نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۷ شماره ۲/ سال۱۳۹۶/ صفحات ۱۴۳ تا ۱۵۹

اثر افزودن روغن‌های کلزا، سویا و ماهی به جیره خوراکی بر ترکیب اسیدهای چرب و کیفیت گوشت بره‌های پرواری

رضا پرور[1*]، تقی قورچی[1] و محمود شمس شرق[1]

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۱

[1]دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

* مسئول مکاتبه: Email: parvar.90@gmail.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: در سال‌های اخیر استفاده از روغن‌ها در جیره دام به دلیل داشتن برخی اسیدهای چرب مفید برای سلامتی انسان همچون اسیدلینولئیک و اسیدلینولنیک مورد توجه قرار گرفته است. **هدف**: بررسی تاثیر افزودن روغن‌های کلزا، سویا و ماهی به جیره خوراکی بر کیفیت و ترکیب اسیدهای چرب گوشت بره‌های پرواری بود. **روش کار**: ۳۵ راس بره نر با میانگین وزن ۲ ±۲۷/۸ کیلوگرم در یک دوره‌ی ۸٤ روزه مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) شاهد (بدون افزودن روغن)، ۲) ۳ درصد روغن ماهی، ۳) ۳ درصد روغن کلزا، ٤) ۳ درصد روغن سویا، ٥) ۱/٥ درصد روغن ماهی + ۱/٥ درصد روغن کلزا، ٦) ۱/٥ درصد روغن ماهی + ۱/٥ درصد روغن سویا و ۷) ۱/٥ درصد روغن کلزا + ۱/٥ درصد روغن سویا بودند. **نتایج**: منابع مختلف روغن در سطح ۳ درصد اثر معنی‌داری بر رنگ، pH نهایی، شاخص افت حاصل از پخت و نیروی برش گوشت نداشتند. اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتیک و استئاریک به ترتیب بشترین مقدار را در بین تمام ا سیدهای چرب گو شت دا شت. جیره‌های حاوی روغن سبب افزایش میزان ا سیدهای چرب غیرا شباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع در بره‌های تغذیه شده با روغن در مقایسه با تیمار شاهد شدند. بره‌های تغذیه شده با روغن ماهی بالاترین میزان اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوئیک، دوکوزاپنتانوئیک و دوکوزاهگزانوئیک را داشتند. افزودن روغن به طور موثر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ را در مقایسه با شاهد کاهش داد. **نتیجه‌گیری نهایی**: افزودن منابع مختلف روغن به جیره دام، می‌تواند بدون اثرات منفی بر کیفیت گوشت، ترکیب اسیدهای چرب گوشت بره‌ها را تحت تاثیر قرار دهد و به عنوان یک راهکار جهت افزایش اسیدهای چرب غیراشباع گوشت، بخصوص اسیدهای چرب امگا-۳ و بهبود نسبت امگا-٦ به امگا-۳ استفاده شود.

واژگان کلیدی: اسید چرب، بره کیفیت گوشت، روغن

مقدمه

در سال‌های اخیر توجه زیادی به تحقیقات برای بهبود محتوای اسیدهای چرب در تولیدات دامی (شیر و گوشت) از طریق کاهش نسبت اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیراشباع شده است. مطالعات نشان داده است که پروفایل اسیدهای چرب گوشت تا حدی از طریق عوامل پرورشی مثل جیره قابل تغییر است که این تغییر در پروفایل اسید چرب سایر خصوصیات آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با کنترل بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه دام، می‌توان

نسبت اسیدهای چرب غیراشباع در گوشت و شیر نشخوارکنندگان را افزایش داد (گالاردو و همکاران ۲۰۱۵). بویژه نسبت مناسب اسیدهای چرب غیراشباع در غذا، اثرات مفیدی برای انسان دارد. مصرف ایکوزاپنتانوئیک اسید[1] و دوکوزاهگزانوئیک اسید[2] تقریباً به میزان ۵۰۰ میلی‌گرم در روز خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش می‌دهد (جبوئر و همکاران ۲۰۰۶). تولیدات نشخوارکنندگان به عنوان منبع اصلی تولید اسیدهای چرب ترانس غیرصنعتی شامل اسیدلینولئیک کنژوگه[3] حداقل با یک پیوند دوگانه هستند (سانتوز-سیلوا و همکاران ۲۰۰٤). ایزومرهای مختلف اسیدهای چرب ترانس خواص بیولوژیکی منحصر به فردی دارند و اثرات آنها به ساختار آنها بستگی دارد (جاورسکا و همکاران ۲۰۱٦). روغن ماهی بر بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای اسید لینولئیک و لینولنیک اثر مهارکنندگی اعمال می‌کند این اثر مهارکنندگی باعث افزایش حدواسط-های بیوهیدروژناسیون در تولیدات (شیر و گوشت) می-شود این حد واسطها عبارتند از: ایزومرهای مختلف اسیدهای چرب مزدوج (CLA) که مهمترین آنها سیس-۹ ترانس-۱۱ است که تأثیرات ضد سرطانی، ضد سخت شدگی رگ و آنتی‌اکسیدانی دارد (کیو و همکاران ۲۰۰٤). تحقیقات اخیر بر استفاده از روغن‌ها با هدف افزایش اسیدهای چرب امگا-۳ در گوشت متمرکز شده است و همچنین کاهش میزان امگا-٦ به امگا-۳ به نسبت ٤ که برای سلامتی انسان مفید است (سانگ و همکاران ۲۰۱۰، پترسون و همکاران ۲۰۱۲). از طرفی روغن‌های گیاهی از جمله روغن سویا و کلزا در مقایسه با چربی‌های حیوانی حاوی مقدار زیادی از اسیدهای چرب غیراشباع اسید لینولنیک (c18:3n–3) و اسید لینولئیک (c18:2n–6) هستند، منابع چربی گیاهی بدون کلسترول بوده و غنی از اسیدهای چرب غیراشباع هستند (متوس و همکاران ۲۰۰٤). عمده اسیدهای چرب بلند زنجیر غیر اشباع امگا-۳ از لینولنیک اسید حاصل می‌شود. اسیدهای چرب امگا-۳ در بدن به اسیدهای چرب غیراشباع زنجیر بلندی مانند اسید ایکوزا پنتانوئیک، اسید دکوزا هگزانوئیک و اسید دکوزاپنتانوئیک تبدیل می‌شود که این دو اسید چرب سبب مهار طولانی شدن زنجیره اسید چرب امگا-۳، غیراشباع شدن اسیدهای چرب و متابولیسم اسید لینولئیک می‌شوند (کرسپو و استیو-گارسیا ۲۰۰۲). محققین گزارش کردند که تغذیه بره‌ها با روغن‌های حاوی اسیدهای چرب غیراشباع سبب بهبود کیفیت اسیدهای چرب گوشت می‌شود (فرانسیسکو و همکاران ۲۰۱۵). جرومینو و همکاران، (۲۰۱۰) نیز نشان دادند افزودن مخلوط روغن‌های آفتابگردان و کتان به نسبت ۱ به ۲ به جیره بره‌های پرواری سبب فزایش چربی بین ماهیچه‌ای شد، همچنین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به میزان ۲۳ درصد افزایش و میزان اسیدهای چرب امگا-٦ ماهیچه کاهش یافت. در پژوهشی دیگر افزودن ۳ درصد روغن کلزا به جیره بزغاله‌های پرواری سبب افزایش میزان اسید آلفالینولئیک در گوشت آنها شد (کریمی و همکاران ۲۰۱۳). از طرفی موثرترین روش جهت افزایش میزان اسید لینولئک (c9,t11-18:2) گوشت (به عنوان ایزومر اصلی اسیدلینولئیک کنژوگه موجود در گوشت) افزودن روغن‌های گیاهی به جیره‌های بر پایه علوفه می‌باشد (بسا و همکاران ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵). تولید اسیدهای چرب مذکور در بدن دام سبب افزایش غلظت این نوع اسیدهای چرب در گوشت می شود که در نهایت با مصرف گوشت غنی شده توسط مصرف کنندگان، کاهش بیماری های قلبی-عروقی و ارتقاء سلامتی و افزایش طول عمر انسان می‌شود. هدف از این آزمایش مطالعه اثر روغن های ماهی، کلزا و سویا بر کیفیت و ترکیب اسیدچرب گوشت بره‌های پرواری بود.

