



Effect of conjugated linoleic acid and sodium acetate on dry matter intake, performance and milk fatty acid profile in Holstein cows

Karimi azandariani, Sahar¹, Ganjkanlou, Mahdi², Kamran Reza Yazdi³, Abolfazl Zali⁴, Hossein Moradi Shahrabak⁵, Mahdi Zhandi⁶, Hamed Khalilvandi Behroozyar⁷

1. Department of Animal Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, karaj, Iran. Email: sahar.karimi@ut.ac.ir
2. Corresponding author, Department of Animal Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: ganjkanlou@ut.ac.ir
3. Department of Animal Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: rezayazdi@ut.ac.ir
4. Department of Animal Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: a.zali@ut.ac.ir
5. Department of Animal Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: hmoradis@ut.ac.ir
6. Department of Animal Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: mzhandi@ut.ac.ir
7. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran. Email: h.khalilvandi@urmia.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research Article</p> <p>Article history: Received: 27 July 2022 Received in revised form: 17 November 2022 Accepted: 28 November 2022 Published online: 23 September 2023</p> <p>Keywords: <i>milk fat depression,</i> <i>biohydrogenation,</i> <i>milk fat synthesis,</i> <i>fatty liver,</i> <i>fat supplement.</i></p>	<p>In order to determine the effects of sodium acetate and conjugated linoleic acid (CLA) on dry matter consumed, feed digestibility, milk yield and milk fat profile, 33 Holstein cows several calving times during days 5-31 after calving in a completely randomized design with Three treatments and 11 replications were used. The experimental diets included 1- basic diet (control), 2- diet containing 300 gr of sodium acetate , 3- diet containing 100 gr of CLA. Daily dry matter intake and milk production, body weight and body condition score were measured at the beginning and end of the experiment. milk samples were taken at regular intervals to determine the amount of milk compounds. Also, on the last day, a sample was taken to determine the profile of fatty acids. Dry matter intake was not significant among dietary treatment ($P>0.05$). Milk production was increased by supplementing diets with sodium acetate (3.16 kg/d) and CLA (2.46 kg/d) compared to control treatment. CLA supplementing decreased milk fat content significantly and sodium acetate increased it. The yield and content of milk protein and lactose were not significantly different between the treatments. With the consumption of sodium acetate, the amount of milk fat and milk production increased, as probably the hypothesis that sodium acetate is lipogenic for adipose tissue was ignored and Acetate partition nutrient toward milk fat production. CLA consumption, negative energy balance did not change between as spared energy partition toward more milk yield. The use of CLA could be beneficial for the health of consumers by increasing the trans-10-cis-12 CLA isomer transfer to milk and reducing thrombogenic and atherogenic indicators.</p>
<p>Cite this article: Karimi azandariani, S., Ganjkanlou, M., Rezayazdi, K., zali, A., Moradi Shahrabak, H., Zhandi, M., & khalilvandi Behroozyar, H. (2023). Effect of conjugated linoleic acid and sodium acetate on dry matter intake, performance and milk fatty acid profile in Holstein cows. <i>Iranian Journal of Animal Science</i>, 54 (4), 337-349. DOI: https://ijas.ut.ac.ir/10.22059/IJAS.2022.349988.653912</p>	
	<p>© The Author(s). DOI: https://ijas.ut.ac.ir/10.22059/IJAS.2022.349988.653912</p>
<p>Publisher: The University of Tehran Press.</p>	

Extended Abstract

Introduction

In most cases, high-yielding cows are not able to provide the required energy in the early lactation period, and as a result, they are in a negative energy balance, which may lead to metabolic abnormalities and reproductive disorders. Adding conjugated linoleic acid (CLA) to the diet can reduce milk fat production in early lactation, thus leading to improved energy balance. Considering that acetate is a precursor for mammary lipogenesis in ruminants, it is logical that acetate can affect milk fat performance in lactating cows. The purpose of this experiment was to investigate the effect of CLA and sodium acetate supplementation on dry matter consumption, digestibility, milk production and milk fat profile in fresh cows.

Materials and methods

This experiment was carried out in the educational-research station of the Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran. 33 fresh Holstein cows were randomly assigned to 3 experimental treatments and 11 repetitions and were kept in individual stalls with free access to water during 5-31 days after parturition.

Results and discussion

Sodium acetate did not improve the negative energy balance, and an increase in atherogenic and thrombogenic indices was also observed. While, the supply of sodium acetate improved the synthesis of milk and milk fat in dairy cows. The use of CLA could be beneficial for the health of milk consumers by increasing the transfer of trans-10-cis-12 isomer of CLA to milk and reducing thrombogenic and atherogenic indices. It seems that in the early parturition period, when the cows are in a negative energy balance, the use of sodium acetate is risky and the consumption of CLA is more rational.

اثر اسیدلینولئیک مزدوج و سدیم استات بر ماده خشک مصرفی، عملکرد و پروفایل چربی شیر در گاوهای هلستاین تازه‌زا

سحر کریمی ازندریانی^۱ | مهدی گنج خانلو^۲ | کامران رضایزدی^۳ | ابوالفضل زالی^۴ | حسین مرادی شهراباک^۵ | مهدی ژندی^۶ | حامد خلیل وندی بهروزیار^۷

۱. گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: sahar.karimi@ut.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: ganjkanlou@ut.ac.ir
۳. گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: rezayazdi@ut.ac.ir
۴. گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: a.zali@ut.ac.ir
۵. گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: hmoradis@ut.ac.ir
۶. گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: mzhandi@ut.ac.ir
۷. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: h.khalilvandi@urmia.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

