oil along with daily milk consumption; 3- Receiving 30 grams of fish oil along with daily milk consumption; and 4- Receiving 15 grams of soybean oil and 15 grams of fish oil along with daily milk consumption. a, b and c: Means with different letters in the same row are significantly different ($p < 0.05$)

جدول ٤- اثر مصرف اسیدهای چرب امگا-۳، امگا- ٦ و ترکیب هر دو بر فراسنجه‌های اسکلتی گوساله‌های شیرخوار

Table 4. Effect of omega-3, omega-6 fatty acids and a combination of both on skeletal parameters of suckling calves

Measured traits	Experimental groups*				SEM	*p-Value*
	1	2	3	4		
Abdominal circumference (cm)						
Weaning	121	121	115	118	2.62	0.070
End of the period	126	124	121	123	3.62	0.251
Chest circumference (cm)						
Weaning	104	103	102	103	2.55	0.418
End of the period	106	105	104	106	2.36	0.501
Hip height (cm)						
Weaning	93.3	92.7	90.9	91.6	1.58	0.624
End of the period	95.7	95.2	93.6	94.4	2.26	0.824
withers height (cm)						

Weaning	87.7	87.3	85.4	86.7	1.63	0.238
End of the period	89.5	88.3	86.6	88.1	2.55	0.092
Body length (cm)						
Weaning	51.6	50.5	49.2	49.9	1.02	0.457
End of the period	56.3	55.8	54.4	54.9	1.19	0.329
Hip width (cm)						
Weaning	18.7	18.5	17.3	17.8	1.09	0.125
End of the period	19.5	19.2	18.4	18.6	1.32	0.245

جدول ٥- اثر مصرف اسیدهای چرب امگا-۳، امگا- ٦ و ترکیب هر دو بر اسکور مدفوع و شادابی گوساله‌های شیرخوار

Table 5. Effect of omega-3, omega-6 fatty acids and a combination of both on stool score and liveliness of suckling calves

Measured traits	Experimental groups*				SEM	*p-Value*
	1	2	3	4		
Stool score						
Before weaning	2.45	1.98	1.62	1.55	0.07	0.625
After weaning	1.16	0.92	0.71	0.68	0.03	0.117
Freshness score						
Before weaning	1.47	1.40	1.19	1.26	0.12	0.449
After weaning	1.24	1.18	1.15	1.15	0.05	0.302

بحث

نتایج آزمایش حاضر با نتایج دیگر محققین از جمله فصیحی و خوروش، (۱۳)؛ رجبی و همکاران، (۱٤)؛ کاظمی_بونچناری و همکاران، (۱٥)؛ یوسف‌نژاد و همکاران، (۱٦) در یک راستا بود. در تضاد نتایج مطالعه‌ی حاضر مک‌دانل و همکاران، (۱۷) و کوگلی و همکاران، (۱۸) گزارش کردند که صرف‌نظر از نوع منبع اسید چرب، مصرف ماده خشک روزانه گوساله‌ها تحت تأثیر مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-٦ بود. نتایج هیل و همکاران، (۱۹) نشان داد افزودن اسید چرب با منبع امگا-۳ (روغن کتان) و امگا-٦ (روغن کانولا) به جایگزین شیر باعث افزایش مصرف خوراک شد. همچنین این محققین در آزمایش دیگر بیان کردند با افزایش روغن نمک کلسیمی روغن کتان در خوراک در دوره‌ی قبل از شیرگیری، گوساله‌ها تمایل بیشتری به مصرف خوراک و در دوره‌ی بعد از شیرگیری تفاوتی مشاهده نشد (٥). محتشمی و همکاران (۲۰) مشاهده کردند در گوساله‌های تغذیه شده با گروه حاوی اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن ماهی) در مقایسه با اسیدهای چرب امگا-٦ (روغن سویا) مصرف ماده خشک خوراک آغازین و کل مصرف ماده خشک (آغازین + شیر) کاهش یافت. در آزمایش حاضر نیز این روند (روغن ماهی ۱۲٦٦ در مقابل روغن سویا ۱۳۱٤ گرم در روز) صادق بود. در گروه چهارم دریافت کننده هر دو منبع روغن نسبت به گروه روغن ماهی نیز مقدار کل مصرف ماده خشک بیشتر بود. اثر مکمل‌های چربی بر مصرف ماده خشک در نشخوارکنندگان به عوامل مختلفی از جمله مقدار مکمل چربی، الگوی اسیدهای چرب مکمل چربی، نوع مکمل چربی و ترکیب شیمیایی جیره پایه وابسته می‌باشد (۱۸). مشابه با نتایج آزمایش حاضر در تحقیقات گذشته از جمله رجبی و همکاران، (۱٤)؛ کاظمی بونچناری و همکاران، (۹، ۱٥)؛ یوسف‌نژاد و همکاران، (۱٦) و کلوپ و همکاران، (۲۱) در دوره‌های قبل از شیرگیری، بعد از شیرگیری و کل دوره پرورش بر افزایش وزن روزانه گوساله‌های شیرخوار اثری نداشت. بر خلاف نتایج آزمایش