1- Eicosapentaenoic acid (EPA)
2- Docosahexaenoic acid (DHA)
3- Conjugated isomers of linoleic acid (CLA)

مواد و روش‌ها

روند کلی طرح و تیمارهای آزمایشی

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این پژوهش تعداد ۳۵ راس بره نر نژاد افشاری با میانگین وزنی ۲ ± ۲۷/۸ کیلوگرم و سن حدود ٤ تا ٥ ماه استفاده شد. در ابتدای آزمایش، بره‌ها علیه آنتروتوکسمی واکسینه شدند و به آنها داروی ضدانگل خورانیده شد. ١٤روز دوره عادت پذیری و ٨٤ روز دوره آزمایشی برای دام‌ها در نظر گرفته شد. در طول دوره آزمایش جیره‌های کاملاً مخلوط به صورت روزانه توزین و در دو نوبت ۷ صبح و ٤ بعد از ظهر در اختیار دام‌ها قرار گرفت. مقدار غذای ارائه شده و میزان غذای باقی مانده هر رأس قبل از خوراکدهی وعده صبحگاهی به‌طور جداگانه جمع‌آوری و به وسیله ترازوی دیجیتالی توزین شد. در طول دوره آزمایش بره‌ها دسترسی آزاد به آب داشتند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار شامل تیمار ۱) شاهد (بدون افزودن روغن)، تیمار ۲) ۳ درصد روغن ماهی، تیمار ۳) ۳ درصد روغن کلزا، تیمار ٤) ۳ درصد روغن سویا، تیمار ٥) ۱/٥ درصد روغن ماهی + ۱/٥ درصد روغن کلزا، تیمار ٦) ۱/٥ درصد روغن ماهی + ۱/٥ درصد روغن سویا و تیمار ۷) ۱/٥ درصد روغن کلزا + ۱/٥ درصد روغن سویا انجام گرفت. جیره‌های آزمایشی بر اساس نیازهای غذایی توصیه شده توسط انجمن ملی تحقیقات (۱۹۸٥) تنظیم شدند. ترکیب شیمیایی جیره‌ها و ترکیب اسیدهای چرب روغن‌ها به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. برای هر گروه تیماری، تعداد ٥ بره پرواری در نظر گرفته شد و در کل ۳٥ راس بره نر به صورت انفرادی به مدت ٨٤ روز مورد آزمایش قرار گرفتند.

اندازه‌گیری صفات کیفی گوشت

٢٤ ساعت پس از کشتار، pH گوشت هر یک از بره‌ها با استفاده از pH متر دیجیتال مترون با ۳ با تکرار اندازه گیری گردید که میانگین این سه تکرار به عنوان pH گوشت آن دام محسوب گردید. جهت اندازه‌گیری میزان تولید شیرابه که یکی از معیارهای ارزیابی ظرفیت نگهداری آب در گوشت خام می‌باشد از روش هاف- لونرگان و لونرگان (۲۰۰٥) استفاده شد. طبق این روش ۸۰ تا ۱۰۰ گرم از نمونه عضله راسته درون کیسه‌های توری مانند به صورت آویزان در دمای یخچال (٤c°) به مدت ٢٤ ساعت قرار گرفت. سپس نمونه‌ها خارج شده و پس از وزن کشی میزان تولید شیرابه طبق رابطه ۱ محاسبه شد:

رابطه ۱: ۱۰۰* وزن اولیه/ (وزن نهایی – وزن اولیه) = (٪)

به منظور اندازه‌گیری افت حاصل از پخت و تردی از ماهیچه راسته ناحیه دنده ٦ تا ۱۰ استفاده شد. افت حاصل از پخت و تردی، ۷۲ ساعت پس از کشتار اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری افت حاصل از پخت، نمونه های گوشت وزن‌کشی و در کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها در دمای ۷٥ درجه سلسیوس و در طی یک ساعت پخته شدند. پس از خنک شدن و خشک کردن نمونه‌ها با دستمال کاغذی، نمونه‌های پخته شده دوباره وزن کشی شده و افت حاصل از پخت به عنوان شاخصی از ظرفیت نگهداری آب طبق رابطه ۲ محاسبه شد:

رابطه ۲: ۱۰۰* وزن اولیه/ (وزن نهایی – وزن اولیه) = (٪)

سنجش نیروی برش (تست برش وارنر براتسلیر[1]) که یک شاخص تردی گوشت می‌باشد با استفاده از دستگاه بافت سنج[2] انجام گرفت. این روش ۷۲ ساعت پس از کشتار در حالی‌که نمونه‌ها در دمای ٤ درجه‌ی سلسیوس نگهداری شده بودند، انجام گرفت. رنگ گوشت با استفاده از روش کمیسیون بین‌المللی پرتوافشانی (CIE، ١٩٨٦) بر اساس سامانه L (روشنایی)، a (قرمزی)، b (زردی)، توسط دستگاه رنگ سنج (Hunter Lab) با سه تکرار اندازه گیری شد.