به منظور تعیین اثرات سدیم استات و اسید لینولئیک مزدوج (CLA) بر میزان ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم خوراک، عملکرد و پروفایل چربی شیر، از ۳۳ رأس گاو هلستاین چند نوبت زایش طی روزهای ۵-۳۱ بعد زایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و ۱۱ تکرار استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل ۱-جیره پایه ، ۲- جیره حاوی ۳۰۰ گرم مکمل سدیم استات، ۳- جیره حاوی ۱۰۰ گرم مکمل CLA بود. ماده خشک مصرفی و تولید شیر به صورت روزانه، وزن بدن و نمره وضعیت بدنی در ابتدا و انتهای آزمایش اندازه گیری و نمونه شیر با فواصل منظم برای تعیین مقدار ترکیبات شیر گرفته شد. همچنین، در روز پایانی یک نمونه برای تعیین پروفایل اسیدهای چرب شیر گرفته شد. اختلاف معنی‌داری بین گروه دریافت‌کننده سدیم استات و CLA با گروه شاهد برای ماده خشک مصرفی مشاهده نشد ($p > 0.05$). با مصرف سدیم استات و CLA تولید شیر به ترتیب ۳/۱۶ و ۲/۴۶ کیلوگرم در روز نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری یافت. همان‌طور که انتظار می‌رفت مقدار چربی شیر با تیمار CLA کاهش داشت. با مصرف CLA توازن منفی انرژی تغییر معنی‌دار نداشت که علت آن صرف انرژی ذخیره شده برای تولید شیر بیشتر می‌باشد. مصرف CLA توانست با افزایش انتقال ایزومر ترانس ۱۰ سیس ۱۲ CLA به شیر و کاهش شاخص‌های ترومبوژنیک و آتروژنیک برای سلامت مصرف‌کننده شیر مفید باشد. تولید و درصد پروتئین و لاکتوز شیر بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. عرضه استات سدیم باعث بهبود سنتز شیر و چربی شیر در گاوهای شیری شد، در نتیجه فرض لیپوژنیک بودن استات در بافت پستان تأیید شده است. در حالی که، سدیم استات باعث منفی‌تر کردن توازن منفی انرژی و افزایش شاخص آتروژنیک و ترومبوژنیک شد.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۰۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:

اثر چربی شیر، بیوهیدروژناسیون، سنتز چربی شیر، کبدچرب، مکمل چربی.

استناد: کریمی ازندریانی، سحر؛ گنج خانلو، مهدی؛ رضایزدی، کامران؛ زالی، ابوالفضل، مرادی شهراباک، حسین؛ ژندی، مهدی؛ و خلیل وندی بهروزیار، حامد (۱۴۰۲). اثر اسیدلینولئیک مزدوج و سدیم استات بر ماده خشک مصرفی، عملکرد و پروفایل چربی شیر در گاوهای هلستاین تازه‌زا. *نشریه علوم دامی ایران*، ۵۴ (۴)، ۳۳۷-۳۴۹. DOI: <https://ijas.ut.ac.ir/10.22059/IJAS.2022.349988.653912>



© نویسندگان.

DOI: <https://ijas.ut.ac.ir/10.22059/IJAS.2022.349988.653912>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

در اغلب موارد گاوهای پر تولید در اوایل دوره شیردهی قادر به تأمین انرژی موردنیاز خود نیستند و در نتیجه در توازن منفی انرژی قرار می‌گیرند که ممکن است منجر به بروز ناهنجاری‌های متابولیکی و اختلالات تولیدمثلی شود. یکی از روش‌های بهبود توازن انرژی کاهش محتوای انرژی شیر می‌باشد که از بین ترکیب‌های موجود در شیر سنتز چربی شیر از بقیه هزینه بیشتری داشته و متغیرترین ترکیب شیر در گاوهای شیری است و عوامل متعددی از جمله فصل، مرحله شیردهی و ژنتیک چربی شیر را تحت تاثیر قرار می‌دهد، اما بیشترین تاثیر را ترکیب جیره غذایی و مدیریت دارد (Odens et al., 2007). افزودن اسیدلینولئیک مزدوج (CLA) به جیره می‌تواند ساخت چربی شیر را در اوایل شیردهی کاهش دهد، در نتیجه منجر به بهبود توازن انرژی و متغیرهای مربوط به آن همچون اسیدهای چرب غیراستریفه و گلوکز شود (Odens et al., 2007). استات منبع مهم انرژی و سوبسترای لیپوژنیک در غدد پستانی می‌باشد. نیمی از اسیدهای چرب شیر از سنتز درون‌زادی ناشی می‌شود که ۵۰ درصد کربن اول آن از بوتیرات و سهم عمده باقی‌مانده آن از استات تأمین می‌شود. در گاوهای به خوبی تغذیه شده استات عمده‌ترین اسیدهای چرب فرار تولیدی در شکمبه بوده و ۴۵ درصد انرژی حاصل از متابولیسم اسیدهای چرب فرار را فراهم می‌کند. بنابراین استات برای تأمین انرژی مورد نیاز و برای سنتز چربی شیر در گاوهای شیری مورد نیاز می‌باشد (Urrutia et al., 2019). با توجه به پیش‌ساز بودن استات برای لیپوژن پستان نشخوارکنندگان، منطقی است که استات بتواند بر عملکرد چربی شیر در گاوهای شیرده تاثیر بگذارد (Urrutia and Harvatine, 2017a). از آنجایی که CLA مهارکننده لیپوژن می‌باشد، فرضیه پژوهش این بود که در اوایل شیردهی اثرات خوبی بر تعادل منفی انرژی داشته باشد (Urrutia and Harvatine, 2017a). هدف از انجام این آزمایش بررسی تاثیر مصرف مکمل CLA و سدیم استات بر ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم، تولید شیر و پروفایل چربی شیر در گاوهای هلستاین تازه‌زا بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه آموزشی-پژوهشی گروه علوم دامی دانشکده‌گان کشاورزی دانشگاه تهران انجام شد. ۳۳ رأس گاو تازه‌زا هلستاین چند نوبت زایش به صورت تصادفی به ۳ تیمار آزمایشی و ۱۱ تکرار اختصاص داده شد و طی روزهای ۵-۳۱ پس از زایش در جایگاه‌های انفرادی و با دسترسی آزاد به آب نگهداری شدند. جیره‌های آزمایشی بر پایه جدول‌های نیازهای غذایی انجمن تحقیقات ملی گاو‌شیری در دوره پس از زایش (NRC, 2001) تنظیم شد. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره پایه (شاهد): جیره حاوی نمک کلسیمی اسیدهای چرب اشباع (شرکت کیمیا دانش الوند) ۲- جیره پایه حاوی ۳۰۰ گرم در روز مکمل سدیم استات (سدیم استات). ۳- جیره پایه حاوی ۱۰۰ گرم در روز مکمل CLA (۱۰ درصد سیس-۹-ترانس-۱۱-CLA، ۱۰ درصد ترانس-۱۰-سیس-۱۲-CLA؛ شرکت گلبار نوید Lutrell Pure, BASF, Ludwigshafen, Germany). خوراک‌ها به صورت کاملاً مخلوط شده در دو وعده (ساعت ۸:۰۰ و ۱۶:۰۰) به گاوها داده شد. ترکیبات و تجزیه شیمیایی مواد مغذی جیره در جدول ۱ آورده شده است. ابتدا و انتهای آزمایش وزن بدن اندازه‌گیری و نمره وضعیت بدنی^۳ توسط دو کارشناس با توجه به سیستم نمره‌دهی ۱ تا ۵ ارائه شد (Edmonson et al., 1989). میزان خوراک مصرفی و پس‌آخور به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام نمونه‌های مدفوع و خوراک براساس روش (AOAC, 2000) تعیین شد. چربی خام با دستگاه سوکسله (Soxtec System, HT, Foss Tecator 1043, Hogans, Sweden)، الیاف با دستگاه فیبر Kjeltec 1030 (Automated Fibertec Foss Tecator, 1010 Hogans, Sweden) و پروتئین خام با دستگاه کج‌لدال اتوماتیک (Autoanalyzer, Foss Tecator AB, Hogans, Sweden) تعیین شد. ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و NDF در سه روز پایانی آزمایش از خوراک و مدفوع هر گاو نمونه‌هایی جمع‌آوری و پس از اندازه‌گیری خاکستر نامحلول در اسید،

