تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰
صفحه‌های ۸۲-۷۳
DOI: 10.22059/jap.2020.293534.623474

مقاله پژوهشی

تأثیر کاهش نسبت اسیدهای چرب ضروری امگا-٦ به امگا-٣ جیره بر تولید شیر و عملکرد تخمدانی گاوهای شیری تازه‌زای نژاد هلشتاین

میر حسین نجفی[1]، سعید زین‌الدینی[2*]، ابوالفضل زالی[2]، مهدی گنج خانلو[2]، حسین محمّدی[3]
۱. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳. دانش آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۰۷

چکیده
اثر کاهش نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ جیره بر ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر، عملکرد تخمدانی و غلظت استرادیول و پروژسترون خون گاوهای تازه‌زا با استفاده از ٢٤ رأس گاو هلشتاین چندشکم‌زایش بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل ١- جیره‌های حاوی نسبت کم (٢/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣، ٢- جیره‌های حاوی نسبت متوسط (٤/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ و ٣- جیره‌های حاوی نسبت زیاد (٦/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ بودند. ماده خشک مصرفی و تولید شیر دام‌ها روزانه اندازه‌گیری شد. نمره وضعیت بدنی دام‌ها و ترکیبات شیر اندازه‌گیری شد. برای بررسی عملکرد تخمدانی، از روش سونوگرافی تخمدان استفاده شد. نتایج نشان داد که ماده خشک مصرفی و کیفیت شیر تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. تولید شیر گاوهایی که جیره‌های حاوی نسبت کم و متوسط اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ را دریافت کردند بیش‌تر از سایر گاوها بود (P<٠/٠٥). غلظت هاپتوگلوبین شیر در گاوهای تغذیه‌شده با جیره حاوی نسبت زیاد اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣، بیش‌تر از سایر گاوها بود (P<٠/٠٥). تعداد فولیکول‌های بزرگ و مجموع فولیکول‌ها در گاوهای تغذیه‌شده با جیره نسبت متوسط در مقایسه با جیره نسبت بالا، بیش‌تر بود (P<٠/٠٥). غلظت پروژسترون خون در گاوهای تغذیه‌شده با جیره نسبت زیاد به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (P<٠/٠٥). براساس نتایج حاصل، تعدیل نسبت امگا-٦ به امگا-٣ جیره موجب افزایش تولید شیر و بهبود عملکرد تخمدان در گاوهای تازه‌زا می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تولید شیر، عملکرد تولیدمثلی، گاو تازه زا، نسبت امگا-٦ به امگا-٣، هاپتوگلوبین.

Effect of reducing dietary ratio of the omega-6 to omega-3 essential fatty acids on milk production and ovarian performance in fresh Holstein dairy cows

Mir Hossein Najafi[1], Saeed Zeinoaldini[2*], Abolfazl Zali[2], Mahdi Ganjkhanlou[2], Hossein Mohammadi[3]
1. Former Ph.D. Student, Animal Science Department, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Associate Professor, Animal Science Department, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Former Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
Received: December 5, 2019 Accepted: April 26, 2020

Abstract
This study was conducted to investigate the effect of reducing dietary ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acid (EFA) on dry matter intake, yield and milk composition, ovarian performance and blood concentrations of estradiol and progesterone using 24 multiparous Holstein cows. Experimental treatments including different n-6 to n-3 EFA ratio; namely, 2.5, 4.5, or 6.5 parts of n-6 to 1 part of n-3 EFA. Dry matter intake and milk yield of cows were recorded daily. Also, body condition score and milk composition were recorded and ovarian activity was monitored by transrectal ultrasound scanning. Dry matter intake and milk composition were not affected by treatments. Daily milk yield was significantly higher in low and medium n-6/n-3 FA ratio diets in comparison to high diet (P<0.05). Cows assigned to high n-6/n-3 FA ratio diet had greater plasma Haptoglobin concentrations compared to other diets (P<0.05). Results indicated that number of large follicles was greater in medium diet than high diet (P<0.05). Progestrone concentration was significantly decrease in high diet treatment (P<0.05). Results of this study indicate that modulating dietary n-6/n-3 FA ratio could lead to a higher milk yield and improve ovarian performance in fresh cows.

Keywords: Fresh cow, Haptoglobin, Milk production, n-6/n-3 ratio, Reproductive performance.

* نویسنده مسئول Email: zeinoaldini@ut.ac.ir

تولیدات دامی
جلد ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰ ■ صفحه‌های ۸۲-۷۳
DOI: 10.22059/jap.2020.295534.623474

۱. مقدمه

در قرن اخیر، تولیدات دام و طیور به‌دلیل انتخاب ژنتیکی و فشرده با هدف تولید بیش‌تر به میزان قابل‌توجهی و مواد ضدالتهابی در دوره بعد زایش افزایش یافته است [۲۳]. افزایش قابل‌توجه تولید شیر به کاهش باروری، افزایش شیوع بیماری‌های متابولیکی و کاهش عمر اقتصادی گاو منجر شده است [۱٤]، که این مشکلات می‌تواند با چالش‌های متابولیکی در طی دوران انتقال از آبستنی به شیردهی همراه باشد [۷]. طی دهه گذشته التهاب مزمن (التهاب متابولیکی) مورد توجه فیزیولوژیست‌های گاو شیری قرار گرفته است. مطالعات حاکی از این حقیقت است که تقریباً تمامی گاوها بعد از زایش درجات مختلفی از التهاب سیستماتیک را تجربه می‌کنند. شدت و مداومت حالت التهابی در بین گاوها متفاوت است، چندین مطالعه درجه التهاب بعد زایش را با افزایش ابتلا به بیماری‌ها و کاهش عملکرد تولید شیر مرتبط دانسته‌اند [٤ و ۷].