1- Warner Bratzler Shear force

2- Texture analyzer

جدول ۱- اجزاء تشکیل دهنده جیره‌های آزمایشی و محتوای مواد مغذی آنها

Table 1- Ingredients and chemical composition of experimental diets

اقلام خوراکی (٪) Ingredients %	جیره‌های آزمایشی Experimental diets						
	شاهد Control	روغن ماهی Fish oil	روغن کلزا Canola oil	روغن سویا Soybean oil	روغن ماهی+ روغن کلزا FO[1] +CO[2]	روغن ماهی+ روغن سویا FO + SO[3]	روغن کلزا+ روغن سویا CO + SO
یونجه Alfalfa	16.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
جو Barley	51.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
کاه گندم Wheat straw	12.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
سبوس گندم Wheat bran	6.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
ذرت Corn	7.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
کنجاله سویا Soybean meal	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
روغن ماهی Fish oil	0.0	3.0	0.0	0.0	1.5	1.5	0.0
روغن کلزا Canola oil	0.0	0.0	0.3	0.0	1.5	0.0	1.5
روغن سویا Soybean oil	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	1.5	1.5
کربنات کلسیم CaCO3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
نمک Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
مکمل معدنی - ویتامینی Mineral-vitamin premix	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ترکیب شیمیایی Chemical composition							
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)[4] Metabolizable Energy (Mcal/kg)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
پروتئین خام (درصد)[4] Crude protein(%)	14.5	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
عصاره اتری(%) [5] (%) Ether extract (EE)	2.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
ماده آلی (درصد)[5] Organic matter	93.9	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0	93.0
الیاف نامحلول در شوینده خنثی [5] Neutral detergent fiber (%)	38.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی. [5]Acid detergent fiber (%)	18.5	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
کربوهیدرات‌های غیر فیبری(درصد)[6] (NFC%)	38.2	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5
کلسیم (درصد)[4] Calcium (%)	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
فسفر (درصد)[4] Phosphorus (%)	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24

1. FO = Fish oil, 2. CO= Canola oil, 3. SO= Soybean oil

٤. از طریق جداول مواد مغذی محاسبه شد، ٥. از طریق اندازه‌گیری در آزمایشگاه به‌دست آمده است.

٦. محاسبه شده به صورت NFC= 100 -(% CP +% ash +% NDF+% EE)

به منظور ارزیابی خصوصیات حسی-چشایی گوشت (تست پانل[1])، نمونه‌های گوشت عضله راسته که در دمای ۱۸- سلسیوس و بدون هوا در کیسه‌های خلاء نگهداری می‌شدند، ۲٤ ساعت قبل از انجام این آزمایش در دمای ٤ درجه سلسیوس یخ‌گشایی و به صورت جداگانه در مایکروفر طبخ شدند. خصوصیات حسی و چشایی گوشت توسط یک گروه ٦ نفره و با استفاده از مقیاس اسکوروی، روش سنودو و همکاران (۱۹۹۸) اندازه‌گیری شد.

استخراج چربی از نمونه‌ها

در انتهای دوره پرواربندی بره‌ها پس از گذراندن ١٦ ساعت محرومیت از خوراک و آب کشتار شدند. و نمونه گوشت آنها از عضله راسته در محدوده دنده‌های ۱۲ و ۱۳ جدا و در ظرف حاوی یخ بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت. به منظور اندازه‌گیری پروفایل اسید چرب داخل ماهیچه‌ای، از نمونه همگن شده عضله راسته استفاده گردید. برای استخراج چربی از نمونه‌های گوشت، روش فولچ و همکاران (۱۹۵۷) مورد استفاده قرار گرفت. پروفیل اسیدهای چرب در نمونه‌های گوشت با دستگاه کروماتوگرافی گازی (model Unicam 4600, UK) بر اساس روش متکالف و اشمیتز (١٩٦١) و با استفاده از اسید چرب غیرمتیله ۱۵ کربنی (c15:0) به عنوان استاندارد، تعیین شد. برای متیلاسیون نمونه‌ها، ابتدا ۰/۱ گرم چربی استخراج شده از هر نمونه درون لوله آزمایش قرار گرفت، سپس ۵ میلی‌لیتر محلول سود متانولی ۲ درصد به هر نمونه اضافه شد. نمونه‌ها به دقت مخلوط شدند و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه سرد شدند. در ادامه، ۲/۱۷ میلی‌لیتر محلول برون تری فلورید (Boron trifluride) ۲۰ درصد به نمونه‌ها اضافه شد. سپس لوله‌های حاوی نمونه به مدت ۳ دقیقه داخل حمام آب جوش قرار گرفتند. بعد از گذشت زمان فوق لوله‌ها را از حمام خارج کرده و در دمای آزمایشگاه خنک شدند. در ادامه به هر نمونه مقدار ۱ میلی‌لیتر ان-هگزان اضافه شد، نمونه‌ها به دقت مخلوط شدند. در مرحله بعد، مقدار ۱ میلی‌لیتر محلول اشباع نمک طعام به نمونه اضافه و با شدت مخلوط شدند. سپس نمونه‌ها به مدت پنج دقیقه و در دمای ٤ درجه سلسیوس و سرعت ۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. در انتها، با پیپت شیشه‌ای پاستور، فاز فاز بالایی برای تزریق به دستگاه کروماتوگرافی گازی مایع به ویال‌های جی سی انتقال داده شد (متکالف و اشمیتز، ١٩٦١). سپس مقدار ۲ میکرولیتر از ترکیب حاصل به درون ستون سیلیکای مذاب از نوع فاز پیوندی (ستون BPX70 با طول ۳۰ متر و قطر داخلی ستون ۰/۲۲ میلی‌متر) تزریق شد. دمای تزریق کننده و تشخیص دهنده دستگاه به ترتیب ۲۵۰ و ۳۰۰ درجه سلسیوس بود. گاز ناقل هلیوم و تشخیص دهنده‌ی آن از نوع یونیزاسیون شعله‌ای FID (Flame detector ionized) بود. دمای ستون در ابتدا ١٤٠ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه تنظیم شد. سپس با سرعت ۲۰ درجه سلسیوس در دقیقه به دمای ۱۸۰رسیده و در این دما ۹ دقیقه باقی ماند. سپس با سرعت ۲۰ درجه سلسیوس در دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس رسید و تا پایان (۲۵ دقیقه) در این دما باقی ماند. برای شناسایی اسیدهای چرب زمان بازداری هر یک از اسیدها با استاندارد داخلی (پنتادکانوئیک اسید، مرک، آلمان) مقایسه و هر اسید چرب به شکل استر مربوطه در کروماتوگرام تشخیص داده شد. مقدار هر اسید چرب بر حسب درصد وزنی از اسیدهای چرب تشخیص داده شده بیان شد.

1 - panel test

جدول۲- ترکیب اسیدهای چرب روغن‌ها (درصد)
Table 2- Fatty acid compositions of oils (%)

اسید چرب Fatty acid	روغن ماهی Fish oil	روغن سویا Soybean oil	روغن کلزا Canola oil
C14:0	6.2	0.06	0.04
C16:0	22.5	12.26	5.98
C16:1	7.9	0.08	0.13
C18:0	4.8	4.0	2.31
C18:1	25.8	23.4	61.1
C18:2	3.6	54.5	21.51
C18:3	1.3	4.5	7.35
C20:4	0.7	-	-
C20:5	8.3	-	-
C22:6	17.6	-	-

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از رویه GLM آنالیز تجزیه و تحلیل شدند. جهت آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SAS (۱/۹) استفاده شد. مدل استفاده شده برای آنالیز این صفات به شرح زیر می باشد:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

که در آن Y_{ij} مشاهده مربوط به بره مربوط به i امین تیمار، μ میانگین جامعه برای صفت مورد نظر، T_i اثر تیمار و ε_{ij} اثر خطای آزمایشی می‌باشد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون توکی در سطح ۰۵/۰ انجام گرفت.