حاضر، افزودن منبع اسید چرب امگا-۳ به جیره آغازین در مقایسه با جیره شاهد باعث افزایش وزن روزانه گوساله‌های شیرخوار در کل دوره آزمایش شد (۱۵). در صورتی که گوساله‌های دریافت‌کننده اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن ماهی) در مقایسه با اسیدهای چرب امگا-٦ (روغن سویا) در دوره قبل از شیرگیری و کل دوره آزمایش دارای افزایش وزن روزانه پایین بودند (۲۰). عدم تاثیر جیره‌های آزمایشی بر افزایش وزن روزانه گوساله‌های شیرخوار در آزمایش حاضر را می‌توان به مصرف ماده خشک یکسان (۲) در این گوساله‌ها ارتباط داد. برخلاف نتایج حاضر، رجبی و همکاران، (۱٤) و کاظمی_بونچناری و همکاران، (۱۵) عنوان کردند گوساله‌های دریافت کننده اسید چرب امگا-۳ در مقایسه با گروه اسید چرب امگا-٦ در روز شیرگیری وزن بدن بیشتری داشتند. اما در تحقیق دیگری که همسو با نتایج ما بود، مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن ماهی) در مقایسه با اسیدهای چرب امگا-٦ (روغن سویا) باعث کاهش وزن بدن گوساله‌های شیرخوار در زمان شیرگیری شد (۲۰). همچنین این نتایج همسو با مطالعات ویستوبا و همکاران، (۲۲) می‌باشد که گزارش کردند افزودن امگا-۳ در جیره گوساله‌های در حال چرا بدلیل کاهش قابلیت هضم فیبر اثر منفی بر افزایش وزن دارد. مطالعه برروی نشخوارکنندگان کوچک نشان داد روغن سویا باعث افزایش وزن و مصرف خوراک شد در حالی‌که در استفاده از روغن ماهی و آفتابگردان اثر مثبتی دیده نشد (۲۳). هریستوف و همکاران، (۲٤) گزارش کردند با کاهش درجه اشباعیت و افزایش تعداد باند دوگانه در اسیدهای چرب از میزان قابلیت هضم فیبر و انرژی دریافتی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه کاسته شده و کاهش مصرف خوراک و کمتر شدن افزایش وزن را به دنبال دارد. مک‌نیون و همکاران، (۸) افزایش وزن بیشتر را در استفاده از سویا به دلیل میزان چربی کمتر و در نتیجه اثر کمتر بر میکروب‌های شکمبه و پروتئین آزاد بیشتر نسبت به دانه‌ی کتان و کانولا گزارش کردند. همچنین سویا بدلیل دارا بودن پروفایل اسیدهای آمینه بهتر و مقدار مناسب چربی، منبع خوبی برای تامین پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و انرژی برای گوساله‌های جوان نیازمند انرژی زیاد و پروتئین با کیفیت می‌باشد (۹). در تضاد با نتایج آزمایش حاضر، افزودن مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ به جیره آغازین در مقایسه با جیره شاهد باعث افزایش بازده استفاده از خوراک در دوره پیش از شیرگیری و کل دوره آزمایش شد (۱۵). همسو با نتایج ما، در صورتی که جیره آغازین حاوی مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن ماهی) در مقایسه با اسیدهای چرب امگا-٦ (روغن سویا) بر بازده استفاده از خوراک در گوساله‌های شیرخوار اثری نداشت (۲۰). مک‌نیون و همکاران، (۸) بررسی منبع دانه روغنی بر گوساله‌های نر پرواری، هیل و همکاران، (۵، ۱۹) افزودن اسیدهای چرب امگا-۳ به خوراک آغازین و جایگزین شیر، بالو و همکاران، (۲) افزودن روغن ماهی و کانولا به جایگزین شیر اعلام کردند افزودن اسیدهای چرب امگا-۳ در مقایسه با امگا-٦ اثری بر بازده خوراک ندارد. در حالی که در مطالعه‌ی دیگر اعلام کردند تغییر منبع چربی و ترکیب اسیدهای چرب با روغن کانولا و نارگیل باعث افزایش بازده خوراک خواهد شد (۱۹). متناقض بودن گزارش‌های ارائه شده در خصوص مصرف اسیدهای‌چرب امگا-۳ و امگا-٦ توسط گوساله‌های شیرخوار به دلایلی از قبیل نژاد، دیگر اجزای خوراک آغازین، جایگزین شیر، مقدار مکمل چربی، نوع مکمل چربی و الگوی اسیدهای چرب می‌توان ارتباط داد. نتایج حاصله در این آزمایش حاکی از این است که گوساله‌های دریافت‌کننده روغن سویا داری عمق بدن و جثه