عوامل زیادی سبب افزایش التهاب بعد زایش در گاو شیری می‌شوند که شامل عفونت‌ها (رحم و پستان) و تنش‌ها (اکسیداتیو، حرارتی و اجتماعی) است. بیش‌تر پژوهش‌ها در بررسی واکنش‌های التهابی به‌طور طبیعی روی سلول‌های ایمنی متمرکز شده‌اند. با این‌حال، اغلب سلول‌های بدن گیرنده‌های سایتوکین‌های التهابی را بیان می‌کنند و سلول‌های پارانشیمی پاسخ‌های سیستماتیک به تحریک ایمنی را واسطه‌گری می‌کنند. نکته بسیار مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد این است که بین التهاب مزمن بعد زایش در گاو شیری و ایجاد مقاومت به انسولین رابطه وجود دارد، به‌طوری‌که واکنش‌های التهابی در تنظیمات ترشح انسولین اختلال ایجاد می‌کنند [٤].

گزارش شده است که افزایش التهاب بعد زایش، سبب کاهش تولید و کاهش شاخص‌های سلامت دام می‌شود. استفاده از داروهای ضدالتهاب غیر استروئیدی سبب بهبود عملکرد تولیدی و هم‌چنین افزایش ماندگاری گاو در گله شده است [٤ و ۲۵]. که مطابق با نتایج این تحقیقات استفاده از داروها و مواد ضدالتهابی در دوره بعد زایش افزایش یافته است. اسیدهای چرب زیست‌فعال امگا-۳ خاصیت ضدالتهابی دارند. اسیدهای چرب امگا-٦ و امگا-۳ جزیی از ترکیب غشای سلولی می‌باشند و نسبت‌های متفاوت این اسیدهای چرب غیراشباع در بافت‌ها می‌تواند بازتابی از مقدار مصرف آن‌ها در جیره باشد [٦].

هاپتوگلوبین یک آلفا- دو گلوبولین است که در کبد سنتز می‌شود. میزان غلظت آن در خون گاوها بر حسب وضعیت سلامت آن‌ها متغیر است. هاپتوگلوبین با هموگلوبین آزاد در پلاسما پیوند شده و قادر است پایداری فعالیت پراکسیدازی هموگلوبین را افزایش دهد. بنابراین کمپلکس هاپتوگلوبین-هموگلوبین یک پراکسیداز قوی بوده که طی فرایند فاگوسیتوز به‌وسیله گلبولهای سفید در محل التهاب ترشح می‌شوند و این کمپلکس به‌وسیله هاپتوگلوبین از پراکسیداسیون چربی جلوگیری می‌کند [۱۲]. افزایش میزان هاپتوگلوبین پلاسما پس از التهاب و اندازه‌گیری غلظت آن در سرم اطلاعات تشخیصی مفیدی را از لحاظ بالینی فراهم می‌سازد.

اسیدهای چرب امگا-۳ و ٦ با فراهم ساختن پیش‌ساز پروستاگلاندین‌ها می‌توانند الگوی بیان بسیاری از آنزیم‌های کلیدی درگیر در سوخت‌وساز پروستاگلاندین‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. در این فرایند آنزیم دسچوراز آنزیم محدودکننده می‌باشد یعنی افزایش غلظت یکی از اسیدهای چرب امگا-٦ یا امگا-۳ بر سوخت‌وساز دیگری تأثیرتأثیرگذار است. در نتیجه تغییر غلظت هر کدام از این اسیدهای چرب امگا-٦ یا امگا-۳ بر فرایندهای مختلف از جمله عملکرد تولیدمثلی و سیستم ایمنی تأثیرگذار می‌باشد [٦]. تأثیرگذاری بر رشد فولیکولی و تخمک‌ریزی از مکانیسم‌های دیگری است که کاهش نسبت اسیدهای

* نویسنده مسئول
Email: zeinoaldini@ut.ac.ir

چرب امگا-٦ به امگا-٣ در جیره می‌تواند باروری را در گاوهای شیری بهبود بخشد. گزارش شده است تغذیه چربی نرخ آبستنی و توسعه فولیکولی را بهبود می‌دهد [٩]. در چندین مطالعه مشاهده شده که قطر فولیکول‌های غالب در گاوهای تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی مکمل‌های اسیدهای چرب غیر اشباع افزایش یافته است [٦ و ٢٤].

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر تغذیه نسبت‌های مختلف اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ بر خوراک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر، عملکرد تخمدان و هورمون‌های تولیدمثلی در گاوهای شیری هلشتاین تازه‌زا بود.

٢. مواد و روش‌ها

این پژوهش، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، به‌مدت ٦٠ روز در ایستگاه آموزشی- پژوهشی علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا گردید. تعداد ٢٤ رأس گاو هلشتاین تازه‌زا با حداقل یک بار سابقه زایش در سومین روز شیردهی انتخاب و در سه گروه هشت رأسی به‌صورت تصادفی با میانگین تعداد شکم زایش (٠/١٥±٣/٢) و میانگین نمره وضعیت بدنی (٠/٢٤±٣/٤) یکسان توزیع شدند. هم‌چنین گاوها سابقه ورم پستان و مشکلات اندام‌های حرکتی نداشتند.