نتایج و بحث

کیفیت گوشت

در مطالعه حاضر استفاده از منابع مختلف چربی تاثیر معنی‌داری بر pH، ظرفیت نگهداری آب (تولید شیرابه و افت حاصل از پخت)، تردی، رنگ گوشت و اسکورهای حسی-چشایی نداشت ($P<0/05$) (جدول ۳). که با نتایج بدست آمده توسط اولیویرا و همکاران (۲۰۱۶) در بره-های تغذیه شده با افزودن مخلوط روغن‌های کتان و آفتابگردان به نسبت ۲ به ۱ مطابقت داشت. این محققین عدم تاثیر منابع روغن بر رنگ گوشت و نیروی برش گوشت را گزارش نمودند. همچنین ویتسوبا و همکاران (۲۰۰۶) با افزودن روغن ماهی به جیره‌ی گوساله پرواری هیچ اثری بر رنگ و نیروی برش گوشت مشاهده نکردند. از طرفی این فاکتور به همراه pH گوشت در مطالعه کوک و همکاران (کوک و همکاران ۲۰۰۲) با افزودن روغن ماهی به جیره گوساله تغییری نکرد. سایر پژوهشگران عدم تغییر در کیفیت گوشت بره‌های تغذیه شده با روغن پالم هیدروژنه شده یا روغن آفتابگردان را گزارش کردند (مانسو و همکاران ۲۰۰۹). از مهم‌ترین عوامل موثر بر تردی گوشت، حفظ آب ماهیچه‌ای و pH نهایی گوشت می‌باشد. همچنین روند کاهش pH و میزان نهایی آن بر کیفیت گوشت خام تأثیرگذار است. علت تولید شیرابه در گوشت خام تغییرات در حجم میوفیبریل‌ها می‌باشد. که به دلیل افت pH قبل از جمود نعشی و چسبیدن سرهای میوزین به فیلامنت‌های اکتین هنگام جمود نعشی رخ می دهد. در پی تولید اسید و فعالیت آنزیم‌های درونی، ساختار پروتئینی دچار دگرگونی می-شود. این امر نیز می‌تواند در ظرفیت نگهداری آب نقش داشته باشد. پریلو و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که تغییر pH، ظرفیت نگهداری آب، تردی و رنگ گوشت معمولاً مرتبط با تغییر در مقدار چربی گوشت، درجه چاقی لاشه و pH نهایی گوشت می‌باشد، و با توجه به اینکه عوامل مذکور در پژوهش حاضر تحت تاثیر منابع مختلف چربی قرار نگرفته‌اند، لذا تغییر معنی‌داری در مورد صفات مرتبط با کیفیت گوشت مورد انتظار نبوده است. چربی‌ها از طریق تجزیه‌شدن و تولید آلدئیدها، الکل‌ها و کتون‌ها و سهیم شدن در واکنش‌های شبه مایلارد[1] در مزه گوشت نقش دارند (موترام و سالتر ۱۹۸۸). در این پژوهش تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در رابطه با صفات حسی- چشایی مشاهده نشد. در یک پژوهش در تغذیه گاوهای با منابع مختلف چربی تفاوتی در مزه گوشت مشاهده نشد (شیدر و همکاران

1- Maillard-like reactions

۲۰۰۱). روغن ماهی حاوی اسیدهای چرب زنجیر بلند می‌باشد که مستعد به اکسیداسیون بوده و تولید بو و مزه ماهی می‌گردد، در یک پژوهش با اینکه در تیمار روغن ماهی میزان اکسیداسیون گوشت افزایش یافت، تاثیر ناخوشایندی توسط پنلیست‌ها بر روی گوشت در بین تیمارها مشاهده نشد، محققین نتیجه گرفتند که بسیاری از این مواد حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها آستانه تحریک بالایی دارند، که این مواد می‌توانند توجیهی برای عدم تغییر در مزه گوشت حاوی اسیدهای چرب غیراشباع باشد (وتن‌سور و همکاران ۲۰۰۰). همچنین سانتوز- سیلوا و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که مکمل کردن چربی‌ها تاثیر کمی بر مقبولیت کلی گوشت دارد.

ترکیب اسید چرب گوشت بره‌ها

اثر منابع مختلف روغن بر اسیدهای چرب c14:0، c16:0، c17:0، c18:0 عضله راسته معنی‌دار بود (P <۰/۰۵) (جدول ٤). ولی بر اسیدهای چرب c12:0 و c20:0 تأثیری نداشت. مقدار c14:0 در تیمار شاهد و روغن سویا نسبت به سایر تیمارها در سطح بالاتری بود. بیشترین میزان c16:0 در تیمار شاهد و روغن ماهی مشاهده شد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. سطح c17:0 در تیمار شاهد به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود. کمترین میزان c18:0 به ترتیب در تیمارهای حاوی روغن ماهی وسویا و کلزا مشاهده شد. مقدار c16:1، c18:2 و c20:4 بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار نداشت (P <۰/۰۵). با این وجود میزان اسید چرب c18:2 در گوشت بره‌های تغذیه شده با روغن‌های مختلف روند افزایش داشت (p=0.06). افزودن روغن‌های مختلف به جیره بره‌های پرواری اثر معنی‌داری بر اسیدهای چرب c17:1، c18:1، c18:3، c205، c22:5، c22:6 داشت (P<۰/۰۵؛ جدول ٥). بره‌های تغذیه شده با تیمارهای روغن کلزا و سویا بالاترین میزان c18:1 را در عضله داشتند. کمترین و بیشترین میزان c18:3، به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار حاوی روغن کلزا مشاهده شد (P<۰/۰۵). مقدار اسیدهای چرب c205 در تیمارهای روغن ماهی و روغن ماهی+ روغن کلزا و c22:5 در تیمارهای حاوی روغن ماهی و مخلوط روغن ماهی با سایر روغن‌ها بالاتر بود. در حال که c22:6 در تیمار روغن ماهی به طور معنی‌داری افزایش یافت (P <۰/۰۵). اسیدچرب اولئیک اسید (c18:1) بشترین مقدار را در بین تمام اسیدهای چرب داشت و پس از آن اسیدهای پالمیتیک اسید (c16:0) و استئاریک اسید (c18:0) قرار داشتند. بره‌های تغذیه شده با جیره شاهد بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع را در عضله داشتند و با افزودن روغن به جیره مقدار اسیدهای چرب اشباع گوشت روند کاهشی داشت (P <۰/۰۵). بیشترین مقدار اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه در نمونه گوشت بره های تغذیه شده با تیمارهای روغن سویا، روغن کلزا و ماهی+ سویا مشاهده شد. غلظت اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه در بره‌های تغذیه شده با روغن‌های مختلف در مقایسه با تیمار شاهد روند افزایشی داشت (P <۰/۰۵). افزودن روغن‌های مختلف به جیره اثر معنی‌داری بر نسبت اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ داشت. بره‌های تیمار شاهد، تیمار روغن سویا و مخلوط روغن کلزا+ سویا به ترتیب بالاترین نسبت را دارا بودند. و بره‌های تغذیه شده با تیمار روغن ماهی و همچنین ترکیب روغن ماهی با سایر روغن‌ها دارای کمترین نسبت بودند (جدول ٥). به نحوی که گوشت بره‌های تغذیه شده با روغن ماهی کمترین نسبت امگا-٦ به امگا-۳ را داشتند (P <۰/۰۵).

