Iranian Journal of Animal Science
Vol 52, No 4, Winter 2022 (271-283)
DOI: 10.22059/ijas.2021.329251.653844

علوم دامی ایران
دورۀ ۵۲، شمارۀ ۴، زمستان ۱۴۰۰ (ص ۲۸۳-۲۷۱)

مقاله پژوهشی:

اثر جایگزین‌کردن کنجاله سویا با پودر ماهی بر تولید شیر، ترکیبات شیر و عملکرد تولید مثلی گاوهای هلشتاین با فحلی مکرر

فرهاد کمالی دهکردی[1*]، حمید امانلو[2] و نیما صادقی بروجنی[3]
۱ و ۲. دانشجوی دکتری تغذیه دام و استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. دکتری تخصصی دامپزشکی، شرکت کشت و دامداری فکا، اصفهان، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۲۵)

چکیده

تعداد ۲۶۱ رأس گاو هلشتاین با دو زایش یا بیشتر و فحلی مکرر (کمینه سه تلقیح پی در پی ناموفق) به‌طور تصادفی به سه تیمار آزمایشی اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- جیره شاهد (بدون پودر ماهی)، ۲- جیره حاوی ۲/۵ درصد پودر ماهی و ۳- جیره حاوی ۵ درصد پودر ماهی. همه گاوها وارد پروتکل دابل آوسینک و تلقیح اجباری شدند. تولید شیر خام در تیمارهای شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی به ترتیب ۳۸/۴۹، ۳۹/۹۲ و ۴۱/۴۲ کیلوگرم در روز بود که تفاوت بین تیمار شاهد و تیمار حاوی ۵ درصد پودر ماهی معنی‌دار (P<۰/۰۱) بود. تولید شیر تصحیح شده بر اساس ٤ درصد چربی برای تیمار حاوی ۵ درصد پودر ماهی نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود (P<۰/۰۵). درصد چربی، پروتئین و لاکتوز شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. غلظت نیتروژن اوره‌ای پلاسما به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) تحت تأثیر استفاده از پودر ماهی کاهش یافت. غلظت کلسترول پلاسما در تیمار دارای ۵ درصد پودر ماهی بالاتر از تیمار شاهد بود (P<۰/۰۵). غلظت پروژسترون پلاسما در روز شانزدهم پس از تلقیح مصنوعی برای تیمار ۵ درصد پودر ماهی نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود (P<۰/۰۵). نسبت آبستنی به تلقیح مصنوعی هم در اولین تلقیح و هم در مجموع اولین و دومین تلقیح برای تیمار حاوی ۵ درصد پودر ماهی نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود (P<۰/۰۵). نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده پودر ماهی در سطح ۵ درصد جیره غذایی گاوهای با فحلی مکرر می‌تواند باعث بهبود وضعیت آبستنی و افزایش تولید شیر شود.

واژه‌های کلیدی: باروری، پودر ماهی، پروژسترون، گاو شیری، فحلی مکرر.

The effect of replacement soybean meal with fish meal on milk production, milk composition and reproductive performance in repeat breeder Holstein cows

Farhad Kamali Dehkordi[1*], Hamid Amanlou[2] and Nima Sadeghi Broujeni[3]
1, 2. Ph.D. Candidate and Professor, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
3. DVM, PhD in FKA Animal Husbandry and Agriculture Co., Isfahan, Iran
(Received: Aug. 28, 2021 - Accepted: Oct. 19, 2021)

ABSTRACT

The objective of this experiment was to determine the effects of fish meal supplementation on productive and reproduction performance in repeat breeder Holstein cows. Two hundred and sixty-one multiparous Holstein cows with at least three consecutive unsuccessful inseminations, without clinically detectable reproductive disorders, were randomly allocated to 1 of 3 dietary treatments. Dietary treatments were control, 2.5 or 5% fish meal, that replaced soybean meal. Cows were timed inseminated following the Double-Ovsynch protocol. Milk yield was (38.49, 39.92, and 41.42 kg/d, for cows fed the control, 2.5 and 5% FM diets respectively) of which the difference (P<0.01) between the control and 5% FM diets was significant. Likewise, 4% FCM was higher for treatment 5% FM relative to control (P<0.05). Milk fat, protein and lactose content (%) were not different among treatment (P>0.05) but milk protein yield was higher (P<0.05) for cows fed the 5% FM than control and 2.5% FM diets was significant. Plasma and milk urea nitrogen concentrations decreased significantly (P<0.05) affected fish meal by consumption. Plasma cholesterol concentration was higher for cows fed 5% FM compared to the control diet (P<0.01). Plasma progesterone concentration at 16 d post artificial insemination was greater for treatment 5% FM relative to control treatment (P<0.05). Pregnancy at the first service and cumulative (1st and 2nd service) for cows fed 5% FM content higher than control diet (P<0.05). These results indicated that supplementation the diet with 5% fish meal improved fertility and productive performance in repeat breeding cows.

Keyworlds: Dairy cows, fertility, fish meal, progesterone, repeat breeder.

* Corresponding author E-mail: Farhad.kamali@znu.ac.ir

مقدمه

در دهه‌های اخیر همراه با افزایش تولید شیر به ازای هر رأس گاو شیری، باروری و نسبت آبستنی به تلقیح کاهش یافته است (Butler, 2000; Darwash *et al.*, 1999). پس از زایش همراه با تولید شیر بالا به سرعت نیازهای غذایی افزایش می‌یابد که باعث می‌شود توازن منفی انرژی ۱۰-۸ هفته طول بکشد (Butler, 2005). توازن منفی انرژی (Lucy, 2001) و به دنبال آن کاهش گلوکز خون، انسولین و IGF-I[1]، افت فرکانس پالس LH[2] و به وجود آمدن کیست‌های تخمدانی (Zulu *et al.*, 2002)، استفاده از سطوح بالای پروتئین برای حداکثر کردن تولید شیر و در نتیجه سطح بالای نیتروژن اوره‌ای پلاسما و یا شیر (Rhoads *et al.*, 2006) را می‌توان از جمله دلایل کاهش باروری در مزارع گاو شیری مدرن، برشمرد. راهبردهای تغذیه‌ای زیادی از جمله استفاده از منابع چربی (Rodney *et al.*, 2015; Staples *et al.*, 1998)، به‌ویژه اسیدهای چرب امگا۳ شامل ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید (Elis *et al.*, 2016; Hadadi *et al.*, 2021)، آمینو اسیدها محافظت شده از هضم شکمبه‌ای (Lopes *et al.*, 2019)، ویتامین‌ها (Staples *et al.*, 2005) و مواد معدنی (Chester-Jones *et al.*, 2013) برای بهبود وضعیت تولید مثل در گاوهای شیری پیشنهاد شده است.