تیمارهای آزمایشی شامل ١- جیره‌های حاوی نسبت کم (٢/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣؛ ٢- جیره‌های حاوی نسبت متوسط (٤/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ و ٣- جیره‌های حاوی نسبت زیاد (٦/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ بودند. جیره‌ها از لحاظ مقدار انرژی و پروتئین یکسان، ولی از لحاظ نوع چربی مورداستفاده متفاوت بودند و با استفاده از نرم‌افزار Amino cow (نسخه ٣/٥/٢) تنظیم شدند. نسبت اسیدهای چرب جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار CPM-Dairy (نسخه ٣/٠/٨) تنظیم شد (جدول ١) و ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی در جدول ٢ ارائه شده است.

طی آزمایش، جیره‌های غذایی در دو وعده (صبح و عصر) به‌صورت کاملاً مخلوط شده در اختیار دام‌ها قرار گرفت. مقدار خوراک مصرفی و باقی‌مانده هر روز به‌صورت انفرادی اندازه‌گیری شد. نمره وضعیت بدنی همه گاوها طبق روش پنج امتیازی و هم‌چنین وزن بدن گاوها در روز سه، ٣٠ و ٦٠ آزمایش اندازه‌گیری شد [٢٢]. همه گاوها در سه وعده دوشیده شدند و میزان شیر تولیدی هر وعده تا هشت هفته به‌صورت روزانه ثبت شد. به‌منظور تعیین ترکیبات شیر به‌طور هفتگی، از هر سه نوبت شیردوشی، نمونه‌های شیر گاوها در ظروف حاوی دی‌کرومات‌پتاسیم به آزمایشگاه شیر ارسال شد. ترکیبات چربی، پروتئین، لاکتوز و کل مواد جامد با استفاده از دستگاه آنالایزر الکترونیکی شیر (مدل جت ٢، ساخت بلغارستان) اندازه‌گیری شد.

به‌منظور اندازه‌گیری غلظت هاپتوگلوبین نمونه‌گیری خون در روز هفت، ١٤، ٢٨، ٤٢، ٥٦ و ٧٠ پس از زایش از سیاهرگ دمی و با استفاده از لوله‌های تحت خلأ K2-EDTA انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله با استفاده از سانتریفیوژ یخچال-دار در دمای چهار درجه به‌مدت ١٥ دقیقه سانتریفیوژ شدند. پلاسمای حاصله تا زمان آنالیز در دمای منفی ٢٠ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. غلظت هاپتوگلوبین خون با کیت الایزا (بیو-x بلژیکی) اندازه‌گیری شد.

برای هم‌زمان‌سازی چرخه‌ی فحلی گاوهای مورد آزمایش از دو تزریق پروستاگلاندین (سینکرومیت، ١٥٠ میکروگرم کلوپروستنول سدیم، ابوریحان، ایران) استفاده - شد. تزریق نخست، در روز ٣٠ پس از زایش انجام و تزریق دوم با فاصله ١٤ روز پس از تزریق نخست، به‌صورت درون‌ماهیچه‌ای صورت گرفت.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیرههای آزمایشی (درصد در ماده خشک)

	جیره‌ها[1]		
	نسبت کم	نسبت متوسط	نسبت زیاد
ترکیبات (درصد در ماده خشک)			
یونجه	۲۰	۲۰	۲۰
سیلوی ذرت	۲۰	۲۰	۲۰
ذرت	۱۵	۱۵	۱۵
جو	۱۷/٤	۱۷/٤	۱۷/٤
کنجاله سویا	۱۰/۸	۱۰/۸	۱۰/۸
تفاله چغندر	۳/٦	۳/٦	۳/٦
پنبه دانه	۲/۷	۲/۷	۲/۷
گلوتن ذرت	۱/۳	۱/۳	۱/۳
پودر ماهی	۱/۱	۱/۱	۱/۱
پودر گوشت	۲/۵	۲/۵	۲/۵
پرشیا فت حاوی امگا-٦[2]	۰	۱/۲۵	۱/۹
پرشیا فت حاوی امگا-۳[3]	۲	۰/۷۵	۰/۱
پرشیا ویت[4]	۰/۵	۰/۵	۰/۵
دی کلسیم فسفات	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
کربنات کلسیم	۰/٤	۰/٤	۰/٤
بیکربنات سدیم	۱	۱	۱
اکسید منیزیم	۰/۲٦	۰/۲٦	۰/۲٦
نمک	۰/۲	۰/۲	۰/۲
زئولیت	۱	۱	۱
توکسین بایندر[5]	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۰٦
ترکیبات شیمیایی (محاسبه‌شده)			
انرژی خالص تولید شیر (مگاکالری در کیلوگرم)	۱/٦۸	۱/٦۸	۱/٦۸
پروتئین خام (درصد)	۱۷/٦	۱۷/٦	۱۷/٦
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۳۹/۲۰	۳۹/۲۰	۳۹/۲۰
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۱۷/۰	۱۷/۰	۱۷/۰
کربوهیدرات غیر الیافی (درصد)	۲۸/۳۳	۲۸/۳۳	۲۸/۳۳
عصاره اتری (درصد)	٤/۹٦	٤/۹٦	٤/۹٦
کلسیم (درصد)	۱/۲	۱/۲	۱/۲
فسفر (درصد)	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱

۱. جیره‌ها بیانگر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ به‌ترتیب کم: ۲/۵ به ۱، متوسط: ٤/۵ به ۱ و زیاد: ٦/۵ به ۱ در جیره می‌باشند.