جدول ۳- خصوصیات کیفی گوشت بره‌های تغذیه شده با منابع مختلف روغن

Table 3- The meat quality characteristics of lamb fed diet contain different oil sources

صفت	Treatments تیمارها							SEM[1]	p-value
	شاهد Control	روغن ماهی Fish oil	روغن کلزا Canola oil	روغن سویا Soybean oil	روغن ماهی+ روغن کلزا FO+ CO	روغن ماهی+ روغن سویا FO+ SO	روغن کلزا+ روغن سویا Co+ SO		
PH نهایی Ultimate pH	5.7	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	5.7	0.036	0.8284
تولید شیرابه (٪) Drip loss (%)	2.24	2.30	2.50	2.72	2.62	2.50	2.42	0.068	0.5252
افت حاصل از پخت (٪) Cooking loss (%)	25.47	26.34	25.67	26.36	25.23	25.67	27.16	0.260	0.5002
نیروی برش (کیلوگرم) Shear force value (kg)	4.12	4.22	3.92	4.00	3.48	4.15	4.23	0.082	0.8693
شاخص روشنایی (L) Lightness value (L)	41.53	41.58	40.60	40.31	40.50	42.20	44.23	0.445	0.2662
شاخص قرمزی (a) Redness value (a)	12.51	13.63	12.23	12.51	11.16	11.82	12.73	1.592	0.6213
شاخص زردی (b) Yellowness value (b)	3.94	4.08	3.52	3.46	4.36	3.48	4.17	0.142	0.5587
اسکورهای حسی- چشایی[۲]									
شدت رایحه Sensory scores[2]	5.20	5.38	5.44	5.45	5.30	5.42	5.36	0.048	0.8428
کیفیت مزه Odour intensity	5.46	5.40	5.30	5.32	5.23	5.30	5.52	0.078	0.9644
آبداری Flavour quality	4.06	5.28	5.23	5.70	5.30	5.28	5.46	0.068	0.2546
مقبولیت کلی Juiciness	5.34	5.37	5.54	5.67	5.54	5.54	5.68	0.055	0.5480
Overall acceptability									

[۱]خطای معیار برای میانگین کل ؛[۲]بر حسب مقیاس ۱ تا ۸ (مقیاس= بدون بو، خشک، مزه ناخوشایند و مطلوب واقع نشده؛ ۸= حاوی رایحه گوشت کباب شده، خیلی آبدار، خوشمزه و مطلوب واقع شده)،

[1]Standard error for overall mean; [2]The Sensory scores were assessed using an eight-point scale. Scores varied from 1 to 8, with 1 being the minimum score and 8 being the maximum score.

جدول ۴- ترکیب اسید چرب‌های اشباع ماهیچه راسته بره‌های تغذیه شده با منابع مختلف روغن (درصد)

Table 4- The saturated fatty acid composition of *longissimus* muscle of lambs fed diet contain different oil sources (%)

اسیدهای چرب° Fatty acids	Treatments تیمارها							SEM[1]	p-value
	شاهد Control	روغن ماهی Fish oil	روغن کلزا Canola oil	روغن سویا Soybean oil	روغن ماهی+ روغن کلزا FO[2]+ CO[3]	روغن ماهی+ روغن سویا FO+ SO[4]	روغن کلزا+ روغن سویا Co+ SO		
C12:0	0.52	0.46	0.49	0.40	0.46	0.49	0.48	0.139	0.9968
C14:0	1.86^{a}	0.47^{c}	1.44^{b}	2.1^{a}	0.78^{c}	0.55^{c}	0.70^{c}	0.166	0.0008
C16:0	26.98^{a}	24.50^{ab}	23.06^{bc}	23.24^{bc}	21.46^{bc}	20.18^{c}	22.09^{bc}	0.987	0.0264
C17:0	2.38^{a}	1.28^{bc}	1.60^{b}	1.48^{bc}	1.33^{bc}	1.47^{bc}	1.06^{c}	0.124	0.0027
C18:0	18.77^{a}	15.84^{dc}	14.50^{d}	14.39^{d}	16.99^{bc}	18.67^{ab}	17.64^{ab}	0.501	0.0016
C20:0	1.30	1.18	1.36	1.38	1.17	1.43	0.77	0.235	0.5346
مجموع اسیدهای چرب اشباع Sum of saturated fatty acids	51.83^{a}	43.75^{b}	42.47^{b}	43.06^{b}	42.20^{b}	42.81^{b}	42.74^{b}	0.991	0.0022

[1]خطای معیار برای میانگین کل. [*a-d]میانگین‌های فاقد حروف مشترک در هر سطر دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵). ° C12:0 اسـید لائوریک، C14:0 اسـید میریسـتیک ، C16:0 اسـید پالمتیک ، C18:0 اسـید استئاریک ، C20:0 اسـید آراشیدونیک.

[1]Standard error for overall mean, [a-d*]Means within a row without a common superscript differ significantly (P<0.05); [2]FO = Fish oil, [3]CO= Canola oil, [4]SO= Soybean oil

پایین بودن میزان c16:0 و c18:0 در راستای نتایج سانتوز- سیلوا و همکاران (۲۰۰٤) بود، آنها گزارش کردند که محتوای پالمتیک اسید و استئاریک اسید گوشت بره‌ها با افزودن روغن سویا کاهش یافت. کاهش این دو اسید چرب احتمالاً می‌تواند به دلیل مهار ساخن دنوو این اسیدهای چرب توسط اسیدهای چرب غیراشباع باشد. در پژوهشی دیگر بزهای تغذیه شده با جیره حاوی ۳ درصد روغن کلزا، اسیدهای چرب c14:0 و c16:0 در پلاسمای خون آنها کاهش یافت در حالی‌که میزان اسیدهای چرب c14:0، c16:0 و c18:0 عضله راسته آنها در مقایسه با بزهای تغذیه شده با ۳ درصد روغن پالم تغییری نکرد (کریمی و همکاران ۲۰۱۳). افزودن روغن ماهی تغییری در نسبت اسیدچرب c16:0 در مقایسه با شاهد نداد که در راستای نتایج آشر و همکاران (۱۹۹۲) و اسکالن و همکاران (۲۰۰۱) بود، در حالی‌که مقدار c18:0 را کاهش داد. که موافق نتایج پونام پالام و همکاران (۲۰۰۱) بود آنها گزارش کردند افزودن روغن ماهی به جیره حاوی علوفه میزان c18:0 را در عضله بره و گوساله کاهش داد. روند افزایشی بودن میزان اسیدلینولئیک در بره‌های تغذیه شده با روغن در این آزمایش در راستای نتایج تحقیقاتی بود که بر روی بره (بسا و همکاران ۲۰۰۵) و گاو (کیو و همکاران ۲۰۰۲) انجام شده بود. پژوهشگران گزارش کردند افزودن روغن‌های گیاهی به جیره سبب افزایش میزان اسید لینولئک (Cis9, trans11-18:2) گوشت شد. در این شرایط اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه تحت ایزومریزاسیون وسیع و بیوهیدروژناسیون جزئی قرار می‌گیرند. بنابراین میزان اسید واکسنیک (trans11-18:1) تجمع می‌یابد و به طور وسیعی توسط آنزیم دلتا ۹ دساچوراز[1] به اسید لینولئیک کنژوگه (Cis 9, trans11-