سندرم فحلی مکرر یکی از مهم‌ترین اختلالات تولیدمثلی به شمار می‌رود که شیوع آن در مزارع پرورش گاو شیری تا ۲۴ درصد گزارش شده است (Bartlett, 1986). در سندرم فحلی مکرر با در نظر گرفتن دوره انتظار اختیاری[3] ۶۰ روزه و ۳ دوره فحلی به طور میانگین ۲۱ روزه پس از زایش، حیوان در توازن منفی انرژی نیست. دلایل مختلفی از جمله مدیریت، ژنتیک و تغذیه (Ayalon, 1978) اختلالات هورمونی (Katagiri & Takahashi, 2004)، تعداد و کیفیت پایین اووسیت (Gustafsson & Emanuelson, 2002)، نقص در تخمک‌ریزی، نقص در عملکرد لوتئال و غلظت پایین پروژسترون در فاز لوتئال (Pérez-Marín & España, 2007) و مرگ رویان (Villarroel *et al.*, 2004) به عنوان دلایل اصلی ایجاد فحلی مکرر در گاو شناخته شده است که مرگ و میر رویان مهم‌ترین آن می‌باشد. مرگ و میر رویان در اولین تلقیح از ۱۰ تا ۴۰ درصد و در گاوهای با فحلی مکرر تا ۶۵ درصد برآورد شده است (Bilodeau-Goeseels & Kastelic, 2003). حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد از مرگ رویان بین روز ۸ تا ۱۶ آبستنی رخ داده است (Sreenan *et al.*, 2001) که هم‌زمان با دوره مهار ترشح پروستاگلاندین $F_{2\alpha}$ توسط رویان می‌باشد. ممکن است به علت عدم توسعه رویان، مقدار اینترفرون تاو[4] ترشح شده توسط رویان کم‌تر از مقدار مورد نیاز جهت مهار کردن ترشح پروستاگلاندین $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) از اندومتریم رحم باشد (Bilby *et al.*, 2006) و باعث پس‌روی جسم زرد و کاهش پروژسترون و از دست رفتن آبستنی شود. ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید به عنوان مهار کننده ترشح $PGF_{2\alpha}$ از سلول‌های اندومتریوم گاو شناخته شده است (Mattos *et al.*, 2004). این اسیدهای چرب به وسیله مکانیسم‌هایی از جمله کاهش فراهمی پیش‌ساز آراشیدونیک اسید، افزایش رقابت بین این اسیدهای چرب با آراشیدونیک اسید برای متصل شدن به آنزیم پروستاگلاندین H سنتاز[5] و مهارکردن ساخت یا فعالیت PGH سنتاز، ساخت $PGF_{2\alpha}$ را مهار می‌کنند (Mattos *et al.*, 2000). مهارکردن ترشح $PGF_{2\alpha}$ از اندومتریوم رحم احتمالا پس‌روی جسم زرد را به تاخیر اندازد و باروری به وسیله بهبود یافتن زنده‌مانی رویان افزایش یابد. اینترفرون تاو به‌عنوان یک سیگنال پاراکرین در محیط رحم عمل می‌کند و همراه با پروژسترون، تولید هیستوتروف به وسیله اندومتریوم رحم و افزایش مواد مغذی برای رویان را تحریک می‌کند (Lima *et al.*, 2016) هیستوتروف از آمینو اسیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و یون‌های تولید شده توسط غدد اندومتریوم تشکیل می‌شود و نقش مهمی در تامین نیازهای غذایی رویان ایفا می‌کند (Spencer *et al.*, 2004).

1. Insulin-like growth factor-I
2. Luteinizing Hormone
3. Voluntary waiting period
4. Interferon tau
5. PGH synthase

تا زمان شروع لانه‌گزینی رویان که از روز بیستم اتفاق می‌افتد، رویان در محیط داخل رحم شناور باقی می‌ماند و تا زمان برقراری ارتباط عروقی با مادر به وسیله کارانکل‌ها، به طور کامل به ترشحات رحمی تشکیل شده از هیستوتروف برای توسعه یافتن وابسته است (Lopes *et al.*, 2019). غلظت بیشتر آمینو اسیدها به ویژه لیزین و متیونین در رحم و لوله رحمی[1] نسبت به پلاسما بالاتر می‌باشد (Hugentobler *et al.*, 2007). افزایش قابل توجه این آمینو اسیدها در مایع رحمی، نزدیک به زمان طویل شدن رویان نشان می‌دهد که ممکن است مقدار زیاد این آمینو اسیدها برای این مرحله از توسعه رویان حیاتی باشد (Wiltbank *et al.*, 2014). پودر ماهی به عنوان یک منبع اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید (Moussavi *et al.*, 2007a) هم‌چنین منبع پروتئین با تجزیه پذیری پایین در شکمبه و دارا بودن آمینو اسیدها متوازن از لحاظ لیزین و متیونین نسبت به کل آمینو اسیدهای ضروری (F. A. P. Santos *et al.*, 1998) و دارا بودن مواد معدنی پرمصرف و کم مصرف به احتمال می‌تواند عاملی برای بهبود وضعیت تولید مثل در جیره گاوهای شیری، مورد استفاده قرار گیرد. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر استفاده از دو سطح ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی در جیره گاوهای هلشتاین با فحلی مکرر بر روی عملکرد تولید شیر و تولید مثل بوده است.

مواد و روش ها

این آزمایش از ابتدای پاییز سال ۱۳۹۷ به مدت ۹ ماه در مجتمع کشت و دامداری فکا وابسته به سازمان تامین اجتماعی کشور واقع در استان اصفهان انجام شد. تعداد ۲۶۱ رأس گاو هلشتاین با دو زایش یا بیشتر و کمینه سه تلقیح پی در پی ناموفق به طور تصادفی به سه تیمار آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد یا بدون پودر ماهی (۸۷ راس)، ۲- جیره با ۲/۵ درصد پودر ماهی (۸۶ راس) و ۳- جیره با ۵ درصد پودر ماهی (۸۸ راس) اختصاص داده شد. متوسط روزهای شیردهی به ترتیب ۱۹۶±۵۱/۰۹، ۴۵/۶۲±۱۹۹/۱۹ و ۴۲/۵۲ ± ۱۹۸/۷۵ و متوسط دوره شیردهی به ترتیب ۱/۰۱ ± ۲/۹۸، ۱/۰۲ ± ۲/۹۷ و ۱/۰۵ ± ۳/۰۲ برای تیمارهای شاهد، ۲/۵ درصد پودر ماهی و ۵ درصد پودر ماهی بود. اجزای تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است و ترکیبات شیمیایی پودر ماهی و کنجاله سویا در جدول ۲ نشان داده شده است. گاوهایی که وارد طرح شدند دارای چرخه‌های فحلی منظم، بدون نقص آناتومیک دستگاه تولیدمثل و بدون سابقه بیماری‌های دستگاه تولیدمثل از جمله متریت بودند، در این آزمایش به وسیله سیتوبراش از ترشحات رحمی از عقب سرویکس (به طرف رحم) نمونه برداری و به وسیله نوار مخصوص Multistix 10 SG, Bayer (Corporation, Elkart, IN)، گاوهای دارای آندومتریت رحمی شناسایی و از طرح خارج شدند. پس از یک ماه از مصرف جیره‌های آزمایشی، گاوها وارد پروتکل دبل آوسینک و تلقیح اجباری شدند. تشخیص آبستنی بین روزهای ۳۰ تا ۳۵ پس از تلقیح با استفاده از دستگاه سونوگرافی (Draminiski, 4VET mini, Poland) انجام شد. طی دوره آزمایشی از خوراک مخلوط به صورت هفتگی نمونه برداری و با خشک کردن در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت درصد ماده خشک خوراک تعیین شد. شیردوشی روزانه سه نوبت در ساعت‌های ۰۱:۰۰، ۰۹:۰۰ و ۱۷:۰۰ انجام شد. تولید شیر در ابتدای شروع آزمایش پیش از شروع مصرف جیره‌های آزمایشی به عنوان عامل کوارییت ثبت و پس از آن به مدت ۳ ماه، تولید شیر روزانه، هر ماه یک بار اندازه‌گیری و ثبت شد. به منظور اندازه‌گیری ترکیبات شیر از قبیل چربی، پروتئین و لاکتوز هر ماه یک بار از سه نوبت متوالی شیردوشی نمونه گیری انجام و با استفاده از دستگاه لاکتواسکن (CombiFoss 78110; Foss Analytical A/S, Hillerød, Denmark) ترکیبات آن اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری از خون به منظور اندازه‌گیری غلظت پروژسترون، نیتروژن اوره‌ای خون و دیگر فراسنجه‌های خونی در روز هفتم و شانزدهم پس از تلقیح، دو ساعت پس از خوراک‌دهی صبح به

1. Oviduct

وسیله لوله‌های هپارین‌دار تحت خلأ از سیاهرگ دمی انجام شد. نمونه‌های خون در ۳۰۰۰ دور (g) در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ و پلاسمای جدا شده در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد ذخیره شدند. غلظت پروژسترون پلاسما با استفاده از دستگاه الایزا (Elisa Biotech ELX800, USA) و کیت (Monobind Inc, Lake Forest, CA) اندازه‌گیری شد. تعیین غلظت نیتروژن اوره‌ای، کلسترول و گلوکز پلاسما به وسیله دستگاه اتوآنالایزر (Mindray auto-analyzer BS200, China) و با استفاده از کیت‌های تشخیصی شرکت پارس آزمون ساخت ایران انجام شد.