1De novo

2Total Mixed Ration

3Body Condition Score

قابلیت هضم ظاهری هر ماده مغذی محاسبه شد. گاوها در سه وعده (ساعت ۸:۰۰، ۱۶:۰۰، ۲۴:۰۰) دوشیده شدند و رکورد هر وعده ثبت شد. در روزهای ۵، ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ پس از زایش نمونه گرفته شد و مقادیر ترکیب‌های شیر شامل چربی، پروتئین، لاکتوز با دستگاه (Ekomilk Total, Bulgaria) تعیین شد. همچنین، در روز پایانی آزمایش نمونه دیگری جهت تعیین الگوی اسیدهای چرب شیر گرفته شد. آماده سازی نمونه برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب شیر مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۸۱۸ انجام شد. سپس، ترکیب اسیدچرب شیر با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف (Youngling, South Korea, Y16100GC) با طول ستون ۶۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر (Analytic Science, Australi, BPX70, SGE) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی و اجزای چیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

اقلام	کنترل	سديم استات ^۱	CLA
یونجه	۲۴/۳۱	۲۴/۳۱	۲۴/۳۱
ذرت سیلو شده	۲۵/۲۱	۲۵/۲۷	۲۵/۲۱
جو	۱۲/۸۳	۱۲/۸۷	۱۲/۸۳
ذرت	۱۴/۹۰	۱۴/۲۹	۱۴/۹۵
سبوس گندم	۰/۵۰	—	۰/۵۰
کنجاله سویا	۹/۱۵	۹/۱۶	۹/۱۵
سویا اکستروود شده	۲/۹۲	۲/۹۳	۲/۹۲
کنجاله گلوتن ذرت	۲/۹۲	۲/۹۳	۲/۹۲
پودر چربی کلسیمی ^۲	۱/۸۰	۱/۸۰	۱/۳
مکمل ویتامین و مواد معدنی ^۳	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰
جوش شیرین	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱
اکسید منیزیم	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷
نمک	۰/۴۸	۰/۱۱	۰/۴۸
کربنات کلسیم	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
دی کلسیم فسفات	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
زئولیت	۱/۲۳	۱/۲۳	۱/۲۳
مگنوتوکس ^۴	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
پروپیلن گلايکول	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳
CLA ^۵	—	—	۰/۴۵
سديم استات	—	۱/۳۵	—
انرژی و ترکیبات شیمیایی	۱/۶۷	۱/۶۷	۱/۶۹
انرژی خالص شیردهی (Mcal/kg)	۱۷/۱	۱۷/۱	۱۷/۱
پروتئین خام (%)	۴/۳	۴/۳	۴/۲۶
چربی خام (%)	۱۶/۸۶	۱۶/۸۶	۱۶/۸۱
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (%)	۳۰/۱۱	۲۹/۹۱	۳۰/۱۷
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (%)	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۸۸
کلسیم (%)	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۵
فسفر (%)	۰/۵۱	۰/۷۴	۰/۵۱
سدیم (%)	۰/۶۳	۰/۴	۰/۶۳
کلر (%)	۱/۲۹	۱/۲۸	۱/۲۹
پتاسیم (%)	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳
گوگرد (%)	۲۳۴	۳۹۷	۲۳۴
DCAD (mEq/kg)			

۱. نمک کلسیمی اسیدهای چرب پالمیتیک و استئاریک اسید شرکت دانش بنیان کیمیا دانش الوند- قم- ایران ۲هر کیلوگرم مخلوط مکمل معدنی و ویتامین شامل: ۱۵۰۰۰۰۰ از واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰۰ از واحد بین المللی ویتامین D3، ۵۰۰۰ میلی گرم ویتامین E، ۱۵۰ میلی گرم بیوتین، ۲۵۰۰ میلی گرم مونسین، ۶۰۰۰۰ میلی گرم کلسیم، ۴۰۰۰۰ میلی گرم فسفر، ۵۰۰۰۰ میلی گرم منیزیم، ۱۰۰۰ میلی گرم آهن، ۱۴۰۰۰ میلی گرم روی، ۶۰۰۰ میلی گرم مس، ۱۰۰ میلی گرم سلنیوم، ۱۰۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۲۰۰ میلی گرم ید، ۸۰ میلی گرم کبالت، ۲۰۰۰۰ میلی گرم گوگرد، ۲۰۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان می‌باشد. آمگنوتوکس نام تجاری توکسین بایندر چند جزئی از شرکت ویوان

این طرح به صورت مدل‌های خطی و مقایسه میانگین‌ها به روش میانگین حداقل مربعات در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ بیان شد. داده‌های تمام متغیرها برای توزیع نرمال با Shapiro-Wilk آزمون شدند. داده‌های مربوط به نمره وضعیت بدنی و وزن اولیه دام‌ها با استفاده از آزمون t آنالیز شد. همچنین میزان اولیه پارامترها و وزن اولیه دام به عنوان کوواریت برای سایر آنالیزها در نظر گرفته شد و در صورت عدم معنی‌داری در سطح ۵٪ از مدل حذف شد. پارامترهایی که یکبار اندازه‌گیری شدند مانند وزن بدن، BCS و پروفایل اسیدچرب شیر و قابلیت هضم با رویه GLM مدل آماری شماره ۱ و پارامترهایی که در طول آزمایش تکرار شدند مانند تولید و ترکیب شیر با رویه MIXED (داده‌های تکرارشونده) مدل آماری شماره ۲ با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) آنالیز شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (1) \text{ مدل}$$