1- Delta-9 desaturase enzyme

18:2) تبدیل می‌شود و در نهایت در در روده کوچک جذب می‌گردد، با افزایش غلظت اسیدهای چرب غیراشباع در جیره، احتمال عبور این اسیدها از شکمبه به صورت دست‌نخورده افزایش می‌یابد و در نهایت در روده کوچک جذب و وارد بافت‌های حیوان می‌شوند (بسا و همکاران، ۲۰۱۵). در این پژوهش میزان اسید لینولنیک در تیمار حاوی روغن کلزا در مقایسه با سایر تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P <۰/۰۵$). این افزایش ممکن است به علت بالابودن محتوای اسید لینولئیک در روغن کلزا باشد. همچنین در این آزمایش افزودن روغن‌های مختلف تغییری در غلظت اسیدآراشیدونیک c20:4 (n-6) در گروه‌های مختلف ایجاد نکرد که بر خلاف نتایج سایر محققین است آنها کاهش اسید آراشیدونیک در گوشت گوساله را با تغذیه روغن ماهی گزارش کردند (مندل و همکاران ۱۹۹۷). در مطالعه حاضر تغذیه روغن ماهی تأثیر بسیار معنی‌داری بر افزایش غلظت EPA و DHA چربی داخل ماهیچه‌ای داشت که با سایر مطالعات در بره و گوساله همخوانی دارد (اسکالن و همکاران ۲۰۰۱، کوپر و همکاران ۲۰۰٤). اسیدهای چرب بلند امگا-۳ (EPA و DHA) دارای اثرات بیولوژیکی وسیعی بوده و برای سلامتی انسان مفید می‌باشند. اسیدهای چرب مذکور در مقادیر قابل توجهی در روغن ماهی و سایر محصولات دریایی یافت می‌شوند. محققین افزایش اسیدهای چرب امگا-۳ چربی داخل ماهیچه‌ای به دنبال تغذیه روغن ماهی را به بیوهیدروژناسیون محدود این اسیدهای چرب بلند زنجیر غیراشباع در شکمبه نسبت داده‌اند که با نتایج آزمایشگاهی نیـــز مطابقت دارد (دوهم و همکاران ۲۰۰۳). از طرفی، اسیدهای چرب EPA و DHA موجود در روغن ماهی، روند بیوهیدروژنه شدن اسیدهای چرب غیراشباع کمتر از ۲۰ کربن را در شکمبه تغییر می‌دهند، به گونه‌ای که اسیدهای چرب واکنش‌پذیر شکل گرفته و الگوی تخمیر شکمبه‌ای در راستای افزایش پروپیونات (در مقایسه با استات) تغییر می‌یابد. به این ترتیب فراهمی سوبستراهای گلوگوژنیک برای حیوان افزایش می‌یابد (شینگفیلد و همکاران ۲۰۱۱). در مطالعه حاضر افزودن روغن‌های مختلف به عنوان منابع اسیدهای چرب چندگانه سبب کاهش مجموع اسیدهای چرب اشباع گوشت بره‌ها شد، با این وجود تعدادی از مطالعات عدم تغییر در میزان اسیدهای چرب اشباع گوشت بره را با افزودن روغن گزارش نمودند (بسا و همکاران ۲۰۰۸، رادونز و همکاران ۲۰۰۹). در این آزمایش میزان اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه[1] در تیمار روغن کلزا، روغن سویا؛ روغن ماهی + سویا در مقایسه با شاهد افزایش یافت، با این وجود در سایر تیمارها تغییری ایجاد نکرد. که در راستای نتایج بولت و همکاران (۲۰۰۲) و رادونز و همکاران (۲۰۰۹) بود. کاهش اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه را در بره و گوساله گزارش کردند. همان‌طور که انتظار می‌رفت اسیدهای چرب اشباع موجود در گوشت در تیمارهای حاوی روغن به جز در مورد اسیدهای چرب لوریک (c12:0) و آراشیدیک (c20:0) نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. منبع اسیدهای چرب اشباع موجود در گوشت و چربی نشخوارکنندگان یا از جیره غذایی تأمین می‌گردد و یا اینکه در طی فرآیند بیوهیدروژناسیون از اسیدهای چرب چند اشباع در شکمبه تولید می‌گردند. با توجه محدود شدن فرآیند بیوهیدروژناسیون در هنگام استفاده از روغن می‌توان گفت این اسیدهای چرب اشباع از جیره غذایی منشأ گرفته و وارد گوشت و بافت چربی بره‌ها شده است. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که افزودن روغن‌ها به جیره بره‌های پرواری سبب افزایش مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع در گوشت شد، که در راستای نتایج سایر محققین بود (جرومینو و همکاران ۲۰۱۰، کریمی و همکاران ۲۰۱۳ و فرانسیسکو و همکاران ۲۰۱۵). که این امر را می‌توان ناشی از تأثیر روغن‌ها بر میکروارگانیسم‌های شکمبه در نتیجه اختلال در فرآیند بیوهیدروژناسیون و عبور بیشتر اسیدهای چرب

1- Monounsaturated fatty acids (MUFA)