جدول ۱. اجزای تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی دارای پودر ماهی

Table 1. Ingredient and chemical composition of the experimental diets[1] containing fish meal (FM)

Ingredient	Diet		
	Control	2.5% FM	5% FM
Ingredient % of DM			
Alfalfa hay	11.07	11.07	11.07
Corn silage	23.60	23.60	23.60
Wheat straw	2.62	2.62	2.62
Beet sugar pulp, dried	2.92	2.92	2.92
Barley grain, rolled	6.01	6.01	6.01
Corn grain, ground, dry	27.34	27.34	27.34
Cottonseed, whole with lint	2.40	2.40	2.40
Soybean meal, solvent	10.03	7.53	5.03
Fish meal	-	2.50	5.00
Canola meal	4.51	4.51	4.51
Meat meal	3.98	3.98	3.98
Fat Powder	1.50	1.50	1.50
Urea	0.32	0.32	0.32
Magnesium oxide	0.21	0.21	0.21
Calcium Carbonate	0.86	0.86	0.86
Calcium phosphate-Di	0.23	0.23	0.23
Salt	0.46	0.46	0.46
Sodium bicarbonate	1.30	1.30	1.30
Bentonite	0.30	0.30	0.30
Methionine	0.05	0.05	0.05
Monensin	0.01	0.01	0.01
Vitamin & Mineral premix[2]	0.28	0.28	0.28
Chemical analysis, % of DM			
ADF			
NDF			
NFC4			
Ether extract			
Ash			
Ca			
P			
Mg			
NEL, Mcal/kg			
CP	17.40	17.50	17.60
RDP	10.80	10.50	10.20
RUP	6.60	7.00	7.40
NDF	30.70	30.10	29.50
ADF	17.20	17.00	16.70
NFC	39.90	39.6	39.20
EE	5.00	5.55	6.10
Ca	1.14	1.27	1.39
P	0.57	0.63	0.68
NE_L, Mcal/kg	1.57	1.59	1.61

۱. تیمارهای آزمایشی شامل: شاهد (بدون پودر ماهی)، تیمار دارای ۲/۵٪ پودر ماهی، تیمار دارای ۵٪ پودر ماهی.

1. Experimental diets include: Control (Without fish meal), with 2.5% fish meal and with 5% fish meal

۲. مکمل ویتامینه و معدنی شامل:

2,000,000 IU of vitamin A/kg, 550,000 IU of vitamin D/kg, and 3,750 IU of vitamin E/kg, 220 mg of Co/kg, 12 g of Cu/kg, 360 mg of I/kg, 23.5g of Mn/kg, 100 mg of Se/kg, 8.4 g of Zn/kg.

جدول ۲. ترکیبات شیمیایی کنجاله سویا و پودر ماهی
Table 2. Chemical composition sobyan meal (SBM) and fish meal (FM)

Items	DM (%)	
	SBM	FM
CP	47.40	52.50
Unavailable protein (%CP)	3.45	5.81
EE	1.40	21.80
NDF	24.00	-
NFC	19.42	-
Ash	7.78	19.20

تیمارهای آزمایشی شامل: شاهد (بدون پودر ماهی)، تیمار دارای ۲/۵٪ پودر ماهی، تیمار دارای ۵٪ پودر ماهی.
Experimental diets include: Control (Without fish meal), 2.5% fish meal and 5% fish meal.

داده‌های جمع‌آوری‌شده در نرم‌افزار اکسل (Excel 2016) مرتب و به وسیله نرم افزار SAS (ویرایش ۹/۳) با رویه Mixed با اندازه‌های تکرارشده در زمان[1] تجزیه و تحلیل آماری شد. مقایسه میانگین‌ها برای هر صفت به وسیله آزمون توکی انجام شد. داده‌های مربوط به عملکرد تولید مثل شامل درصد گیرایی در اولین تلقیح و مجموع درصد گیرایی در اولین و دومین تلقیح با رویه GLIMMIX با استفاده از رگرسیون لجستیک مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ و سطح ۰/۱ ≤ P< ۰/۰۵ در صفات غیرتولیدمثلی و ۰/۱۵ ≤ P< ۰/۰۵ در صفات تولیدمثلی تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شدند. مدل آماری طرح به صورت زیر است:

$$Y_{ijkl}= \mu+T_i+P_j+B_k+C_l+(T_i\times P_j)+(T_i\times B_k)+\beta(x_{ij}-x..)+e_{ijkl}$$

که در آن، Y_{ijkl}= مقدار هر مشاهده، μ= میانگین مشاهدات، T_i= اثر تیمار، P_j= اثر دوره (دوره نمونه‌گیری)، B_k= اثر بلوک (دوره شیردهی)، C_l= اثر حیوان(عامل تصادفی)، $(T_i\times P_j)$ = اثر متقابل تیمار و دوره، $(T_i\times B_k)$= اثر متقابل تیمار و بلوک، $\beta_{(xij-x..)}$ = اثر کوواریت، e_{ijkl}= اثر باقیمانده

نتایج و بحث

به دلیل تعداد زیاد دام در آزمایش، امکان خوراک‌دهی گاوها به صورت انفرادی وجود نداشت به همین دلیل ماده خشک مصرفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار نگرفت و فقط میانگین مصرف روزانه هر گروه گزارش شد. تعدادی از پژوهش‌های پیشین (Atwal & Erfle, 1992, Bruckental *et al.*, 1989) کاهش ماده خشک مصرفی تحت تأثیر پودر ماهی در خوراک گاوهای شیری را گزارش کردند. کاهش ماده خشک مصرفی به دلیل کاهش هضم فیبر در شکمبه یا به دلیل عدم خوش‌خوراکی رخ می‌دهد. محققان دیگر پیشنهاد کرده اند که در صورتی که مقدار پودر ماهی در جیره گاوهای شیری پایین تر از ۶/۵ درصد باشد، کاهش ماده خشک مصرفی رخ نمی‌دهد (Carroll *et al.*, 1994). در پژوهشی دیگر (Donovan *et al.*, 2000) نتایج نشان داد که استفاده از روغن ماهی به مقدار ۱ درصد جیره غذایی، ماده خشک مصرفی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد، اما زمانی که روغن ماهی تا ۳ درصد جیره افزایش یافت باعث کاهش معنی‌دار (P<۰/۰۱) در ماده خشک مصرفی شد.