۲ و ۳. شرکت کیمیا دانش الوند. شهرک صنعتی شکوهیه قم.

٤. ترکیبات در هر کیلوگرم ماده خشک : کلسیم ۱٦۰ گرم، فسفر ٤۰ گرم، گوگرد ۳۰ گرم، منیزیم ۵۰ گرم، منگنز ۱۰ گرم، آهن ۵ گرم، مس ٦ گرم، ید ۰/۲ گرم، کبالت ۰/۰۸ گرم، روی ۱٤ گرم، سلنیوم ۰/۱ گرم، مونتزین ۳ گرم، بیوتین ۰/۲۵ گرم، آنتی اکسیدان ۳ گرم، ویتامین A ۱٦۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D3 ۲۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۷۰۰۰ واحد بین‌المللی.

۵. (شرکت بایوکم آلمان): حاوی ۹۵ درصد سیلیکات و ۵ درصد عصاره مخمر.

جدول ۲. الگوی اسید چرب جیره‌های آزمایشی

	جیره‌ها[1]		
	نسبت کم	نسبت متوسط	نسبت زیاد
C12:0	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲
C14:0	۰/۵۵	۰/۷۸	۰/۹۱
C16:0	۲۰/٦۱	۲۲/٤۸	۲۳/٤۹
C16:1cis-9	۰/٦	۱/۳۱	۱/٦۹
C18:0	۸/۰۷	۵/۷۲	٤/٤٦
C18:1T	۹/٦۹	۹/۹۳	۱۰/۰٦
C18:1C	۱۰/۷۹	۱۰/۷۹	۱۰/۷۹
C18:2n-6	۲۹/٦۷	۳۵/٦۲	۳۸/۷۸
C18:3n-3	۲/۷٦	٤/۷۳	۵/٤۷
C20:5 n-3	۲/۳۷	۰/۹۰	۰/۱۰
C22:6 n-3	٦/٦٤	۲/۳۰	۰/۳۵
سایر	۸/۱۳	۵/۳۲	۳/۸
مجموع اسیدهای چرب امگا-٦	۲۹/٦۷	۳۵/٦۲	۳۸/۷۸
مجموع اسیدهای چرب امگا-۳	۱۱/۷۷	۷/۹۳	۵/۹۲
نسبت امگا-٦ به امگا-۳	۲/۵۲	٤/٤۹	٦/۵۵
کل اسیدهای چرب (گرم در جیره)	۱۰۱۰/۱٤	۱۰۱۰/۱٤	۱۰۱۰/۱٤

۱. جیره‌ها بیانگر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ به‌ترتیب کم: ۲/۵ به ۱، متوسط: ٤/۵ به ۱ و زیاد: ٦/۵ به ۱ در جیره می‌باشند.

از روز تزریق پروستاگلاندین دوم، به‌صورت یک روز در میان، تخمدان گاوها با دستگاه سونوگرافی (مدل ECM، ساخت فرانسه) بررسی و پایش شد.

روز فحلی ناشی از هم‌زمان‌سازی، به‌عنوان روز صفر چرخه تخمدانی در نظر گرفته شد. تمام فولیکول‌های بزرگ‌تر از سه میلی‌متر هر دو تخمدان شمارش و تصویر آن‌ها ثبت شد. قطر فولیکول‌های شمارش‌شده در هر روز در یک کاغذ شطرنجی که محور افقی آن روز چرخه فحلی و محور عمودی آن قطر فولیکول بود درج شد و در نهایت به‌صورت نموداری برای هر فولیکول طراحی شد. یک یا دو فولیکول بزرگ به‌همراه تعدادی فولیکول کوچک به‌عنوان یک موج فولیکولی در نظر گرفته شد. نمونه‌گیری خون قبل از هر سونوگرافی برای اندازه‌گیری هورمون‌های تولیدمثلی (استرادیول و پروژسترون) انجام شد.

برای اندازه‌گیری قطر فولیکول از نرم‌افزار Image J (نسخه ۱/۵۱) استفاده شد. تعداد و قطر فولیکول‌ها (سه کلاس شامل ۱- تعداد کل فولیکول‌ها با اندازه کوچک‌تر از پنج میلی‌متری، ۲- فولیکول‌های با اندازه قطر پنج تا ۹/۹ میلی‌متری و ۳- فولیکول‌های با اندازه قطر بزرگ‌تر و مساوی ۱۰ میلی‌متری) موردبررسی قرار گرفت [٦]. غلظت پروژسترون با روش الایزا و با استفاده از کیت اختصاصی (IBL, Germany) اندازه‌گیری شد. غلظت استرادیول نیز با روش الایزا و کیت اختصاصی (ابکین) اندازه‌گیری شد.

نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از رویه UNIVARIATE نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) بررسی شد. داده‌های تکرارپذیر (ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر، نمره وضعیت بدنی و دینامیک تخمدان) با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل (۱) تجزیه شد.