غیراشباع از شکمبه و وجود آنها در گوشت دانست (جنکینز، ۱۹۹۳). روغن‌های توانایی از بین بردن باکتری های دخیل در بیوهیدروژناسیون و مهار فرایند اشباع‌شدن اسیدلینولئیک، اسیدلینولئیک کونژوگه و اسیدواکسنیک را دارند. از دیگر دلایل مرتبط به افزایش مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباع در این پژوهش می توان به نوع جیره‌های آزمایشی اشاره کرد. جیره‌های آزمایش استفاده شده در این طرح دارای درصد کنسانتره بالا و بنابراین سرعت عبور ازشکمبه بالایی بودند. باس و همکاران (۲۰۰۳) اعلام کردند. با افزایش کنسانتره در جیره، از یک طرف pH مایع شکمبه کاهش می‌یابد و از طرف دیگر از بخش علوفه جیره کاسته می‌شود. کاهش بخش علوفه در جیره سبب کاهش فرآیندهای هیدرولیز و هیدروژنه شدن اسیدهای چرب در شکمبه می‌گردد (باس و همکاران ۲۰۰۳). افزودن روغن‌های مختلف به جیره بره‌های پرواری باعث کاهش نسبت امگا-٦ به امگا-۳ شد. اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-٦ در بدن انسان پیش‌نیاز ساخت ایکوزانوئیدها و ترکیبات فعال متابولیکی دیگری همچون پروستاگلندین-ها، لوکوترین‌ها و ترومبوکسان‌ها هستند که وظایف فیزیولوژیکی متعددی از جمله تنظیم فعالیت دستگاه قلب و عروق و پاسخ ایمنی را بر عهده دارند (کروم‌هوت و همکاران ۱۹۸۵). گزارش شده است که سلامت انسان بر پایهٔ نسبت ۱ به ۱ اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ استوار است، درحالی‌که نسبت فوق در غذاهای امروزی ۱۵ تا ١٦/٧ به ۱ است (سیموپولوس، ۲۰۰۸). محققین گزارش نمودند که روند کاهشی این نسبت از ۱۰ تا ۱۲ به ۱ تا ۳ تا ٤ به ۱ سبب افزایش ارزش غذایی گوشت می‌شود (کریس‌اترتون ۲۰۰۰). بنابراین، تغییر و اصلاح پروفایل اسیدهای چرب لاشه دام‌ها در جهت تأمین نیازهای غذایی انسان از یکسو و کاهش ابتلاء به بیماری‌های خطرناک قلبی- عروقی از سوی دیگر، یک ضرورت است. ایکوزانوئیدهای حاصل از اسید های چرب ضروری امگا-٦ و امگا- ۳ دارای اثرات بیولوژیکی مخالف هم هستند، لذا نسبت این اسیدهای چرب در جیره غذایی انسان از اهمیت زیادی برخوردار است. پژوهشگران دیگری نسبت مطلوب اسیدهای چرب امگا-٦ به امگا-۳ در جیره انسان ٤ به ۱ توصیه نموده‌اند (سیموپولوس ۲۰۰۲، پترسون و همکاران ۲۰۱۲). کمترین این نسبت در بره‌های تغذیه شده با روغن ماهی یافت شد. محققین گزارش کردند که روغن ماهی با مهار آخرین مرحله از بیوهیدروژناسیون باعث انباشتگی اسید واکسنیک در شکمبه می شود که این امر باعث فراهم شدن ماده اولیه بیشتری برای ساخت آندوژنوسی اسیدهای چرب مزدوج می‌شود. همچنین بیوهیدروژناسیون لینولئیک و آلفالینولئیک اسید منجر به تجمع واکسنیک اسید به عنوان یک واسطه می‌شود (اوروتیا و همکاران ۲۰۱۵).

جدول ۵- ترکیب اسید چرب‌های غیراشباع ماهیچه راسته بره‌های تغذیه شده با منابع مختلف روغن (درصد)

Table 5- The unsaturated fatty acid composition of *longissimus* muscle of lambs fed diet contain different oil sources (%)

اسیدهای چرب[5] Fatty acids	Treatments تیمارها							SEM[1]	p-value
	شاهد Control	روغن ماهی Fish oil	روغن کلزا Canola oil	روغن سویا Soybean oil	روغن ماهی+ روغن کلزا FO[2]+ CO[3]	روغن ماهی+ روغن سویا FO+ SO[4]	روغن کلزا+ روغن سویا Co+ SO		
C16:1	1.72	1.54	1.51	1.67	1.50	1.54	1.32	0.218	0.8898
C17:1	0.34^{c}	0.41^{c}	0.64^{b}	0.70^{b}	0.25^{d}	0.97^{a}	0.06^{e}	0.027	<.0001
C18:1	35.62^{c}	37.91^{bc}	41.11^{a}	41.16^{a}	36.98^{bc}	39.02^{ab}	38.58^{b}	0.688	0.0056
C18:2	7.26	9.22	9.53	9.94	12.03	10.52	12.41	0.941	0.0645
C18:3	0.45^{c}	0.82^{b}	1.09^{a}	0.86^{ab}	0.84^{b}	0.82^{b}	0.66^{bc}	0.073	0.0095
C20:4	1.67	1.70	1.51	1.38	2.03	1.64	1.94	0.198	0.3576
C20:5	0.48^{dc}	1.94^{a}	0.68^{bc}	0.28^{d}	1.80^{a}	0.72^{bc}	0.80^{b}	0.071	<.0001
C22:5	0.29^{d}	0.90^{a}	0.44^{dc}	0.53^{bc}	0.81^{a}	0.80^{a}	0.72^{ab}	0.062	0.0018
C22:6	0.32^{d}	1.78^{a}	0.44^{dc}	0.36^{d}	1.12^{b}	0.78^{bc}	0.75^{bcd}	0.124	0.0007
اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه Monounsaturated fatty acids	37.68^{c}	39.86^{bc}	43.26^{a}	43.53^{a}	38.73^{bc}	41.54^{ab}	39.96^{bc}	0.819	0.0095
اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه Polyunsaturated Fatty Acids	10.48^{c}	16.3^{6ab}	13.70^{bc}	13.36^{bc}	18.64^{a}	15.27^{ab}	17.28 ^{a}	1.025	0.0101
مجموع اسیدهای چرب امگا-۶ Sum of omega 6	8.94^{c}	10.91^{bc}	11.04^{abc}	11.32^{abc}	14.07^{ab}	12.16^{abc}	14.35 ^{a}	0.940	0.0446
مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ Sum of omega 3	1.54^{d}	5.45^{a}	2.65^{c}	2.03^{d}	4.57^{b}	3.11^{c}	2.93^{c}	0.148	<.0001
نسبت امگا-۶ به امگا-۳ Omega 6/ omega 3	5.77^{a}	2.03^{d}	4.14^{bc}	5.62^{a}	3.07^{c}	3.91^{bc}	4.91^{ab}	0.307	0.0005

[1] خطای معیار برای میانگین کل. [a-d*] میانگین‌های فاقد حروف مشترک در هر سطر دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵). [5] C16:1 اسید پالمیوتلیک، C18:1 اسید اولئیک، C18:2 اسید لینولئیک، C18:3 اسید لینولنیک، C20:5 اسیدایکوزاپنتاانوئیک ،C22:5 اسید دکوزا پنتانوئیک، C22:6 اسید دکوزاهگزانوئیک.