Y_{ijk} = مشاهده، μ = میانگین، T_i = اثر تیمار، e_{ij} = اثر اشتباه آزمایشی

$$e_{ijklm} + Y_{ijklm} = \mu + T_i + P_j + TP_{ijk} + b_1(W_{ijkl} - \bar{W}) + A_{ijklm} \quad (2) \text{ مدل}$$

Y_{ijklm} = مقدار هر مشاهده مربوط به صفت موردنظر، μ = میانگین کل، T_i = اثرات ثابت تیمار، A_{ijklm} = میانگین حیوان، P_j = اثر دوره، b_1 = ضریب تابعیت اثر وزن اولیه بر $ijkl$ مین مشاهده، $W_{ijkl} = W_{ijkl}$ = میانگین مشاهدات مربوط به وزن اولیه، e_{ijklm} = اثر باقیمانده

نتیجه‌گیری و بحث

وزن بدن و نمره وضعیت بدنی

میانگین حداقل مربعات وزن بدن و نمره وضعیت بدنی در جدول ۲ ارائه شده است. در زمان بالانس منفی انرژی اندازه‌گیری وزن بدن و تغییرات BCS از شاخص‌های مهم است و در بسیاری از مطالعات ارتباط مقدار از دست دادن BCS با تولید شیر مشخص شده است (Guliński, P. 2021). با توجه به نتایج ارائه شده تفاوت معنی‌داری بین تیمارها برای وزن بدن و نمره وضعیت بدنی در ابتدا و انتهای آزمایش مشاهده نشد ($P > 0.05$) که همسو با نتایج (Odens et al., 2007; Hötger et al., 2013) بود. مطابق با نتایج حاضر رودباری و همکاران (۲۰۱۶) تفاوت معنی‌داری بین تیمارها بعد از مصرف ۲۱ روز مکمل CLA برای وزن بدن و BCS گزارش نکردند (Roodbari et al., 2016).

جدول ۲. اثر جیره‌های آزمایشی بر وزن بدن و نمره وضعیت بدنی در گاوهای اوایل دوره شیردهی تغذیه شده

P.value ³	SEM ²	جیره‌های آزمایشی ^۱			شاخص‌ها
		CLA	سدیم استات	شاهد	
۰/۲۲	۰/۰۸	۳/۳۵	۳/۵۴	۳/۴۲	نمره وضعیت بدنی اولیه
۰/۵۹	۰/۰۹	۳/۰۳	۲/۹۱	۲/۹۶	نمره وضعیت بدنی در انتهای آزمایش
۰/۵۳	۱۷/۶۵	۵۹۱/۴۳	۶۱۱/۷۵	۵۹۸/۷	وزن اولیه بدن (کیلوگرم)
۰/۳۰	۹/۳۹	۵۳۶/۷۲	۵۴۶/۳۹	۵۵۸/۳۳	وزن بدن در انتهای آزمایش (کیلوگرم)

۱ میانگین خطای استاندارد در یک ردیف معنی‌داری تیمارها در سطح ۰/۰۵ با حروف بیان شده است

قابلیت هضم

نتایج مربوط به قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۳ ارائه شده است. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و NDF تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت. همسو با نتایج آزمایش حاضر، مصرف CLA در دوره انتقال گاوهای شیری تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم DM، OM، NDF و ADF نداشت (Sheikh et al., 2018). در آزمایش دیگری در گاوهای اواسط شیردهی با تزریق استات قابلیت هضم ماده خشک بالاتر بود و قابلیت هضم NDF در تیمار استات نسبت به شاهد ۱۷

درصد افزایش داشت. همچنین با تزریق استات، قابلیت هضم ADF بهبود یافت (Sheperd and Combs, 1998). بر خلاف نتایج آن‌ها تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای این آزمایش مشاهده نشد که احتمالاً به دلیل مرحله شیردهی و نحوه استفاده و میزان مصرف باشد. اثر افزایش مصرف سدیم به عنوان یک رابطه خطی مثبت بین قابلیت هضم ظاهری DM و DCAD گزارش شده است (Iwaniuk and Erdman, 2015). ممکن است به دلیل افزایش pH شکمبه، تغییر در نرخ رقت شکمبه، یا اثرات مرتبط بر میکروبیوم شکمبه باشد (Iwaniuk and Erdman, 2015).

جدول ۳. اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ظاهری در گاوهای اوایل دوره شیردهی تغذیه شده

P.value ^۱	SEM ^۳	جیره‌های آزمایشی ^۱			قابلیت هضم (%)
		CLA	سدیم استات	شاهد	
۰/۲۵	۱/۹۸	۶۴/۳۵	۶۸/۵۹	۶۶/۰۴	ماده خشک
۰/۲۱	۱/۷۷	۷۲/۰۷	۷۵/۳۳	۷۴/۶۴	ماده آلی
۰/۱۹	۱/۳۷	۷۰/۷۳	۷۱/۸۹	۷۳/۰۷	پروتئین خام
۰/۱۷	۱/۳	۷۸/۵۹	۸۲/۳۷	۸۱/۷۹	چربی خام
۰/۱۷	۱/۳۴	۵۴/۴۳	۵۶/۸۷	۵۵/۸۸	فیبر نامحلول در شوینده خنثی

۱ میانگین خطای استاندارد ۲ در یک ردیف معنی‌داری تیمارها در سطح ۰/۰۵ با حروف بیان شده است.