رابطه (۱) $Y_{ijk}=\mu+ T_i+ A_{j(i)} + S_k+ TS_{ik} +\varepsilon_{ijk}$

که در این مدل، Y_{ijk}، متغیر وابسته؛ μ، میانگین کل؛ T_i، اثر تیمار؛ $A_{(i)j}$، اثر تصادفی حیوان در تیمار؛ S_k، زمان نمونه‌گیری؛ TS_{ik}، اثر متقابل تیمار در زمان نمونه‌گیری و ε_{ijk}، اثر باقی مانده می‌باشند. فراسنجه‌های تولیدمثلی به‌کمک آزمون کای‌اسکور و سایر فراسنجه‌ها به‌کمک آزمون توکی و سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

۳. نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خوراک مصرفی معنی‌دار نبود (جدول ۳). گزارش شده است که تغذیه بیش از حد اسیدهای چرب غیراشباع می‌تواند بر میکروب‌های شکمبه اثرات سمی دارد و منجر به کاهش هضم فیبر و تولید چربی شیر می‌شود. درحالی‌که نمک‌های کلسیمی این اسیدهای چرب غیراشباع با عبور از شکمبه بدون این‌که تأثیری بر هضم فیبر داشته باشند، در pH کم شیردان تجزیه و در روده باریک برای جذب، قابل دسترس می‌شوند [۱۱].

در اکثر مطالعات انجام‌شده نیز تغذیه نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب (۱/۸ تا ۵ درصد ماده خشک جیره) تأثیری بر ماده خشک مصرفی نداشته است [۳، ۸ و ۱۰]. مطالعه انجام‌گرفته در گاو شیری نشان داد که نوع چربی همراه با نوع و مقدار علوفه تعیین‌کننده مقدار تأثیرپذیری ماده خشک مصرفی می‌باشند [۱]. در مطالعه حاضر، کاهش وزن بدن دارای تمایل به معنی‌داری بود (P=۰/۰۷) و کم‌ترین کاهش وزن بدن در گاوهای تغذیه‌شده با جیره حاوی نسبت متوسط (٤/٥ به ۱) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ بود. هم‌چنین کاهش امتیاز بدنی در جیره نسبت زیاد (٦/٥ به ۱) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (P<۰/۰۵). در تناقض با این نتایج، در مطالعه‌ای با کاهش نسبت امگا-٦ به امگا-۳ جیره، وزن بدن و نمره وضعیت بدنی تحت تأثیر تیمار غذایی قرار نگرفت [۹].

جدول۳. تأثیر جیره‌های آزمایشی بر خوراک مصرفی، تغییرات وزن بدن و نمره وضعیت بدنی

	جیره‌ها[1]			SEM	سطح معنی‌داری		
	نسبت کم	نسبت متوسط	نسبت زیاد		جیره	زمان	جیره×زمان
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)	۲۳/۷۸	۲٤/۷۱	۲۳/٦۹	۰/٥۳	۰/۳٥	۰/۲٤	۰/۳۰
وزن بدن (کیلوگرم)	٦۳۳/۰۰	٦۳۲/٦۲	٦۲۳/۲٥	۲۰/٦۸	۰/۹۳	۰/۷۲	۰/٤۱
تغییرات وزن بدن (کیلوگرم در دوره)	-۳٦/۱۱	-۳۲/٦۰	-۳۷/۳۰	۱/۸۹	۰/۰۷	۰/۱٤	۰/۲٤
امتیاز بدنی	۳/۲٥	۳/۳٤	۳/۲۲	۰/۰٤	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۱
تغییرات امتیاز بدنی (واحد در دوره)	-۰/٥۲[ab]	-۰/٤۸[b]	-۰/٦۹[a]	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۱٤	۰/۲۷

۱. جیره‌ها بیانگر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ به ترتیب کم: ۲/٥ به ۱، متوسط: ٤/٥ به ۱ و زیاد: ٦/٥ به ۱ در جیره می‌باشند.

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰٥).

جدول٤. تأثیر جیره‌های آزمایشی بر تولید و ترکیبات شیر تولیدی و غلظت هاپتوگلوبین پلاسما

	جیره‌ها[1]			SEM	سطح معنی‌داری		
	نسبت کم	نسبت متوسط	نسبت زیاد		جیره	زمان	جیره×زمان
تولید شیر (کیلوگرم در روز)	٤٣/٢٨[a]	٤٤/٢٠[a]	٣٩/١٦[b]	٠/٩٧	٠/٠٣	٠/٠٢	٠/٢٨
شیر تصحیح شده برای چربی (٤ درصد)	٤٢/٣٢[a]	٤٣/٦٢[a]	٣٨/٤٥[b]	٠/٨٥	٠/٠٠١	٠/٠١	٠/٢٢
چربی (درصد)	٤/١٠	٤/٢١	٣/٩٨	٠/١٩	٠/٣٨	٠/٣٩	٠/٢٦
پروتئین (درصد)	٢/٩٤	٢/٩٨	٢/٨٩	٠/٠٤	٠/٣٩	٠/٣٤	٠/١٥
لاکتوز (درصد)	٤/٥٤	٤/٦١	٤/٤٨	٠/١٠	٠/٦٦	٠/٦٦	٠/٣٤
کل مواد جامد (درصد)	١٢/١٤	١٢/٣٢	١٢/١١	٠/٢٠	٠/٧٢	٠/٧٣	٠/٤٤
هاپتوگلوبین پلاسما (میکروگرم در میکرولیتر)	٠/٤٤[b]	٠/٤١[b]	٠/٥٨[a]	٠/٠٥	٠/٠٣	٠/٤١	٠/١٨

١. جیره‌ها بیانگر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ به ترتیب کم: ٢/٥ به ١، متوسط: ٤/٥ به ١ و زیاد: ٦/٥ به ١ در جیره می‌باشند.

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<٠/٠٥).