در این پژوهش با توجه به مقدار پودر ماهی در جیره (۵ درصد)، و درصد چربی پودر ماهی (۲۱/۸ درصد) مقدار روغن ماهی موجود در خوراک حدود ۱/۰۹ درصد ماده خشک است که مشابه با یافته‌های محققان دیگر تفاوت قابل توجهی در ماده خشک مصرفی ایجاد نکرده است (Carroll *et al.*, 1994; Santos *et al*, 1998; Mattos *et al*, 2002). روند تولید شیر در طول دوره آزمایش در شکل ۱ و نتایج مربوط به میانگین تولید و ترکیبات شیر در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین تولید شیر روزانه برای گروه شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی به ترتیب ۳۸/۴۹، ۳۹/۹۲ و ۴۱/۴۲ کیلوگرم در روز بود، تفاوت بین تیمارها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). تفاوت بین تیمار شاهد و ۲/۵ درصد پودر ماهی و همین‌طور بین تیمار ۲/۵ درصد پودر ماهی و ۵ درصد پودر ماهی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) و تنها بین تیمارهای شاهد و ۵ درصد پودر ماهی معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). تولید شیر بالاتر تحت تأثیر استفاده از پودر ماهی در جیره گاوهای شیری در چند پژوهش دیگر مشاهده شده بود (Atwal & Erfle, 1992; Carroll,1994; Moussavi *et al.*, 2007b). بالاتر بودن غلظت انرژی در جیره‌های

1. Repeated measure

دارای پودر ماهی نسبت به جیره شاهد (۱/۵۷، ۱/۵۹ و ۱/۶۱ مگاکالری بر کیلوگرم به ترتیب برای تیمار شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی) و همین‌طور درصد پروتئین بالاتر در این جیره‌ها نسبت به جیره شاهد (۱۷/۴، ۱۷/۵ و ۱۷/۶ درصد به ترتیب برای تیمار شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی) می‌تواند دلیلی برای بخشی از تولید شیر بالاتر در تیمارهای دارای پودر ماهی باشد.

افزایش جریان آمینو اسیدهای ضروری به دوازدهه (O'Mara *et al.*, 1998) به ویژه متیونین (Zerbini *et al.*, 1988) که اولین آمینو اسید محدود کننده تولید شیر به شمار می‌رود، با استفاده از پودر ماهی در جیره گاوهای شیری گزارش شده است که می‌تواند تولید شیر بالاتر در تیمارهای دارای پودر ماهی را به همراه داشته باشد. در بعضی از مطالعات اختلاف معنی‌داری در تولید شیر مشاهده نشد (Abu-Ghazaleh *et al.*, 2001; Mattos *et al.*, 2002) محققان دیگر (Santos *et al.*, 1998) به منظور بررسی اثر پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه بر عملکرد گاوهای شیری تعداد ۳۲ پژوهش که در آن‌ها پودر ماهی با کنجاله سویا مقایسه شده بود را بررسی و مشاهده کردند که افزودن پودر ماهی به جیره گاوهای شیری با تولید شیر بیش از ۳۰ کیلوگرم آثار سودمند بیشتری بر عملکرد تولید شیر دارد. بنابراین یک دلیل احتمالی تفاوت مطالعه حاضر با دیگر مطالعات (Spain *et al.*, 1990, Zerbini *et al.*, 1988) آزمایش بر روی گاوهای پرتولید در پژوهش ما می‌باشد. محققان دیگر (Moussavi *et al.*, 2007b) دلایلی شامل متفاوت بودن نسبت علوفه به کنسانتره، مرحله شیردهی و تفاوت در ترکیب جیره را دلیل ختلاف در نتایج بین پژوهش‌های مختلف دانسته‌اند. اثر زمان بر تولید شیر روزانه معنی‌دار بود که دلیل آن افزایش روزهای شیردهی می‌باشد. اثر تیمار در زمان بر تولید شیر معنی‌دار نبود. میانگین تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی برای تیمارهای شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی به ترتیب ۳۳/۵۵، ۳۴/۷۶ و ۳۵/۴۰ کیلوگرم در روز بود، اختلاف بین تیمارها تمایل به معنی‌داری داشت (P=۰/۰۹). این اختلاف بین تیمارهای شاهد و ۵ درصد پودر ماهی معنی‌دار بود (P=۰/۰۳). نتایج ما با یافته‌های پژوهش‌های دیگر (Bruckental *et al.*, 1989) هم‌سو بود. میانگین تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی به طور معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار ۵ درصد پودر ماهی متفاوت بود (P<۰/۰۲). میانگین تولید شیر تصحیح شده بر اساس انرژی در تیمارهای دارای پودر ماهی به طور معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۱)، تفاوت بین تیمار شاهد و ۲/۵ درصد پودر ماهی معنی‌دارنبود (P=۰/۱۷)، اما تفاوت بین تیمار شاهد و ۵ درصد پودر ماهی معنی‌دار (P<۰/۰۱) و تفاوت بین تیمار ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی تمایل به معنی‌داری (P=۰/۰۸) داشت.

میانگین درصد چربی شیر بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). در تعدادی از پژوهش‌ها (Abu-Ghazaleh *et al.*, 2001, Spain *et al.*, 1990) هم‌زمان با استفاده از پودر ماهی یا روغن ماهی در جیره گاوهای شیری، کاهش درصد چربی شیر گزارش شده است. پیشنهاد شده است که خوراندن پودر ماهی تخمیر شکمبه‌ای را تغییر می‌دهد و سبب کاهش نسبت استات: پروپیونات می‌شود که با کاهش درصد چربی شیر همراه است (Hussein & Jordan, 1991)، مکانیسم‌های درگیر، شامل محدودکردن ساخت دنوو[1] اسیدهای چرب، محدود کردن لیپو پروتئین لیپاز در غدد پستان و تغییر دادن متابولیسم پس از شکمبه می‌باشد. ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزاهگزانوئیک اسید در غلظت‌های به نسبت بالا در پودر ماهی و روغن ماهی وجود دارند که مهارکننده‌های قوی‌تر لیپوژنز نسبت به دیگر اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه شناخته شده‌اند (Jump *et al.*, 1997). در پژوهش حاضر درصد چربی شیر برای تیمار دارای ۵ درصد پودر ماهی پایین‌تر از دو تیمار دیگر بود اما این اختلاف معنی‌دار نبود نتایج این پژوهش مشابه با نتایج پژوهش‌های دیگر (Mattos *et al.*, 2002; Moussavi *et al.*, 2007b; Polan *et al.*, 1997) بود. میانگین تولید چربی شیر روزانه گاوها برای تیمار شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی به ترتیب ۱/۲۰، ۱/۲۵ و ۱/۲۷

1. De novo

کیلوگرم در روز بود. اثر تیمار معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) و فقط اختلاف بین تیمار شاهد و ۵ درصد پودر ماهی تمایل به معنی‌داری (P=۰/۰۶) داشت.

میانگین درصد پروتئین شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵)، نتایج ما با مشاهدات محققان دیگر مطابقت داشت (Moussavi *et al.*, 2007b; Polan *et al.*, 1997). اما میانگین تولید روزانه پروتئین شیر به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و برای تیمار۵ درصد پودر ماهی بالاتر بود به طوری‌که این اختلاف بین تیمار شاهد و تیمار ۵ درصد پودر ماهی در سطح (P<۰/۰۱) و بین تیمار ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی در سطح (P<۰/۰۵) معنی‌دار بود. افزایش درصد و تولید روزانه پروتئین در تعدادی از پژوهش‌ها گزارش شده است (Abu-Ghazaleh *et al.*, 2001; Akayezu *et al.*, 1997)، که دلیل آن بهبود در توازن آمینو اسیدها یا جریان بیشتر نیتروژن به روده کوچک با افزودن پودر ماهی بیان شده است.

درصد لاکتوز شیر بین تیمارهای آزمایشی مشابه بود (P>۰/۰۵)، نتایج ما با پژوهش‌های دیگر (Abu-Ghazaleh *et al.*, 2001; Moussavi *et al.*, 2007b; Polan *et al.*, 1997) مطابقت داشت. آنالیز نمونه‌های شیر نشان داد که شمار سلول‌های بدنی شیر تفاوت معنی‌داری بین تیمارها آزمایشی نداشت (P>۰/۰۵). اما روند کاهشی همراه با افزایش درصد پودر ماهی در جیره‌های آزمایشی مشاهده شد که با نتایج پژوهشگران دیگر (Amirabadi Farahani *et al.*, 2019) که درصد پروتئین غیر قابل تجزیه در جیره گاوهای تازه‌زا افزایش داده بودند، مطابقت داشت. پژوهشگران دیگر (Barfourooshi *et al.*, 2018; Jolazadeh *et al.*, 2019; Moallem *et al.*, 2020) اثر اسیدهای چرب امگا۳ بر روی شمار سلول‌های بدنی را بررسی و کاهش شمار سلول‌های بدنی با مصرف این اسیدهای چرب را مشاهده کردند و دلیل آن را تغییر پاسخ‌های ایمنی و التهابی تحت تأثیر اسیدهای چرب امگا۳ ذکر کرده‌اند.