بالاتری نسبت به گوساله‌هایی دریافت‌کننده‌ی روغن ماهی هستند. چنین استنباط می‌گردد که گوساله‌های دریافت‌کننده روغن سویا به دلیل مصرف خوراک بالاتر افزایش عمق بدن بیشتری را داشتند که این افزایش حجم شکمبه‌ای نشان‌دهندهٔ توسعه فیزیکی شکمبه در گوساله‌های دریافت‌کننده روغن سویا می‌باشد. برخلاف نتایج ما، گروه‌های حاوی مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ در مقایسه با گروه شاهد باعث افزایش ارتفاع جدوگاه گوساله‌های شیرخوار در زمان شیرگیری شد اما بر طول بدن، دور شکم و پهنای هیپ اثری نداشت (۱۵). اگرچه در آزمایش دیگر افزودن مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن ماهی) در مقایسه با امگا-٦ (روغن سویا) بر ارتفاع جدوگاه، دور شکم و پهنای هیپ گوساله‌های شیرخوار اثر نداشت اما طول بدن آنها را کاهش داد (۲۰). بهبود بیشتر شاخص‌های رشد اسکلتی را می‌توان به اثر مثبت اسیدهای چرب امگا-٦ بر متابولیسم و رشد استئوکلاستهای بافت استخوان و نقش تنظیم کنندگی اسیدهای چرب امگا-٦ بر رشد و سلامت استخوان (۲۵) و بالاتر بودن غلظت انسولین پلاسما (جدول ٤) در این گوساله‌ها ارتباط داد. انسولین به عنوان یک هورمون آنابولیک بر رشد بافت استخوان اثر مثبت دارد (۲٦). از جنبه دیگر، عوامل اصلی مداخله‌کننده در جذب کلسیم حضور اسیدهای چرب فرار در شکمبه است زیرا این اسیدها از آنیون‌های اصلی موجود در شکمبه هستند که با کاهش pH سبب یونیزه‌شدن کلسیم و جذب فعال این عنصر، از طریق ناقلین یا تعویض کننده‌های کلسیم/ پروتون مشابه منیزیم می‌شوند (۱۱). تغذیه اسید چرب امگا-۳ اثرات مثبتی روی سلامت و سیستم ایمنی گوساله‌ها داشت (۲۷). گوساله‌های دریافت‌کننده روغن ماهی دارای نمره مدفوع بهتری نسبت به سایر تیمارها در کل دوره آزمایشی بودند. علاوه بر این مکمل روغن کتان دارای روزهای درگیری با اسهال کمتری در مقایسه با تیمار شاهد و چربی پالم بود (۲۸).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از روغن سویا دارای اسیدهای چرب امگا-٦ و روغن ماهی دارای اسیدهای چرب امگا-۳ در گوساله‌های شیرخوار تأثیر معنی‌داری بر روی صفات افزایش وزن بدن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل غذایی، فاکتورهای رشد و اسکلتی، نمره مدفوع و سلامت نداشته است. حال آن‌که مصرف روغن سویا در مقایسه با روغن ماهی از نظر صفات عملکردی منجر به بهبود وزن بدن، خوراک مصرفی و فاکتور رشد گوساله‌ها شده است. در به‌طور کلی روغن‌های مورد استفاده در گروه‌های آزمایشی هیچ اثرات منفی بر روی عملکرد رشد و سلامت گوساله‌ها نداشت. بازده خوراک مصرفی پایین در گروه‌هایی که از روغن سویا استفاده کردند بدست آمد بدین معنی که حیوان به ازای هر واحد وزن، غذای کمتری مصرف نموده است و بازده خوراک تقریبا ۱۳ درصد بهبود یافته است. بنابراین، چنانچه هزینه تولید در نظر گرفته شود، این تیمار از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه خواهد بود. از طرفی، همه دام‌ها از لحاظ شاخص سلامتی (اسکور شادابی و اسکور مدفوع) در حد مطلوبی قرار داشته‌اند.