نتایج تأثیر جیره‌های آزمایشی بر تولید شیر، ترکیبات شیر و غلظت هاپتوگلوبین پلاسما در جدول ٤ ارائه شده است. میزان تولید شیر گاوهای تغذیه‌شده با جیره حاوی نسبت زیاد (٦/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ کم‌تر از سایر گاوها بود (P<٠/٠٥). تولید شیر تصحیح‌شده برای چهار درصد چربی در جیره نسبت زیاد (٦/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ در مقایسه با سایر جیره‌ها به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود (P<٠/٠٥).

نتایج مشابهی با کاهش نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ جیره گزارش شده است و تولید شیر با کاهش این نسبت افزایش نسبی پیدا کرد [٢٤]. در پژوهشی، کاهش نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ از ٦/١ به ٤/١ در جیره گاوهای شیرده پرتولید، سبب افزایش تولید شیر شد. احتمالا کاهش نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ از ٦/١ به ٤/١ می‌تواند تسهیم مواد مغذی را طوری تحت تأثیر قرار دهد که سهم عمده انرژی خالص دریافتی صرف تولید شیر شود [٩].

درصد چربی، پروتئین، لاکتوز و کل مواد جامد شیر در بین جیره‌های مختلف تفاوتی نداشت که با نتایج گزارش شده قبلی [٩] مطابقت داشت. در تناقض با این نتایج، در آزمایشی با کاهش نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ جیره، درصد چربی و لاکتوز افزایش و درصد پروتئین کاهش یافته است [٢٤]. از دلایل تفاوت بین پژوهش‌ها می‌توان به طول دوره مطالعه، کیفیت جیره، مقدار شیر تولیدی، زمان شروع مکمل‌سازی چربی بعد از زایمان و اثرات متقابل بین عوامل اشاره کرد.

در گاوهای تغذیه‌شده با جیره نسبت زیاد (٦/٥ به ١) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ به‌طور معنی‌داری غلظت هاپتوگلوبین پلاسما بالاتر از سایر گاوها بود (P<٠/٠٥). در پژوهشی گزارش شد که غلظت هاپتوگلوبین پلاسما در گاوهای مصرف‌کننده جیره غنی از امگا-٦ به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد [٢١]. هم‌چنین در پژوهشی دیگر نیز با کاهش نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ از ٦/١ به ٤/١ در جیره گاوهای شیرده پرتولید، اثرات ضد التهابی به‌وضوح مشاهده شده بود [٩]. علاوه براین، پژوهش‌گران گزارش نمودند که غلظت بالای هاپتوگلوبین در تلیسه‌ها با کاهش عملکرد تولیدمثلی همراه بوده است [١٢].

اثر جیره‌های مختلف بر تعداد فولیکول‌های مختلف تخمدان و نیز قطر جسم زرد در جدول (٥) ارائه شده است.

جدول ۵. تأثیر جیره‌های آزمایشی بر دینامیک فولیکولی تخمدان

تعداد فولیکول (عدد)	جیره‌ها[1]			SEM	سطح معنی‌داری		
	نسبت کم	نسبت متوسط	نسبت زیاد		جیره	زمان	جیره×زمان
کوچک‌تر از پنج میلی‌متر	۱/٤۷	۱/۵۷	۱/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۵
پنج تا ۱۰ میلی‌متر	۱/۸۱	۲/۰۲	۱/٦٦	۰/۱٤	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۲۲
بزرگ‌تر از ۱۰ میلی‌متر	۰/۷۳^{ab}	۰/۸۱^{a}	۰/۵۸^{b}	۰/۰٤	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۹
مجموع فولیکول‌ها	٤/۰۲^{ab}	٤/٤۱^{a}	۳/۵^{b}	۰/۲۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱٤
قطر جسم زرد، میلی‌متر	۱۵/۷۰	۱۷/٤۱	۱۳/٦۲	۱/۰۷	۰/۰٦	۰/۰۷	۰/۳۰

۱. جیره‌ها بیانگر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ به‌ترتیب کم: ۲/۵ به ۱، متوسط: ٤/۵ به ۱ و زیاد: ٦/۵ به ۱ در جیره می‌باشند.

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

تفاوتی در تعداد فولیکول‌های کوچک‌تر از پنج میلی‌متر و پنج تا ۱۰ میلی‌متر در اثر تغذیه گاوها جیره‌های مختلف مشاهده نشد. تعداد فولیکول‌های بزرگ‌تر از ۱۰ میلی‌متر و مجموع فولیکول‌ها در جیره نسبت متوسط (٤/۵ به ۱) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ در مقایسه با جیره نسبت زیاد (٦/۵ به ۱) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (P<۰/۰۵).

تأثیر اسیدهای چرب بلند زنجیر غیراشباع بر عملکرد تخمدان در چندین مطالعه بررسی‌شده و نتایج متفاوتی گزارش شده است. در مطالعه‌ای گزارش شده است که با کاهش نسبت امگا-٦ به امگا-۳ در جیره گاوهای شیری، تعداد فولیکول‌های کوچک و هم‌چنین تعداد فولیکول‌های برداشته‌شده از تخمدان در مقایسه با تیمار شاهد افزایش پیدا کرده است. این پژوهش‌گران بهبود عملکرد تخمدان را به تغییر پروفایل اسید چرب پلاسما و تخمدان نسبت دادند [۲۵]. هم‌چنین در پژوهشی با تغذیه گاوهای شیری با منبع امگا-۳ در مقایسه با منبع امگا-٦ منجر به افزایش قطر فولیکول‌های غالب شده است [۲]. در مطالعه‌ای دیگر با افزودن منبع اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا-۳ در جیره، تعداد فولیکول‌های متوسط افزایش پیدا کرد [۱۳]. این در حالیست که در تغذیه گاوهای شیری با نمک کلسیمی روغن پالم، بذر کتان یا آفتابگردان، تفاوتی در دینامیک فولیکولی بین تیمارها مشاهده نشده است [۱۵].