تغییرات امتیاز وضعیت بدنی برای تیمارهای شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی به ترتیب ۰/۳۰، ۰/۲۸ و ۰/۱۹ بود (جدول ۳)، اختلاف بین تیمارها تمایل به معنی‌دار بودن داشت. در یک مطالعه (Atwal & Erfle, 1992) که تاثیر استفاده از پودر ماهی و کنجاله سویا بر تولید و ترکیب شیر گاوهای شیری را مقایسه کرده بودند، محققان تولید شیر بالاتر و افزایش وزن روزانه پایین‌تر در تیمار پودر ماهی نسبت به تیمار کنجاله سویا در طول دوره آزمایشی را گزارش کردند و پیشنهاد کرده‌اند که خوراندن پودر ماهی به وسیله افزایش فراهمی آمینو اسیدها، باعث استفاده بیشتر از انرژی جهت تولید شیر می‌شود. در تعدادی از پژوهش‌های دیگر (Abu-Ghazaleh *et al.*, 2001, Burke *et al.*, 1997) اثر معنی‌داری از پودر ماهی بر تغییرات امتیاز وضعیت بدنی مشاهده نشد.

غلظت نیتروژن اوره‌ای پلاسما با افزایش درصد پودر ماهی در جیره گاوهای شیری به جای کنجاله سویا، به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش یافت (جدول ۴) نتایج ما با نتایج مطالعات دیگر (Abu-Ghazaleh *et al.*, 2001, Burke *et al.*, 1997) مطابقت داشت. این محققان دلیل این کاهش را کاهش در کاتابولیسم آمینو اسیدها در کبد دانسته‌اند زیرا که تشکیل اوره با تجزیه آمینو اسیدها مرتبط است. به نظر می‌رسد پایین تر بودن نیتروژن اوره‌ای خون با تولید روزانه بالاتر پروتئین شیر مرتبط باشد. در تعدادی از پژوهش‌های پیشین تفاوتی در غلظت نیتروژن اوره‌ای خون مشاهده نشده است (Calsamiglia *et al.*, 1995; Moussavi *et al.*, 2007b). غلظت بالای نیتروژن اوره‌ای پلاسما با کاهش باروری در گاوهای شیرده همراه است و باعث کاهش قدرت زنده‌مانی رویان می‌شود (Rhoads *et al.*, 2006). در پژوهش Santos *et al.* (2009) مشاهده شد که با افزایش نیتروژن اوره‌ای پلاسما درتلیسه‌ها توانایی اووسیت‌ها برای توسعه یافتن به مرحله بلاستوسیست به طور معنی‌داری کاهش یافت.

غلظت کلسترول پلاسما همراه با افزایش درصد پودر ماهی در جیره به طور معنی‌داری (P=۰/۰۱) افزایش یافت (جدول ۴). افزایش معنی‌دار غلظت کلسترول خون با افزودن روغن ماهی به جیره گاوهای شیری نسبت به جیره شاهد پیش از این گزارش شده بود (Ghasemzadeh-Nava *et al.*, 2011). اما در

مشاهدات پژوهشگران دیگر (Moussavi *et al.*, 2007a) غلظت کلسترول خون تحت تأثیر استفاده از پودر ماهی قرار نگرفت. به نظر می‌رسد دلیل اصلی این اختلاف، درصد چربی بالاتر در جیره‌های حاوی پودر ماهی نسبت به جیره شاهد در تحقیق ما باشد. در پژوهش‌های پیش از این توسط محققان دیگر افزایش کلسترول همراه با افزودن چربی به جیره گزارش شده است (Grummer & Carroll, 1991). ارتباط غلظت بالاتر کلسترول پلاسما با کوتاه‌تر بودن فاصله از زایش تا آبستنی و با احتمال آبستنی موفق تا ۱۵۰ روز بعد از زایش گزارش شده است (Westwood *et al.*, 2002).

میانگین غلظت پروژسترون پلاسما در روز هفتم و شانزدهم پس از تلقیح در جدول ۴ نشان داده شده است. با افزایش درصد پودر ماهی در جیره میانگین غلظت پروژسترون در روز هفتم پس از تلقیح افزایش یافت اما این افزایش معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). آنالیز نمونه‌های خون برای غلظت پروژسترون در روز شانزدهم پس از تلقیح، افزایش غلظت پروژسترون پلاسما با مصرف ۵ درصد پودر ماهی در جیره نسبت به جیره شاهد را نشان داد (P<۰/۰۵)، اختلاف بین تیمار شاهد و ۲/۵ درصد پودر ماهی تمایل به معنی‌داری داشت (P=۰/۱۰) در یک پژوهش Burke *et al.* (1997) مشاهده شد که درصد گاوهایی که غلظت پروژسترون پلاسما بالای ۱ نانوگرم در میلی‌لیتر ۴۸ ساعت پس از تزریق $PGF_{2\alpha}$ داشتند برای تیمار مصرف‌کننده پودر ماهی به طور معنی‌داری بالاتر بود. در پژوهشی دیگر (Swanepoel & Robinson, 2020) گزارش کردند که غلظت پروژسترون سرم در روز سیزدهم پس از تلقیح در گاوهای هلشتاین تغذیه شده با روغن ماهی به طور معنی‌داری بالاتر از گاوهای تغذیه شده با جیره شاهد بود. هم‌چنین در پژوهش‌های دیگری (Giller *et al.*, 2018) نیز غلظت بالاتر پروژسترون با استفاده از روغن ماهی مشاهده شده است. پیشنهاد شده است که افزایش غلظت کلسترول ممکن است منجر به افزایش در ساخت پروژسترون یا کاهش سرعت پاک‌شدن[1] از خون می‌شود (Hawkins *et al.*, 1995). نتایج پژوهش‌های درون آزمایشگاهی[2] (Maillard *et al.*, 2018) نشان داد که دکوزاهگزانوئیک اسید می‌تواند تکثیر و استروئیدوژنز را در سلول‌های گرانولوزا تحریک کند. در تعدای از پژوهش‌ها اختلافی بین غلظت پروژسترون تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (Plewes *et al.*, 2018; Mattos *et al.*, 2002; Moussavi *et al.*, 2007a).

در این آزمایش استفاده از پودر ماهی تأثیری بر غلظت گلوکز خون نداشت (P>۰/۰۵). در پژوهش (Moussavi *et al.*, 2007b) غلظت گلوکز خون در تیمارهای دریافت‌کننده پودر ماهی و نمک‌های کلسیمی روغن ماهی نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود این محققان دلیل این تفاوت را افزایش تولید پروپیونات در شکمبه عنوان کرده‌اند. نتایج ما با مطالعات دیگر (Adachi *et al.*, 2000; Ghasemzadeh-Nava *et al.*, 2011)، که از پودر ماهی یا روغن ماهی در آزمایش‌های خود استفاده کرده بودند مشابه بود.