عملکرد و ماده خشک مصرفی

نتایج عملکرد و ماده خشک مصرفی در جدول ۴ گزارش شده است که همسو با مطالعه حاضر، محققین دیگر نیز برای ماده خشک مصرفی گاوهای تغذیه شده با مکمل CLA نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری گزارش نکردند (Mahdavi et al., 2010; Bjerre-Harpøth; Bernal-Santos et al., 2003; Moore et al., 2004; Odens et al., 2007 et al., 2012; Schlegel et al., 2012) استفاده از استات به میزان ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ گرم در روز تأثیر معنی‌داری در خوراک مصرفی نداشت (Urrutia and Harvatine, 2017b) که با مطالعه صورت گرفته مطابقت داشت. با توجه به جدول ۴ با مصرف سدیم استات و CLA تولید شیر به ترتیب ۳/۱۶ و ۲/۴۶ کیلوگرم در روز نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری (به ترتیب ۹ و ۷ درصد) یافت ($P < 0/05$). تیمار سدیم استات به‌طور معنی‌داری انرژی خروجی از طریق شیر (مگا کالری در روز) را نسبت به تیمار شاهد و CLA افزایش داد.

جدول ۴. اثر جیره‌های آزمایشی بر ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیب شیر در گاوهای اوایل دوره شیردهی تغذیه شده

شاخص	جیره‌های آزمایشی ۱			SEM ^۲	P.value ^۳	
	شاهد	سدیم استات	CLA		زمان	تیمار ^۳ ×زمان
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم/روز)	۱۹/۴۰	۲۰/۲۴	۲۰/۰۸	۰/۵۶	۰/۵۴۱۷	۰/۰۱۲۹
انرژی خالص شیر ^۴ (مگا کالری در روز)	۲۴/۹۶ ^b	۲۹/۰۵ ^a	۲۵/۲۵ ^b	۱/۱۷	۰/۰۳۴۶	۰/۱۲۲۲
تولید شیر (کیلوگرم در روز)	۳۲/۹۸ ^b	۳۶/۱۴ ^a	۳۵/۴۴ ^a	۰/۷۱۹	۰/۰۲۲۱	۰/۵۵۲۷
چربی شیر (درصد)	۴/۴۷ ^a	۴/۶۹ ^a	۳/۶۶ ^b	۰/۲۶	۰/۰۳۲	۰/۱۲۳۷
چربی شیر (کیلوگرم در روز)	۱/۴۷	۱/۶۳	۱/۴۱	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۳۱۹۵
پروتئین شیر (درصد)	۳/۳۱	۳/۲۳	۳/۳۲	۰/۰۵	۰/۴۴۴۹	۰/۰۰۳۸
پروتئین شیر (کیلوگرم در روز)	۱/۰۸	۱/۱۶	۱/۱۹	۰/۰۳۴	۰/۱۰۳۱	۰/۰۴۳۷
لاکتوز (درصد)	۴/۶۹	۴/۶۵	۴/۷۵	۰/۰۷	۰/۵۸۱۴	۰/۰۰۵۱
لاکتوز (کیلوگرم در روز)	۱/۵۶	۱/۶۷	۱/۶۶	۰/۰۴۵	۰/۲۱۸۴	۰/۰۹۵۳

۱ میانگین خطای استاندارد. ۲ در یک ردیف معنی‌داری تیمارها در سطح ۰/۰۵ با حروف بیان شده است ۳ محاسبه شده بر اساس (NRC, 2001): تولید شیر روزانه $\times (0.0929 \times \text{درصد چربی شیر}) + (0.0563 \times \text{درصد پروتئین شیر}) + (0.0395 \times \text{درصد لاکتوز شیر})$

موافق با نتایج حاضر، تولید روزانه شیر با مصرف روزانه ۱۲۰ گرم مکمل CLA به میزان ۶ درصد افزایش و درصد چربی شیر کاهش یافت، با این حال انرژی خروجی شیر تحت تاثیر تیمار قرار نگرفت (Mahdavi et al., ; Chitsaz et al., 2011). افزایش تولید شیر با استفاده از مکمل چربی در اثر افزایش بازدهی انرژی ساختار شده چربی شیر است. زیرا اسیدهای چرب حاصل از مکمل چربی مستقیماً وارد ساختمان چربی شیر می‌شود بنابراین نیاز به ساختار شدن اسیدهای چرب کوتاه زنجیر از اسیدهای چرب فرار کاهش می‌یابد (Norman and

Powell, 1999) درصد و مقدار پروتئین، لاکتوز بین تیمار CLA و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت که با سایر مقالات

مطابقت داشت

(Bauman and Griinari, 2003; Shingfield and Griinari, 2007; Peterson et al., 2002; Bernal-Santos et al., 2003; Urrutia and Harvatine, 2017a,b; Sheikh et al., 2018; Urrutia et al., 2019)

هنگامی که به دلیل مصرف مکمل CLA، گلوکز صرفه جویی شده در اثر مهار سنتز چربی در غده پستانی می‌تواند به بافت‌های محیطی یا سنتز لاکتوز شیر هدایت شود (Hötger et al., 2013) و منجر به افزایش عملکرد شیر شود (Odens et al., 2007; Schlegel et al., 2012). مصرف روزانه CLA، تولید شیر را به میزان ۳ کیلوگرم در روز افزایش داد (Bernal-Santos et al., 2003). در تحقیقی دیگر بعد از هفته دوم شیردهی، میزان تولید شیر، محتوای چربی و ترکیب اسیدهای چرب تحت تاثیر قرار گرفت، اما تعادل انرژی بین گروه‌های CLA و شاهد تفاوتی نداشت (Bernal-Santos et al., 2003). همان‌طور که انتظار می‌رفت درصد چربی شیر با تیمار CLA کاهش معنی‌داری (حدود ۰/۸۱) نسبت به شاهد داشت ولی تولید چربی شیر تفاوت معنی‌داری نشان نداد که با سایر تحقیقات مطابقت داشت (Sheikh et al., 2018). مصرف مکمل CLA به میزان ۶۳/۲ گرم در روز از ۱۴ روز قبل از زایش تا ۶۳ روز پس از زایش منجر به کاهش ۲۱ درصد تولید چربی شیر و کاهش خروج انرژی شیر شد، اما تعادل انرژی خالص و عملکرد باروری به‌طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار نگرفت (Castañeda-