در مطالعه حاضر، علی‌رغم تمایل به معنی‌داری قطر جسم زرد در جیره نسبت متوسط، تفاوت معنی‌داری بین جیره‌های مختلف دیده نشد. در یک مطالعه ۱٤۱ گاو هلشتاین زایمان کرده به سه جیره انرژی یکسان، پروتئین یکسان و چربی یکسان تقسیم و جیره‌ها شامل دانه کتان، نمک‌های کلسیمی روغن پالم و سویای میکرونیزه شده بود. قطر جسم زرد در گاوهای تغذیه‌شده با دانه کتان بزرگ‌تر از گاوهای تغذیه‌شده با سویا بود (۱۹/۷ میلی‌متر در برابر ۱٦/۹ میلی‌متر) و مرگ‌ومیر رویانی از روز ۳۰ تا ۵۰ بعد از تلقیح در گاوهای تغذیه‌شده با دانه کتان (۱۰/٤ درصد) نسبت به نمک‌های کلسیمی روغن پالم (۱۵/٤ درصد) یا سویا (۱۳/٦ درصد) کم‌تر گزارش شده بود [۱٦].

تأثیرجیره‌های آزمایشی بر غلظت پلاسمایی پروژسترون و استرادیول در جدول (٦) ارائه شده است. در مطالعه حاضر تیمار نسبت زیاد (٦/۵ به ۱) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ به‌طور معنی‌داری میانگین غلظت پروژسترون را کاهش داد (P<۰/۰۵). در مطالعه‌ای گزارش شده است که غلظت پروژسترون در هنگام تلقیح در گروه تغذیه‌شده با منبع امگا-۳ نسبت به امگا-٦ بالاتر می‌باشد [۲].

جدول ٦. تأثیر جیره‌های آزمایشی بر غلظت پلاسمایی هورمون‌های تولیدمثلی

	جیره‌ها[1]			SEM	سطح معنی‌داری
	نسبت کم	نسبت متوسط	نسبت زیاد		
پروژسترون میانگین (نانوگرم در میلی‌لیتر)	۲/۷۸[a]	۲/٦۷[a]	۲/۱۲[b]	۰/۱۸	۰/۰٤
پیک P4 (نانوگرم در میلی‌لیتر)	۸/۷٦	۸/۳٦	۷/٤٦	۰/٤٦	۰/۱۵
استرادیول (پیکوگرم در میلی‌لیتر)	۳/۸۱	٤/۱۳	۳/۲۰	۰/۵۳	۰/۳۱

۱. جیره‌ها بیانگر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ به ترتیب کم: ۲/۵ به ۱، متوسط: ٤/۵ به ۱ و زیاد: ٦/۵ به ۱ در جیره می‌باشند.

a-b: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

تغذیه گاوهای شیری با چربی، معمولاً قطر فولیکول تخمک‌ریزی‌شده و به‌تبع غلظت پروژسترون را تحت تأثیر قرار داده و افزایش می‌دهد [۲۱]. نتایج حاصل از برخی مطالعات نشان‌دهنده این نکته می‌باشد که جیره‌های غنی از امگا-٣ قطر فولیکول تخمک‌ریزی‌شده و قطر جسم زرد را افزایش می‌دهد [۱۹]. درحالی‌که در گاوهای تغذیه‌شده با جیره‌های غنی از امگا-٦ قطر فولیکول کاهش پیدا می‌نماید [۲۱]. فولیکول غالب بزرگ‌تر، جسم زرد بزرگ‌تر و در نتیجه پروژسترون بیش‌تری تولید خواهد کرد [۲۰]. برخی از پژوهش‌گران گزارش کرده‌اند که مصرف اسیدهای چرب امگا-٣ با به تأخیر افتادن تحلیل جسم زرد سبب افزایش پروژسترون می‌شود [۵].

غلظت پلاسمایی استرادیول در جیره‌های مختلف تفاوت‌معنی‌داری نشان نداد که با نتایج سایر پژوهش‌گران همخوانی دارد [٦ و ۱۳]. این در حالیست که در پژوهشی گاوهای دریافت‌کننده اسید لینولنیک (منبع امگا-٣)، غلظت استرادیول مرحله فولیکولی بالاتر گزارش شده است [۱۷]. هم‌چنین در پژوهشی گزارش گردید، غلظت استرادیول در مایع فولیکولی گاوهای گوشتی تغذیه‌شده با روغن سویا (منبع امگا-٦) کاهش یافته است [۱۸]. پیشنهاد شده است که اسیدهای چرب غیراشباع امگا-٣ و امگا-٦ به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم (از طریق پروستاگلاندین‌ها) اثرات مختلفی بر ساخت و تولید استروئید تخمدان دارند [۱۸].

براساس نتایج حاصل از این آزمایش تغذیه گاوهای با جیره‌های حاوی نسبت متوسط (٤/۵ به ۱) اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ تولید شیر و عملکرد تخمدان را بهبود می‌دهد و سبب کاهش التهاب از طریق غلظت هاپتوگلوبین می‌شود. به‌نظر می‌رسد تعدیل نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-٣ در جیره گاوهای تازه‌زا می‌تواند یک راه‌کار برای افزایش عملکرد تولیدی و بهبود سلامت و درنهایت بهبود عملکرد تخمدانی گاوهای شیری تازه‌زا باشد.