درصد گیرایی در اولین تلقیح برای تیمارهای شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد پودر ماهی به ترتیب ۲۵/۲۹، ۳۴/۸۸ و ۳۹/۷۷ بود (جدول ۵)، اختلاف بین تیمارها تمایل به معنی‌داری داشت (P=۰/۱۲) اختلاف بین تیمار شاهد و ۵ درصد پودر ماهی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). مجموع گیرایی در اولین و دومین تلقیح برای تیمارهای دارای پودر ماهی بالاتر بود به طوری‌که اختلاف بین تیمار شاهد و ۵ درصد پودر ماهی معنی‌دار (P<۰/۰۵) و اختلاف بین تیمار شاهد و ۲/۵ درصد پودر ماهی تمایل به معنی‌دار بودن داشت (P=۰/۱۱). احتمال آبستنی در اولین تلقیح و همین‌طور در مجموع تلقیح اول و دوم برای تیمار ۵ درصد پودر ماهی به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) بالاتر بود (جدول ۵). افزایش نسبت آبستنی به تلقیح مصنوعی (درصد) با استفاده از پودر ماهی در جیره گاوهای شیری گزارش شده است (Burke *et al.*, 1997; Burns *et al.*, 2002; Carroll *et al.*, 1994). در مطالعه ما بخشی از بهبود یافتن درصد گیرای ممکن است به وسیله کاهش نیتروژن اوره‌ای پلاسما توضیح

1. Clearance

2. In vitro

داده شود. پیشنهاد شده است که افزایش غلظت پروژسترون پلاسما با بهبود درصد گیرایی در نشخوارکنندگان شیرده همراه است (Staples *et al.*, 1998). به نظر می‌رسد در این پژوهش، افزایش غلظت پروژسترون دلیلی برای بهبود وضعیت آبستنی باشد. Burns *et al.* (2002) دلیل افزایش درصد گیرایی به وسیله استفاده از پودر ماهی در جیره گاوهای شیرده را کاهش ساخت $PGF_{2\alpha}$ تحت تأثیر اسیدهای چرب امگا۳ طی دوره تشخیص مادری آبستنی عنوان کرده‌اند. در پژوهشی دیگر (Swanepoel & Robinson, 2020) که غلظت پروژسترون در روز سیزدهم پس از تلقیح برای تیمار روغن ماهی نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود محققان بالاتر بودن غلظت پروژسترون را دلیلی برای موفق بودن محدود کردن ترشح $PGF_{2\alpha}$ و افزایش عملکرد لوتئال به وسیله استفاده از روغن ماهی در جیره گاوهای شیری بیان کرده‌اند. پژوهشگران دیگر (Plewes *et al.*, 2017) گزارش کردند که افزودن پودر ماهی حرکت جانبی گیرنده‌های پروستاگلاندین F2α در غشای پلاسمایی سلول‌های لوتئال را افزایش می‌دهد که ممکن است حساسیت به پروستاگلاندین F2α را کاهش دهد و راهی برای بهبود آبستنی باشد. به نظر می‌رسد پژوهش‌های بیشتری جهت درک مکانیسم اثر پودر ماهی بر بهبود وضعیت آبستنی مورد نیاز است.

شکل ۱. اثر جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح متفاوت پودر ماهی بر تولید شیر گاوهای شیری

Figure 1. Effects of experimental diets containing fish meal (FM) on milk yield in dairy cows

جدول ۳. ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیب شیر و تغییر امتیاز وضعیت بدنی گاوهای شیری تغذیه شده با سطوح متفاوت پودر ماهی

Table 3. Dry matter intake, milk yield, milk composition and BCS change in cows fed diets containing fish meal (FM)

Item	Diet			SEM	P value		
	control	2.5% FM	5% FM		Diet	Time	Diet*Time
DMI (kg/d)	26.22	26.07	26.31	-	-	-	-
Milk yield (kg/d)	38.49 [b]	39.92 [ab]	41.42 [a]	0.73	0.02	<0.01	0.69
4% FCM (kg/d)	33.55[b]	34.76[ab]	35.40[a]	0.60	0.09	0.45	0.96
3.5% FCM (kg/d)	35.78[b]	37.17[ab]	38.48[a]	0.70	0.02	0.07	0.99
ECM (kg/d)	36.13[b]	37.53[ab]	39.34[a]	0.69	<0.01	<0.01	0.91
Milk fat %	3.14	3.16	3.11	0.06	0.88	<0.01	0.84
Milk fat (kg/d)	1.20	1.25	1.27	0.03	0.13	0.69	0.97
Milk protein%	3.01	3.00	3.07	0.04	0.48	0.01	0.22
Milk protein (kg/d)	1.16[b]	1.20[b]	1.28[a]	0.02	<0.01	<0.01	0.32
Lactose %	4.61	4.59	4.65	0.03	0.24	<0.01	0.68
SCC, 10^3/mL	137.15	133.18	129.47	13.25	0.92	0.05	0.98
BCS change	0.30	0.28	0.19	0.05	0.09	-	-

تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون پودر ماهی)، تیمار دارای ۲/۵ درصد پودر ماهی، تیمار دارای ۵ درصد پودر ماهی.

a و b: در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را نشان می‌دهد.

Experimental diets include: Control (Without fish meal), with 2.5% fish meal and with 5% fish meal

a, b) Means within same row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).

4% FCM = [0.4 × milk (kg)] + [15 × milk fat (kg)]

FCM = (0.432 × kg milk) + (16.23 × kg fat)

ECM = (7.2 × kg protein) + (12.95 × kg fat) + (0.327 × kg milk)

جدول ۴. غلظت پروژسترون، نیتروژن اوره‌ای، کلسترول و گلوکز پلاسما در گاوهای تغذیه شده با سطوح متفاوت پودر ماهی

Table 4. Plasma glucose, Progesterone, plasma urea N (PUN), Cholesterol and Glucose in cows fed diets containing fish meal (FM)

Items	Diet			SEM*	P value
	Control	2.5% FM	5% FM		
Progesterone at 7 day after artificial insemination (ng/ml)	2.79	3.16	3.21	0.23	0.34
Progesterone at 16 day after artificial insemination (ng/ml)	5.34[b]	6.55[ab]	6.90[a]	0.53	0.10
PUN (mg/dl)	16.12[a]	14.99[b]	14.88[b]	0.35	0.03
Cholesterol (mg/dl)	239.83[b]	245.58[ab]	265.08[a]	8.87	0.01
Glucose (mg/dl)	58.20	54.20	56.50	3.34	0.49

تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون پودر ماهی)، تیمار دارای ۲/۵٪ پودر ماهی، تیمار دارای ۵٪ پودر ماهی.

a و b: در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را نشان می‌دهد.

*: خطای استاندارد میانگین‌ها

Experimental diets include: Control (Without fish meal), with 2.5% fish meal and with 5% fish meal
a, b) Means within same row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).
*: Standard error of means

جدول ۵. عملکرد تولید مثلی و درصد آبستنی گاوهای تغذیه شده با سطوح متفاوت پودر ماهی

Table 5. Reproductive performance of dairy cows fed diets containting fish meal

Items	Diet			SEM*	P-value
	Control	2.5% FM	5% FM		
Total no, cows	87	86	88		
Conception rate at 1st service (%)	25.29[b] (22)	34.88[ab] (30)	39.77[a] (35)	0.05	0.12
Odds ratio (95% CI)	Reference	1.58 (0.82-3.05)	-	-	0.17
	Reference	-	1.95(1.02-3.71) 3333.3333333.2.15)	-	0.04
	-	Reference	1.23(0.66-2.28)	-	0.50
Cumulative conception rate at 1st and 2nd service (%)	36.77[b] (32)	48.84[ab] (42)	53.41[a] (47)	0.05	0.08
Odds ratio (95% CI)	Reference	1.64 (0.89-3.01)	-	-	0.10
	Reference	-	1.97 (1.07-3.60)	-	0.03
	-	Reference	1.20 (0.66-2.17)	-	0.55

تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (بدون پودر ماهی)، تیمار دارای ۲/۵٪ پودر ماهی، تیمار دارای ۵٪ پودر ماهی.

a و b: در هر سطر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها را نشان می‌دهد.