(Gutiérrez et al., 2007). کاهش غلظت و تولید چربی شیر در گاوهای تغذیه شده با CLA به میزان ۱۲ تا ۱۳ درصد گزارش شده است (Bernal-Santos et al., 2003)، اما کاهش میزان چربی شیر گزارش شده حدود ۲۷ درصد بود (Selberg, 2002; Odens et al., 2007). مکمل سازی با CLA باعث کاهش ۶/۸ و ۱۲/۸ درصد عملکرد چربی شیر و ۱۰/۲ و ۱۶ درصد کاهش محتوای چربی شیر در گاوهای تغذیه شده با CLA به ترتیب به مدت ۲۱ و ۴۲ روز پس از زایش در مقایسه با شاهد شد، در نتیجه افزایش طول دوره مکمل سازی در کاهش درصد مقدار و عملکرد چربی شیر تاثیر بیشتری دارد (Roodbari et al., 2016). ایزومر ترانس ۱۰ سیس ۱۲ CLA با کاهش بیان ژن های کدکننده آنزیم های مربوط به ساخت اسید چرب با منبع درون زادی (کمتر از ۱۶ کرین) ساخت چربی شیر جلوگیری می کند (Baumgard et al., 2001; Bernal-Santos et al., 2003). از آنجایی که گاوها در اوایل زایش در بالانس منفی انرژی هستند ممکن است این افزایش خروج انرژی به ظاهر نشان دهنده استفاده نابجا از سدیم استات باشد اما در واقع استات باعث فراهمی انرژی برای بدن می شود (Urrutia and Harvatine, 2017b). در گاوهای اوایل شیردهی یا پرتولید که در تعادل منفی انرژی هستند، استات ذخیره شده به احتمال زیاد توسط غده پستانی برای سنتز لاکتوز و پروتئین استفاده می شود و از این رو، تولید شیر را تا سطوح بالاتر افزایش می دهد (Urrutia and Harvatine, 2017a). در مطالعه حاضر سدیم استات تولید چربی شیر را ۱۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش ($P < 0.05$) داد که مطابق با برخی تحقیقات بود (Maxin et al., 2011). همسو با پژوهش حاضر، مصرف ۲۰۰ گرم سدیم استات در روز، باعث افزایش چربی شیر (۱۷۰ گرم در روز) و درصد چربی شیر (۰/۴۳ درصد) شد (Matamoros et al., 2021). استات عمده ترین منبع کرین برای سنتز چربی در بافت چربی و پستان نشخوارکنندگان است، بنابراین منطقی است که فراهم کردن استات تولید چربی شیر گاوهای شیری را افزایش دهد (Urrutia et al., 2019). همچنین، رابطه خطی مثبت بین DCAD و تولید چربی شیر در مطالعات متاآنالیز توسط Erdman و Iwaniuk (۲۰۱۵) گزارش شد (Matamoros et al., 2021)، که همسو با نتایج حاضر بود. پاسخهای تولیدی به شکم زایش، مرحله شیردهی و سطح تولید بستگی دارد (Matamoros et al., 2021). شایان ذکر است که مطالعات گسترده و اطلاعات کافی در زمینه مصرف سدیم استات در دوره بلافاصله پس از زایش وجود ندارد و بیشتر مطالعات در دوره اوایل شیردهی می باشد.

پروفایل اسیدچرب شیر

باتوجه به جدول ۵، CLA منجر به کاهش غلظت و تولید اسیدهای چرب شیر کوتاه، متوسط و بلند زنجیر شد اما سدیم استات غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و ۱۶ کرین را افزایش و اسیدهای چرب پیش ساخته را کاهش داد ($p > 0.05$). سدیم استات تاثیر معنی داری بر تولید اسیدهای چرب با منبع Denovo داشت و مصرف آن باعث افزایش تولید اسیدهای چرب با منبع Denovo به میزان ۱۲۳/۴ گرم در روز شد. با مصرف CLA شاخص غیراشباع کردن افزایش یافت که نشان دهنده کاهش فعالیت دلتا ۹ دسچوراز می باشد. طول دوره آزمایش، مقدار مکمل چربی جیره، مرحله شیردهی، تعادل انرژی و پتانسیل ژنتیکی برای تولید شیر از جمله عوامل مؤثر بر ترکیب اسیدهای چرب شیر هستند (Sheikh et al., 2018) و موافق با نتایج حاضر مکمل سازی CLA در طی دوره انتقال تاثیر معنی داری در سهم اسیدهای چرب کوتاه و متوسط زنجیر نداشت (Sheikh et al., 2018). همسو با آزمایش حاضر، مکمل سازی CLA در جیره گاوهای شیری دوره انتقال منجر به کاهش برخی اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه و متوسط چربی شیر شد (Roodbari et al., 2016).

جدول ۵. اثر جیره‌های آزمایشی بر پروفایل اسیدهای چرب شیر در گاوهای اوایل دوره شیردهی تغذیه شده

Pvalue ³	SEM ²	جیره‌های غذایی ^۱		شاهد	پروفایل اسیدچرب شیر (گرم/۱۰۰گرم)
		CLA	NaAc		
۰/۰۷	۱/۲۱	۵۷/۶۴	۶۱/۶۴	۵۷/۴۵	SFA ^۴
۰/۲۸	۰/۳۵	۵/۶۸	۴/۷	۵/۱۳	PUFA ^۵
۰/۰۷	۱/۰۶	۳۵	۳۲/۳۹	۳۶/۱۶	MUFA ^۶
۰/۰۷	۱/۱	۴۰/۶۹	۳۷/۰۹	۴۱/۲۹	UFA ^۷
۰/۰۷	۰/۰۸	۱/۴۲	۱/۶۷	۱/۳۹	SFA: UFA ^۸
Desaturase index					
۰/۶۷	۲/۱۱	۹/۷۹	۸/۶۴	۷/۰۶	14/14:1
۰/۸۰	۳/۱۳	۲۴/۸۷	۲۶/۳۲	۲۷/۸۳	16/16:1
۰/۰۳	۰/۰۲۹	۰/۵۴ ^a	۰/۴۶ ^{ab}	۰/۳۹ ^b	18/18:1
غلظت (g/100g of FA)					
۰/۰۶	۱/۲۳	۲۱/۶۶	۲۷/۰۲	۲۳/۸۵	De novo ^۹
۰/۳۴	۰/۷۳	۲۳/۵۰	۲۴/۸۹	۲۳/۶۲	Mixed ^{۱۰}
۰/۰۴	۱/۳۶	۵۳/۱۶ ^a	۴۶/۸۲ ^b	۵۱/۲۷ ^a	Preformed ^{۱۱}
تولید (g/d)					
۰/۰۳	۳۱/۴۳	۲۱۲/۱۸ ^b	۳۷۱/۴۶ ^a	۲۴۸/۰۶ ^b	De novo
۰/۰۳	۳۲/۵۳	۲۲۷/۴۸ ^b	۳۵۹/۵۷ ^a	۲۶۸/۴۴ ^{ba}	Mixed
۰/۰۸	۴۵/۴۰	۴۷۴/۶۰	۶۵۱/۹	۵۴۴/۷۶	Preformed
۰/۰۴	۰/۱۸	۳/۴۷ ^a	۲/۵۹ ^b	۲/۸۴ ^{ab}	W6/W3
۰/۰۶	۰/۱۳	۱/۱۱	۱/۶۳	۱/۴۳	AI ^{۱۲}
۰/۲۵	۰/۰۹	۱/۶۳	۱/۹۷	۱/۷۴	TI ^{۱۳}