٤. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۵. منابع مورد استفاده

1. Allen MS (2000) Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science, 83(7): 1598-1624.
2. Ambrose DJ, Kastelic JP, Corbett R, Pitney PA, Petit HV and Small JA (2006) Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in α-linolenic acid. Journal of Dairy Science, 89(8): 3066-3074.
3. Atwal AS, Hidiroglou M, Kramer JKG and Binns MR (1990) Effects of feeding α-tocopherol and calcium salts of fatty acids on vitamin E and fatty acid composition of cow's milk. Journal of Dairy Science, 73(10): 2832-2841.
4. Bradford BJ, Yuan K, Farney JK, Mamedova LK and Carpenter AJ (2015) Invited review: Inflammation during the transitionto lactation: New adventures with an old flame. Journal of Dairy Science, 98(10): 6631-6650.

5. Burke JM, Staples CR, Risco CA, De La Sota RL and Thatcher WW (1997) Effect of Ruminant Grade Menhaden Fish Meal on Reproductive and Productive Performance of Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 80(12): 3386-3398.
6. Dirandeh E, Towhidi A, Pirsaraei ZA, Hashemi FA, Ganjkhanlou M and Zeinoaldini S (3013) Plasma concentrations of PGFM and uterine and ovarian responses in early lactation dairy cows fed omega-3 and omega-6 fatty acids. Theriogenology, 80(2): 131-137.
7. Drackley JK (1999) Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? Journal of Dairy Science, 82(11): 2259-2273.
8. Firkins JL and Eastridge ML (1992) Replacement of Forage or Concentrate with Combinations of Soyhulls, Sodium Bicarbonate, or Fat for Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 75(10): 2752-2761.
9. Greco LF, Neto JTN, Pedrico A, Ferrazza RA, Lima FS and Bisinotto RS (2015) Effects of altering the ratio of dietary n-6 to n-3 fatty acids on performance and inflammatory responses to a lipopolysaccharide challenge in lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science, 98(1): 602-617.
10. Holter JE, Hayes HH, Urban WE and Duthie AH (1992) Energy Balance and Lactation Response in Holstein Cows Supplemented with Cottonseed with or Without Calcium Soap. Journal of Dairy Science, 75(6): 1480-1494.
11. Jenkins TC and Palmquist DL (1984) Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. Journal of Dairy Science, 67(5): 978-986.
12. Kanno H and Katoh N (2001) Analysis by enzyme-linked immunosorbent assay and 2-dimensional electrophoresis of haptoglobin in the high-density lipoprotein fraction in cows. Journal of Veterinary Medicine Science, 63(1): 61-66.
13. Moussavi ARH, Gilbert RO, Overton TR, Bauman DE and Butler WR (2007) Effects of feeding fish meal and n-3 fatty acids on ovarian and uterine responses in early lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 90(1): 145-154.
14. Oltenacu PA and Broom DM (2010) The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. Animal Welfare, 19(1): 39-49.
15. Petit HV, Germiquet C and Lebel D (2004) Effect of Feeding Whole, Unprocessed Sunflower Seeds and Flaxseed on Milk Production, Milk Composition, and Prostaglandin Secretion in Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 87(11): 3889-3898.
16. Petit HV and Twagiramungu H (2002) Reproduction of dairy cows fed flaxseed, Megalac, or micronized soybeans. Journal of Dairy Science, 85(Suppl 1): 312.
17. Robinson RS, Pushpakumara PG, Cheng Z, Peters AR, Abayasekara DR and Wathes DC (2002) Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. Reproduction, 124(1): 119-131.
18. Ryan DP, Spoon RA and Williams GL (1992) Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. Journal of Animal Science, 70(11): 3505-3513.
19. Santos JEP, Bilby TR, Thatcher WW, Staples CR and Silvestre FT (2008) Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. Reproduction Domestic Animals, 43: 23-30.
20. Sartori R, Guardieiro MM, Surjus RS, Melo LF, Prata AB and Ishiguro M (2013) Metabolic hormones and reproductive function in cattle. Animal Reproduction, 10: 199-205.
21. Silvestre FT, Carvalho TSM, Francisco N, Santos JEP, Staples CR and Jenkins TC (2011) Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding periods of Holstein cows: I. Uterine and metabolic responses, reproduction, and lactation. Journal of Dairy Science, 94(1): 189-204.
22. Wildman EE, Jones GM, Wagner PE, Boman RL, Troutt JHF and Lesch TN (1982) A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. Journal of Dairy Science, 65(3): 495-501.
23. Yousefi Zonuz A, Alijani A, Mohammadi H, Rafat SA and Daghigh Kia H (2013) Estimation of genetic parameters for productive and reproductive traits in Esfahan native chickens. Journal of Livestock Science and Technologies, 1: 36-40.
24. Zachut M, Dekel I, Lehrer H, Arieli A, Arav A and Livshitz L (2010) Effects of dietary fats differing in n-6: n-3 ratio fed to high-yielding dairy cows on fatty acid composition of ovarian compartments, follicular status, and oocyte quality. Journal of Dairy Science, 93(2): 529-545.
25. Zachut M, Arieli A, Lehrer H, Livshitz L, Yakoby S and Moallem U (2010) Effects of increased supplementation of n-3 fatty acids to transition dairy cows on performance and fatty acid profile in plasma, adipose tissue, and milk fat. Journal of Dairy Science, 93(12): 5877-5889.