*: خطای استاندارد میانگین‌ها

Experimental diets include: Control (Without fish meal), with 2.5% fish meal and with 5% fish meal
a, b) Means within same row with different superscripts differ ($P \leq 0.05$).
*: Standard error of means

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، استفاده از پودر ماهی باعث افزایش تولید شیرخام روزانه و شیر تصحیح شده بر اساس چربی و همین‌طور تصحیح شده بر اساس انرژی بدون تأثیر بر درصد ترکیبات شیر گردید و مشاهده شد که استفاده از پودر ماهی می‌تواند عملکرد تولید مثلی گاوهای با فحلی مکرر را بهبود بخشد.

سپاسگزاری

با سپاس از پرسنل محترم شرکت کشت و دامداری فکا به‌ویژه مدیر عامل محترم وقت جناب آقای مهندس جلیل‌نژاد و مدیر تولید محترم وقت جناب آقای مهندس میرزاخانی که در اجرای این آزمایش ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Abu-Ghazaleh, A. A., Schingoethe, D. J. &Hippen, A. R. (2001). Blood amino acids and milk composition from cows fed soybean meal, fish meal, or both. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1174–1181.
2. Adachi, N., Suzuki, K., Kasai, K., Hiroki, M., Kume, S., Nonaka, I. & Abe, A. (2000). Effect of supplemental fish meal on milk yield and milk composition of Holstein cows during early lactation. Asian-Australasian. *Journal of Animal Science*, 13(3), 329–333.

3. Akayezu, J. M., Hansen, W. P., Otterby, D. E., Crooker, B. A. & Marx, G. D. (1997). Yield response of lactating Holstein dairy cows to dietary fish meal or meat and bone meal. *Journal of Dairy Science*, 80(11), 2950–2963.
4. Amirabadi Farahani, T., Amanlou, H., Farsuni, N. E. & Kazemi-Bonchenari, M. (2019). Interactions of protein levels fed to Holstein cows pre- and postpartum on productive and metabolic responses. *Journal of Dairy Science*, 102, 1–14.
5. Atwal, A. S. & Erfle, J. D. (1992). Effects of feeding fish meal to cows on digestibility, milk production, and milk composition. *Journal of Dairy Science*, 75(2), 502–507.
6. Ayalon, N. (1978). A review of embryonic mortality in cattle. *Journal of Reproduction and Fertility*, 75, 483-493.
7. 7. Barfourooshi, H. J., Towhidi, A., Sadeghipanah, H., Zhandi, M., Zeinoaldini, S., Dirandeh, E. and Akers, R. M. (2018). Effect of dietary fish oil on mammary gland development and milk production of Holstein cow. *Annals of Animal Science*, 18(4), 973–990.
8. Bartlett, P. C, Kirk, J. H, & Mather, E, C. (1986). Repeated insemination in michigan holstein-friesian cattle: Incidence, descriptiv epidemiology and estimated economic impact. *Theriogenology*, 26(3), 309–322.
9. Bilby, T. R., Sozzi, A., Lopez, M. M., Silvestre, F. T., Ealy, A. D., Staples, C. R. & Thatcher, W. W. (2006). Pregnancy, bovine somatotropin, and dietary n-3 fatty acids in lactating dairy cows: I. Ovarian, conceptus, and growth hormone-insulin-like growth factor system responses. *Journal of Dairy Science*, 89(9), 3360–3374.
10. Bilodeau-Goeseels, S. & Kastelic, J. P. (2003). Factors affecting embryo survival and strategies to reduce embryonic mortality in cattle. *Journal of Animal Science*, 83(4), 659–671.
11. Bruckental, I., Drori, D., Kaim, M., Lehrer, H. & Folman, Y. (1989). Effects of source and level of protein on milk yield and reproductive performance of high-producing primiparous and multiparous dairy cows. *Animal Production Science*, 48(2), 319–329.
12. Burke, J. M., Staples, C. R., Risco, C. A., La Sota, R. L. De & Thatcher, W. W. (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.
13. Burns, P. D., Bonnette, T. R., Engle, T. E. & Whittier, J. C. (2002). Effects of fishmeal supplementation on fertility and plasma Ω-3 Fatty acid profiles in primiparous, lactating beef cows. *Professional Animal Scientist,* 18(4), 373–379.
14. Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science,* 60–61, 449–457.
15. Butler, W. R. (2005). Nutrition, negative energy balance and fertility in the postpartum dairy cow. *Cattle Practice*, 13(1), 13–18.
16. Calsamiglia, S., Caja, G., Stern, M. D. and Crooker, B. A. 1995. Effects of Ruminal Versus Duodenal Dosing of Fish Meal on Ruminal Fermentation and Milk Composition. *Journal of Dairy Science*, 78(9), 1999–2007.
17. Carroll, D. J. (1994). Effect of supplemental fish meal on the lactation and reproductive performance of dairy cows1. *Journal of Dairy Science*, 77(10), 3058–3072.
18. Chester-Jones, H., Vermeire, D., Brommelsiek, W., Brokken, K., Marx, G. & Linn, J. G. (2013). Effect of trace mineral source on reproduction and milk production in Holstein cows. *Professional Animal Scientist,* 29(3), 289–297.
19. Darwash, A. O., Lamming, G. E. & Woolliams, J. A. (1999). The potential for identifying heritable endocrine parameters associated with fertility in post-partum dairy cows. *Journal of Animal Science*, 68(2), 333–347.
20. Donovan, D. C., Schingoethe, D. J., Baer, R. J., Ryali, J., Hippen, a R. & Franklin, S. T. (2000). Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science,* 83(11), 2620–2628.
21. Elis, S., Freret, S., Desmarchais, A., Maillard, V., Cognié, J., Briant, E., Touzé, J. L., Dupont, M., Faverdin, P., Chajès, V., Uzbekova, S., Monget, P. & Dupont, J. (2016). Effect of a long chain n-3 PUFA-enriched diet on production and reproduction variables in Holstein dairy cows. *Animal Reproduction Science,* 164, 121–132.
22. Ghasemzadeh-Nava, H., Fatahnia, F., Nikkhah,A. & Zamiri, M. (2011). Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian function and prostaglandin secretion in lactating dairy cows. *International Journal of Veterinary Research,* 5(2), 129–135.
23. Giller, K., Drews, B., Berard, J., Kienberger, H., Schmicke, M., Frank, J., Spanier, B., Daniel, H., Geisslinger, G. & Ulbrich, S. E. (2018). Bovine embryo elongation is altered due to maternal fatty acid supplementation. *Biology of Reproduction,* 99(3), 600–610.