منابع

1. Calder PC. The relationship between the fatty acid composition of immune cells and their function. Prostaglandins, Leukot Essent Fat Acids. 2008;79(3-5):101-108.

2. Ballou MA, Cruz GD, Pittroff W, Keisler DH, DePeters EJ. Modifying the acute phase response of Jersey calves by supplementing milk replacer with omega-3

fatty acids from fish oil. J Dairy Sci. 2008; 91(9):3478-3487.

3. Garcia M, Greco LF, Lock AL, Block E, Santos JEP, Thatcher WW, Staples CR. Supplementation of essential fatty acids to Holstein calves during late uterine life and first month of life alters hepatic fatty acid profile and gene expression. J Dairy Sci. 2016;99(9):7085-7101.

4. Ghorbani H, Kazemi-Bonchenari M, HosseinYazdi M, Mahjoubi E. Effects of various fat delivery methods in starter diet on growth performance, nutrients digestibility and blood metabolites of Holstein dairy calves. Anim Feed Sci Technol. 2020;262:114429.

5. Hill TM, Bateman HG, Aldrich JM, Schlotterbeck RL. Effect of various fatty acids on dairy calf performance. The Professional Animal Scientist (PAS). 2011; 27(3):167-175.

6. Masmeijer C. A Fat chance for calves: influence of dietary supplemented fatty acids on immune, health and production variables in stressed calves (Doctoral dissertation, Ghent University). 2019; pp:55-58.

7. Karcher EL, Hill TM, Bateman HG, Schlotterbeck RL, Vito N, Sordillo LM, VandeHaar MJ. Comparison of supplementation of n-3 fatty acids from fish and flax oil on cytokine gene expression and growth of milk-fed Holstein calves. J Dairy Sci. 2014;97(4):2329-2337.

8. McNiven MA, Duynisveld JL, Turner T, Mitchell AW. Ratio of n-6/n-3 in the diets of beef cattle: Effect on growth, fatty acid composition, and taste of beef. Anim Feed Sci Technology. 2011;170(3-4):171-181.

9. Kazemi-Bonchenari M, Mirzaei M, Jahani-Moghadam M, Soltani A, Mahjoubi E, Patton RA. Interactions between levels of heat-treated soybean meal and prilled fat on growth, rumen fermentation, and blood metabolites of Holstein calves. J Anim Sci. 2016;94(10):4267-4275.

10. National Research Council, Committee on Animal Nutrition and Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. National Academies Press.

11. Khan MA, Lee HJ, Lee WS, Kim HS, Ki KS, Hur TY, Suh GH, Kang SJ, Choi YJ. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. J Dairy Sci. 2007;90(7):3376-3387.

12. Larson LL, Owen FG, Albright JL, Appleman RD, Lamb RC, Muller LD. Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. J Dairy Sci. 1977; 60(6):989-991.

13. Fasihi H, Khorosh M. Investigating the interaction effect of the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids with different levels of vitamin E in starter feed on the performance and immunological responses of Holstein calves. Master's Thesis in Animal Sciences, Isfahan University, 2012; pp:36-40.