SEM ۱ میانگین خطای استاندارد ۲ در یک ردیف معنی‌داری تیمارها در سطح ۰/۰۵ با حروف بیان شده است ۳ SFA اسیدهای چرب اشباع، ۴ PUFA اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه، ۵ MUFA اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه، ۶ UFA اسیدهای چرب غیراشباع، ۷ SFA:UFA نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع، ۸ De novo مجموع اسیدهای چرب کمتر از ۱۶ کربن، ۹ Mixed مجموع اسیدهای چرب ۱۶ کربن از منشا درون زادی و پیش ساخته، ۱۰ Preformed مجموع اسیدهای چرب بیشتر از ۱۶ کربن با منشا پلاسما ۱۱ شاخص آنروژن = $(C12:0+4(C14:0)+C16:0)/(\sum Mufa+\sum pufa)$ ، ۱۲ شاخص ترومبوژن = $(C14:0+C16:0+C18:0)/(0.5 \times \sum MUFA)+(0.5 \times \sum W6+(3 \times \sum W3)+(\sum W3/\sum W6))$

نتایج نشان داد که مخلوط CLA مورد استفاده در این آزمایش، دوز کافی از cis-12 CLA trans-10 را برای کاهش بیان ژن‌های دخیل در سنتز اسیدهای چرب De novo ارائه می‌دهد (Baumgard et al., 2001)، که احتمالاً با افزایش مدت مصرف CLA و استفاده از دوران قبل زایش نتایج بهتری دیده شود. مشابه با پژوهش حاضر، تزریق شیردانی CLA (۱۰ گرم در روز از هر دو ایزومر) نسبت اسیدهای چرب کوتاه و متوسط زنجیر و اسیدهای چرب با یک یا چند پیوند دوگانه با مکمل سازی CLA در اوایل دوره شیردهی تحت تاثیر قرار نگرفت (Urrutia and Harvatine, 2017a). در آزمایش دیگری با مصرف روزانه ۳۰۰ گرم سدیم استات، ۵۸ گرم در روز تولید اسیدهای چرب De novo و ۹۶ گرم در روز اسیدهای چرب مخلوط را نسبت به شاهد افزایش داشت (Matamoros et al., 2021). افزایش فراهمی سدیم استات به احتمال زیاد به‌طور خاص ظرفیت لیپوژنیک غده پستانی را تحریک می‌کند، به جای اینکه به‌طور کلی تمام اجزای شیر را تحریک کند (Urrutia and Harvatine, 2017a). غلظت اسید چرب ۱۶ کربن در تیمار استات سدیم در مقایسه با شاهد ۳/۱ درصد افزایش یافت، اما اسیدهای چرب پیش‌ساخته (بیش از ۱۶ کربن) را ۳ درصد کاهش داد و غلظت اسیدهای چرب De novo تحت تاثیر قرار نگرفت. مصرف CLA تاثیر معنی‌داری بر نسبت ۱۸:۰/۱۸:۱ داشت. ترانس ۱۰ سیس ۱۲ CLA بیان ژن و فعالیت دلتا ۹ دسچوراز را مهار کرده و بر نسبت دسچوراز در دوزهای بالاتر مؤثر می‌باشد (Matamoros et al., 2021) و همانند سایر

پژوهش‌ها (Castañeda-Gutiérrez et al., 2007; Huang et al., 2008) این تغییرات معنی‌دار نبود. اسیدهای چرب با توجه بر تأثیرشان بر غلظت کلسترول و لیپوپروتئین با دانسیته پایین سرم باعث تحریک یا جلوگیری آترواسکلروسیس و انسداد شریان قلب می‌شوند (Huang et al., 2008). معادلات برای شاخص‌های ترومبوژنیک و آتروژنیک نشان می‌دهد که C12:0، C14:0، C16:0 آتروژنیک بوده و C14:0، C16:0، C18:0 ترومبوژنیک هستند (Huang et al., 2008). افزودن CLA منجر به کاهش غیرمعنی‌دار شاخص‌های AI و TI شد و تأکیدی بر اثرات آنتی ترومبوژنیک و آنتی کارسینوژنیک CLA می‌باشد و افزایش غلظت پالمیتیک اسید چربی شیر در تیمار سدیم استات تا حدی نبود که بر این شاخص‌ها (شاخص‌های سلامت شیر) تأثیر منفی گذارد.

نتیجه‌گیری

سدیم استات باعث بهبود توازن منفی انرژی نشد و همچنین، افزایش شاخص‌های آتروژنیک و ترومبوژنیک نیز مشاهده شد. در حالی که، عرضه استات سدیم باعث بهبود سنتز شیر و چربی شیر در گاوهای شیری شد، در نتیجه فرض لیپوژنیک بودن استات در بافت پستان تأیید شده است. افزایش سنتز چربی شیر عمدتاً از طریق افزایش عملکرد اسیدهای چرب ۱۶ کربن و کمتر از ۱۶ کربن است، در حالی که سنتز اسیدهای چرب بیشتر از ۱۶ کربن به میزان کمتری افزایش یافت. مکانیسم‌های احتمالی شامل افزایش در دسترس بودن استات برای جذب غدد پستانی و سنتز چربی شیر و از طرفی تولید بیشتر BHB در سلول‌های اپیتلیال شکمبه (منبع کربن برای شروع لیپوژنز) می‌باشد. افزودن CLA با کاهش چربی شیر تأثیر در بالانس منفی شیر ایجاد نکرد که احتمالاً دلیل آن سوق دادن انرژی صرفه جویی شده برای تولید شیر باشد. مصرف CLA توانست با افزایش انتقال ایزومر ترانس ۱۰ سیس ۱۲ CLA به شیر و کاهش شاخص‌های ترومبوژنیک و اتروژنیک برای سلامت مصرف‌کننده شیر مفید باشد. به نظر می‌رسد در اوایل دوره زایش که گاوها در بالانس منفی انرژی هستند، استفاده از استات سدیم ریسک پذیر و مصرف CLA منطقی‌تر باشد.