24. Grummer, R. R. & Carroll, D. J. (1991). Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 69(9), 3838–3852.
25. Gustafsson, H. & Emanuelson, U. (2002). Characterisation of the repeat breeding syndrome in Swedish dairy cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *43*(2), 1-11.
26. Hadadi, M., Alamouti, A. A., Alizadeh, A. and Mohammadi-Sangcheshmeh, A.(2021). A two-step feeding of calcium salts of fish oil improves reproductive performance in holstein cows. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 19(3).
27. Hawkins, D. E., Niswender, K. D., Oss, G. M., Moeller, C. L., Odde, K. G., Sawyer, H. R. & Niswender, G. D. (1995). An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. *Journal of Animal Science*, 73(2), 541–545.
28. Hugentobler, S. A., Diskin, M. G., Leese, H. J., Humpherson, P. G., Watson, T., Sreeman, J. M. & Morris, D. G. (2007). Amino acids in oviduct and uterine fluid and blood plasma during the estrous cycle in the bovine. *Molecular Reproductio and Development*, 74, 445–454.
29. Hussein, H. S. & Jordan, R. M. (1991). Fish meal as a protein supplement in finishing lamb diets. *Journal of Animal Science*, 69(5), 2115–2122.
30. Jolazadeh, A. R., Mohammadabadi, T., Dehghan-banadaky, M., Chaji, M. & Garcia, M. (2019). Effect of supplementing calcium salts of n-3 and n-6 fatty acid to pregnant nonlactating cows on colostrum composition, milk yield, and reproductive performance of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology,* 247, 127–140.
31. Jump, D. B., Clarke, S. D., Thelen, A., Liimatta, M., Rent, B. and Badint, M. (1997). Dietry polyunsaturated fatty acid regulation of gene transcription. *Prog. Lipid Res,* 35 (3), 227–241.
32. Katagiri, S. & Takahashi, Y. (2004). Changes in EGF concentrations during estrous cycle in bovine endometrium and their alterations in repeat breeder cows. *Theriogenology*, 62(1–2), 103–112.
33. Lima, S., Thatcher, W. W., Ribeiro, E. S., Greco, L. F. & Bisinotto, R. S. (2016). Biology of preimplantation conceptus at the onset of elongation in dairy cows. *Biology Reproduction*, 94(4), 1–18.
34. Lopes, M. G., Dominguez, J. H. E., Corrêa, M. N., Schmitt, E. & Fischer, G. (2019). Rumen-protected methionine in cattle: influences on reproduction, immune response, and productive performance. *Biological Institute Archives,* (Sao. Paulo). 86, 1–9.
35. Lucy, M. C. (2001). ADSA foundation scholar award reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *Journal of Dairy Science,* 84(6), 1277–1293.
36. Maillard, V., Desmarchais, A., Durcin, M., Uzbekova, S. & Elis, S. (2018). Docosahexaenoic acid (DHA) effects on proliferation and steroidogenesis of bovine granulosa cells. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 16(1), 1-18.
37. Mattos, R., Staples, C. R., Arteche, A., Wiltbank, M. C., Diaz, F. J., Jenkins, T. C. & Thatcher, W. W. (2004). The effects of feeding fish oil on uterine secretion of PGF 2α, milk composition, and metabolic status of periparturient Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 87(4), 921–932. Elsevier.
38. Mattos, R., Staples, C. R. & Thatcher, W. W. (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, 5, 38-45.
39. Mattos, R., Staples, C. R., Williams, J., Amorocho, A., Mcguire, M. A. & Thatcher, W. W. (2002). Uterine, ovarian, and production responses of lactating dairy cows to increasing dietary concentrations of menhaden fish meal. *Journal of Dairy Science,* 85(4), 755-764. Elsevier.
40. Moallem, U., Lehrer, H., Livshits, L. & Zachut, M. (2020). The effects of omega-3 α-linolenic acid from flaxseed oil supplemented to high-yielding dairy cows on production, health, and fertility. *Livestock Science,* 242, 104302.
41. Moussavi, A. R. H., Gilbert, R. O., Overton, T. R., Bauman, D. E. & Butler, W. R. (2007a). 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. Elsevier.
42. Moussavi, A. R. H., Gilbert, R. O., Overton, T. R., Bauman, D. E. & Butler, W. R. (2007b). Effects of feeding fish meal and n-3 fatty acids on milk yield and metabolic responses in early lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science,* 90(1), 136-144. Elsevier.
43. O'Mara, F. P., Murphy, J. J. & Rath, M. (1998). Effect of amount of dietary supplement and source of protein on milk production, ruminal fermentation, and nutrient flows in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81(9), 2430–2439. Elsevier.
44. Pérez-Marín, C. C. & España, F. (2007). Oestrus expression and ovarian function in repeat breeder cows, monitored by ultrasonography and progesterone assay. *Reproduction in Domestic Animals,* 42(5), 449–456.
45. Plewes, M. R., Burns, P. D., Graham, P. E., Bruemmer, J. E., Engle, T. E. & Barisas, B. G. (2017). Effect of fish meal supplementation on spatial distribution of lipid microdomains and on the lateral mobility of membrane-bound prostaglandin F2 a receptors in bovine corpora lutea. *Domestic Animal Endocrinology*, 60, 9–18. Elsevier Inc.

46. Plewes, M. R., Cedillo, J. C., Burns, P. D., Graham, P. E., Bruemmer, J. E. & Engle, T. E. (2018). Effect of fish meal supplementation on luteal sensitivity to intrauterine infusions of prostaglandin F 2α in the bovine. *Biology of Reproduction*, 98(4), 543–557.
47. Polan, C. E., Cozzi, G., Berzaghi, P. & Andrighetto, I. (1997). A blend of animal and cereal protein or fish meal as partial replacement for soybean meal in the diets of lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 80(1), 160–166. Elsevier.
48. Rhoads, M. L., Rhoads, R. P., Gilbert, R. O., Toole, R. & Butler, W. R. (2006). Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science,* 91(1–2), 1–10.
49. Rodney, R. M., Celi, P., Scott, W., Breinhild, K. & Lean, I. J. (2015). Effects of dietary fat on fertility of dairy cattle: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*, 98(8), 5601–5620.
50. Santos, F. A. P., Santos, J. E. P., Theurer, C. B. & Huber, J. T. (1998). Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. *Journal of Dairy Science*, 81(12), 3182–3213. Elsevier.
51. Santos, P., Marques, A., Antunes, G., Chaveiro, A., Andrade, M., Borba, A. & Silva, F. M. Da. (2009). Effects of plasma urea nitrogen levels on the bovine oocyte ability to develop after in vitro fertilization. *Reproduction in Domestic Animals*, 44(5), 783–787.
52. Spain, J. N., Alvarado, M. D., Polan, C. E., Miller, C. N. & McGilliard, M. L. (1990). Effect of Protein Source and Energy on Milk Composition in Midlactation Dairy Cows. *Journal of Dairy Science,* 73(2), 445–452.
53. Spencer, T. E., Johnson, G. A., Burghardt, R. C. & Bazer, F. W. (2004). Progesterone and placental hormone actions on the uterus: Insights from domestic animals. *Biology of Reproduction*, 71(1), 2–10.
54. Sreenan, J. M., Diskin, M. G. & Morris, D. G. (2001). Embryo survival rate in cattle: a major limitation to the achievement of high fertility. *BSAP Occasional Publication*, 26(1), 93–104.
55. Staples, C. R., Amaral, B. C. & Thatcher, W. W. (2005). Fat and fat-soluble vitamin supplementation for improving reproduction of the dairy cow. *16th Annu. Florida Rumin. Nutr. Symp*, (352), 155–168.
56. Staples, C. R., Burke, J. M. & Thatcher, W. W. (1998). Influence of Supplemental Fats on Reproductive Tissues and Performance of Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 81(3), 856–871.
57. Swanepoel, N. & Robinson, P. H. (2020). Impacts of feeding a fish-oil based feed supplement through 160 days in milk on reproductive and productive performance, as well as the health, of multiparous early-lactation Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology*, 268(March), 114618.
58. Villarroel, A., Martino, A., BonDurant, R. H., Dèletang, F. & Sischo, W. M. (2004). Effect of post-insemination supplementation with PRID on pregnancy in repeat-breeder Holstein cows. *Theriogenology*, 61(7–8), 1513–1520.
59. Westwood, C. T., Leant, I. J. & Garvin, J. K. (2002). Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: A multivariate description. *Journal of Dairy Science*, 85(12), 3225–3237.
60. Wiltbank, M. C., Shaver, R. D., Toledo, M. Z., Carvalho, P. D., Baez, G. M., Follendorf, T. H., Lobos, N. E., Luchini, D. & Souza, A. H. 2014. Potential benefits of feeding methionine on reproductive efficiency of lactating dairy cows. *Four-State Dairy nutrition management* (January), 19–26.
61. Zerbini, E., Polan, C. E. & Herbein, J. H. (1988). Effect of dietary soybean meal and fish meal on protein digesta flow in Holstein cows during early and midlactation. *Journal of Dairy Science,* 71(5), 1248–1258.
62. Zulu, V. C., Sawamukai, Y., Nakada, K., Kida, K. & Moriyoshi, M. (2002). Relationship among insulin-like growth factor-I, blood metabolites and postpartum ovarian function in dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Science*, 64(10), 879–885.