14. Rajabi A, Fatahnia F, Kazemi-Benchanari M, Shams-Elahi M, Jahani Azizabadi H. The interaction effect of type of fatty acid (omega-6 or omega-3) and crude protein level of starter diet on growth performance, blood parameters in Holstein weanling calves, Master's Thesis in Animal Science, Ilam University, 2021; pp:29-34.

15. Kazemi-Bonchenari M, Dehghan-Banadaky M, Fattahnia F, Saleh-Bahmanpour A, Jahani-Moghadam M, Mirzaei M. Effects of linseed oil and rumen undegradable protein: rumen degradable protein ratio on performance of Holstein dairy calves. Br J Nutr. 2020;123(11):1247-1257.

16. Yousefinejad S, Fattahnia F, Kazemi-Bonchenari M, Khanaki H, Drackley JK, Ghaffari MH. Soybean oil supplementation and starter protein content: Effects on growth performance, digestibility, ruminal fermentation, and urinary purine derivatives

of Holstein dairy calves. J Dairy Sci. 2021; 104(2):1630-1644.

17. McDonnell RP, O'Doherty JV, Earley B, Clarke AM, Kenny DA. Effect of supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and/or β-glucans on performance, feeding behaviour and immune status of Holstein Friesian bull calves during the pre-and post-weaning periods. J Anim Sci Biotechnol. 2019;10:1-17.

18. Quigley JD, Hill TM, Hulbert LE, Dennis TS, Suarez-Mena XF, Bortoluzzi EM. Effects of fatty acids and calf starter form on intake, growth, digestion, and selected blood metabolites in male calves from 0 to 4 months of age. J Dairy Sci. 2019; 102(9):8074-8091.

19. Hill TM, Quigley JD, Suarez-Mena FX, Bateman HG, Schlotterbeck RL. Effect of milk replacer feeding rate and functional fatty acids on dairy calf performance and digestion of nutrients. J Dairy Sci. 2016; 99(8):6352-6361.

20. Mohtashami B, Khalilvandi-Behroozyar H, Pirmohammadi R, Dehghan-Banadaky M, Kazemi-Bonchenari M, Dirandeh E, Ghaffari MH. The effect of supplemental bioactive fatty acids on growth performance and immune function of milk-fed Holstein dairy calves during heat stress. Br J Nutr. 2022;127(2):188-201.

21. Klopp RN, Franco JFH, Hogenesch H, Dennis TS, Cowles KE, Boerman JP. Effect of medium-chain fatty acids on growth, health, and immune response of dairy calves. J Dairy Sci. 2022;105(9):7738-7749.

22. Wistuba TJ, Kegley EB, Apple JK, Davis ME. Influence of fish oil

supplementation on growth and immune system characteristics of cattle. J Anim Sci. 2005;83(5):1097-1101.

23. Lewis, G.S., Wulster-Radcliffe, M.C. and Herbein, J.H., Fatty acid profiles, growth, and immune responses of neonatal lambs fed milk replacer and supplemented with fish oil or safflower oil. Small Rumin Res. 2008;79(2-3):167-173.

24. Hristov AN, Kennington LR, McGuire MA, Hunt CW. Effect of diets containing linoleic acid-or oleic acid-rich oils on ruminal fermentation and nutrient digestibility, and performance and fatty acid composition of adipose and muscle tissues of finishing cattle. J Anim Sci. 2005;83(6):1312-1321.

25. Kapoor B, Kapoor D, Gautam S, Singh R, Bhardwaj S. Dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs): Uses and potential health benefits. Curr Nutr Rep. 2021;10:232-242.

26. Dimitrova R, December. Bone and insulin resistance-a literature review. In Varna Med Forum. 2020;9(2):78-88.

27. Garcia M, Greco LF, Lock AL, Block E, Santos JEP, Thatcher WW, Staples CR. Supplementation of essential fatty acids to Holstein calves during late uterine life and first month of life alters hepatic fatty acid profile and gene expression. J Dairy Sci. 2016;99(9):7085-7101.

28. Kadkhoday A, Riasi A, Alikhani M, Dehghan-Banadaky M, Kowsar R. Effects of fat sources and dietary C18: 2 to C18: 3 fatty acids ratio on growth performance, ruminal fermentation and some blood components of Holstein calves. Livestock Sci. 2017;204:71-77.