REFERENCES

- Association of Official Analytical Chemists. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC, Washington, DC
- Bauman, D.E., Griinari, J.M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition* 23, 203-227.
- Baumgard, L.H., Sangster, J.K., Bauman, D.E. (2001). Milk fat synthesis in dairy cows is progressively reduced by increasing supplemental amounts of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid (CLA). *The Journal of Nutrition* 131, 1764-1769.
- Bernal-Santos, G., Perfield II, J., Barbano, D., Bauman, D., Overton, T. (2003). Production responses of dairy cows to dietary supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) during the transition period and early lactation. *Journal of Dairy Science* 86, 3218-3228.
- Bjerre-Harpøth, V., Friggens, N.C., Thorup, V.M., Larsen, T., Damgaard, B., Ingvarsten, K., Moyes, K. (2012). Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. *Journal of Dairy Science* 95, 2362-2380.
- Castañeda-Gutiérrez, E., Benefield, B., De Veth, M., Santos, N., Gilbert, R., Butler, W., Bauman, D. (2007). Evaluation of the mechanism of action of conjugated linoleic acid isomers on reproduction in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 4253-4264.
- Chitsaz, A., Ghorchi, T., H, S., S, F. (2011). The effect of protected conjugated linoleic acid supplementation on milk production, its composition and blood parameters in Holstein cows. *Journal of Veterinary Research*, 3.247-25. (In Persian)
- Edmonson, A., Lean, I., Weaver, L., Farver, T., Webster, G. (1989). A body condition scoring chart

- for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72, 68-78.
- Guliński, P.(2021). Ketone bodies-causes and effects of their increased presence in cows' body fluids: A review. *Veterinary world*. 14 (6), 1492-1503.
- Hötger, K., Hammon, H.M., Weber, C., Görs, S., Tröscher, A., Bruckmaier, R.M., Metges, C.C.(2013). Supplementation of conjugated linoleic acid in dairy cows reduces endogenous glucose production during early lactation. *Journal of Dairy Science* 96, 2258-2270.
- Huang, Y., Schoonmaker, J., Bradford, B., Beitz, D.(2008). Response of milk fatty acid composition to dietary supplementation of soy oil, conjugated linoleic acid, or both. *Journal of Dairy Science* 91, 260-270.
- Iwaniuk, M. E., Weidman, A. E., & Erdman, R. A. (2015). The effect of dietary cation-anion difference concentration and cation source on milk production and feed efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1950-1960.
- Mahdavi, A., Rezayazdi, K., Shahneh, A., Dehghan banadaki, M.(2010.) Studying the effect of conjugated linoleic acid on milk production and composition, energy balance and blood parameters of Holstein dairy cows in early lactation. *Animal Science of Iran*.41. (In Persian)
- Matamoros, C., Cai, J., Patterson, A., Harvatine, K.J.(2021). Comparison of the effects of short-term feeding of sodium acetate and sodium bicarbonate on milk fat production. *Journal of Dairy Science* 104, 7572-7582.
- Maxin, G., Rulquin, H., Glasser, F.(2011). Response of milk fat concentration and yield to nutrient supply in dairy cows. *Animal* 5, 1299-1310.
- Moore, C., Hafliger III, H., Mendivil, O., Sanders, S., Bauman, D., Baumgard, L.(2004). Increasing amounts of conjugated linoleic acid (CLA) progressively reduces milk fat synthesis immediately postpartum. *Journal of Dairy Science* 87, 1886-1895.
- NRC .(2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle: 2001, National Academies Press.
- Norman, H., Powell, R.(1999). Dairy cows of high genetic merit for yields of milk, fat and protein- Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 12, 1316-1323.
- Odens, L., Burgos, R., Innocenti, M., VanBaale, M., Baumgard, L.(2007). Effects of varying doses of supplemental conjugated linoleic acid on production and energetic variables during the transition period. *Journal of Dairy Science* 90, 293-305.
- Peterson, D., Kelsey, J., Bauman, D.(2002). Analysis of variation in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85, 2164-2172.
- Roodbari, A.R., Towhidi, A., Zhandi, M., Rezayazdi, K., Mianji, G.R., Dirandeh, E., Colazo, M.(2016). Effect of conjugated linoleic acid supplementation during the transition period on plasma metabolites and productive and reproductive performances in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 219, 294-303.
- Schlegel, G., Ringseis, R., Windisch, W., Schwarz, F., Eder, K.(2012). Effects of a rumen-protected mixture of conjugated linoleic acids on hepatic expression of genes involved in lipid metabolism in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95, 3905-3918.
- Selberg, K.T.(2004). Production and metabolic responses to dietary conjugated linoleic acid and trans-octadecenoic acid isomers in periparturient Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 87, 158-168.
- Sheikh, N., Zali, A., Ganjkanlou, M., Towhidi, A., Dehghan, B.M.(2018). The effect of supplementary feeding of conjugated linoleic acid and a mixture of meal and sesame oil on yield and composition of milk fatty acids of Holstein dairy cows during the transition period. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*.12,369-379. (In Persian)
- Sheperd, A., Combs, D.(1998). Long-term effects of acetate and propionate on voluntary feed intake by midlactation cows. *Journal of Dairy Science* 81, 2240-2250.

- Shingfield, K.J., Griinari, J.M.(2007). Role of biohydrogenation intermediates in milk fat depression. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109, 799-816.
- Urrutia, N., Bomberger, R., Matamoros, C., Harvatine, K.(2019). Effect of dietary supplementation of sodium acetate and calcium butyrate on milk fat synthesis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 102, 5172-5181.
- Urrutia, N., Harvatine, K.(2017a). Effect of conjugated linoleic acid and acetate on milk fat synthesis and adipose lipogenesis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 100, 5792-5804.
- Urrutia, N.L., Harvatine, K.J.(2017b). Acetate dose-dependently stimulates milk fat synthesis in lactating dairy cows. *The Journal of Nutrition* 147, 763-769.