[1]Standard error for overall mean, [a-d*]Means within a row without a common superscript differ significantly (P<0.05); [2]FO = Fish oil, [3]CO= Canola oil, [4]SO= Soybean oil

نتیجه‌گیری کلی

مطابق با نتایج این پژوهش، افزودن منابع مختلف روغن به جیره دام، بدون اثرات منفی بر کیفیت گوشت می‌تواند ترکیب اسیدهای چرب گوشت بره‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. تغذیه روغن سبب کاهش غلظت اسیدهای چرب اشباع به طور معنی‌داری در عضله راسته بره‌ها شد. علاوه بر این، میزان اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه در عضله بره‌های تغذیه شده با روغن‌های مختلف در مقایسه با تیمار شاهد روند افزایشی داشت. همچنین تغذیه روغن‌ها به طور موثر نسبت شاخص امگا-٦ به امگا-۳ را در مقایسه با شاهد کاهش داد که یک فاکتور مهم در ارزیابی ارزش غذایی گوشت می‌باشد. بره‌های تغذیه شده با تیمار روغن ماهی و همچنین ترکیب روغن ماهی با سایر روغن‌ها دارای کمترین نسبت امگا-٦ به امگا-۳ بودند. به‌طور کلی با توجه به این نتایج می‌توان گفت که روغن‌های سویا، کلزا و ماهی تا سطح ۳ درصد

می‌تواند به صورت جداگانه و به صورت مخلوط با هم (ترکیب دوتایی به نسبت مساوی) بدون تاثیر منفی بر عملکرد بره‌های پرواری به جیره افزوده شوند. همچنین می‌توان از آثار سودمند بیولوژیکی اسیدهای چرب امگا-۳ بلند زنجیر موجود در روغن‌ها در بهبود سلامت کیفیت چربی داخل ماهیچه‌ای گوشت و همچنین ارتقاء سلامت جامعه بهره برد.

منابع مورد استفاده

Ashes JR, Siebert BD, Gulati SK, Cuthbertson AZ and Scott TW, 1992. Incorporation of n- 3 fatty acids of fish oil into tissue and serum lipids of ruminants. Lipids 27: 629–631.

Bas P, Archim H, Rouzeau A and Sauvant D, 2003. Fatty acid composition of mixed-rumen bacteria: effect of concentration and type of forage. Journal of Dairy Science 86: 2940–2948.

Bessa RJ, Portugal PV, Mendes IA and Santos-Silva J 2005. Effect of lipid supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs fed dehydrated lucerne or concentrate. Livestock production Science 96: 185–194.

Bessa RJB, Alves SP and Santos-Silva J, 2015. Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. European Journal of Lipid Science and Technology 177: 1325–1344.

Bessa RJB, Lourenco M, Portugal PV and Santos-Silva J, 2008. Effects of previous diet and duration of soybean oil supplementation on light lamb carcass composition, meat quality, and fatty acid composition. Meat Science 80: 1100–1105.

Bolte MR, Hess BW, Means WJ, Moss GE and Rule DC, 2002. Feeding lambs high-oleate or high-linoleate safflower seeds differentially influences carcass fatty acid composition. Journal of Animal Science 80: 609–616.

CIE, 1986. Colorimetry (2nd ed.). CIE Publications No. 15.2. Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna.

Cooper S, Sinclair L, Wilkinson R, Hallett K, Enser M and Wood J, 2004. Manipulation of the n- 3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. Journal of Animal Science 82: 1461-1470.

Crespo N and Esteve-Garcia E, 2002. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. Poultry Science 81: 1533-1542.

Dohme F, Fievez V, Raes K and Demeyer DI, 2003. Increasing levels of two different fish oils lower ruminal biohydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid in vitro. Animal Research 52: 309-320.

Folch J, Lees M and Sloane Stanley GH, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Science 226: 497–509.

Francisco A, Dentinho MT, Alves SP, Portugal PV, Fernandes F, Sengo S, Jerónimo E, Oliveira MA, Costa P, Oliveira MA, Costa P, Sequeira A, Bessa, RJB and Santos-Silva J, 2015. Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented with increasing levels of a tanniferous bush (*Cistus ladanifer L.*) and vegetable oils. Meat Science 100: 275–282.

Gallardo B, Manca MG, Mantecón AR, Nudda A and Manso T, 2015. Effects of linseed oil and natural or synthetic vitamin E supplementation in lactating ewes' diets on meat fatty acid profile and lipid oxidation from their milk fed lambs. Meat Science 102: 79–89.

Gebauer SK, Psota TL, Harris WS and Kris-Etherton, PM, 2006. n-3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. American Journal of Clinical Nutrition 83: 1526S–1535S.

Huff-Lonergan E and Lonergan SM, 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science 71: 194-204.

Jaworska D, Czauderna M, Przybylski W and Rozbicka-Wieczorek AJ, 2016. Sensory quality and chemical composition of meat from lambs fed diets enriched with fish and rapeseed oils, carnosic acid and seleno-compounds. Meat Science 119: 185–192.

Jenkins TC, 1993. Lipid metabolism in the rumen. Journal of dairy science 76: 3851- 3863.

Jerónimoa E, Alves SP, Martins SV, Prates JAM, Bessa RJB and José Santos-Silva J, 2010. Effect of sodium bentonite and vegetable oil blend supplementation on growth, carcass quality and intramuscular fatty acid composition of lambs. Animal Feed Science and Technolgy 158: 136–145.

Karami M, Ponnampalam EN and Hopkins DL, 2013. The effect of palm oil and canola oil (saturated- versus polyunsaturated- fatty acids) on feedlot performance, plasma and tissue fatty acid profiles and meat quality in goats. Meat Science 94: 165–169.

Kook K, Choi B, Sun S, Garcia F and Myung K, 2002. Effect of fish oil supplement on growth performance, ruminal metabolism and fatty acid composition of longissimus muscle in Korean cattle. Asian Australasian Journal of Animal Sciences 15: 66-71.

Kris-Etherton P, Taylor DS, Yu-Poth S, Huth P, Moriarty K, Fishell V, Hargrove R L, Zhao G and Etherton TD, 2000. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. American Journal of Clinical Nutrition 71: 179S-188S.

Kromhout D, Bosschieter EB and Coulander CD, 1985. The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. North England Journal of Medicine 312: 1205–1209.

Mandell I, Buchanan-Smith J, Holub B and Campbell C, 1997. Effects of fish meal in beef cattle diets on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid composition of longissimus muscle. Journal of Animal Science 75: 910-919.

Manso T, Bodas R, Castro T, Jimeno V and Mantecon AR, 2009. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. Meat Science 83: 511–516.

Mattos RCR, Staples TC, Jenkins A, Arteche MC, Wiltbank FJ, Diaz TC, Jenkins F and Thatcher WW, 2004. The Effects of feeding fish oil on uterine secretion of PGF2α, milk composition, and metabolic status of periparturient Holstein cows. Journal of Dairy Science 87: 921–932.

Metcalfe L and Schmitz A, 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry 33: 363–364.

Mottram DS and Salter LJ, 1988. Flavor formation in meat-related Maillard systems containing phospholipids. In (pp. 442-451): ACS Publications.

NRC, National Research Council, 1985. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press. Washington. DC., USA.

Oliveiraa MA, Alves SP, Santos-Silva JS and Bessaa RJB, 2016. Effects of clays used as oil adsorbents in lamb diets on fatty acid composition of abomasal digesta and meat. Animal Feed Science and Technology 213: 64–73.

Patterson E, Wall R, Fitzgerald GF, Ross RP and Stanton C, 2012. Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids. Journal of Nutrition and Metabolism 012 Article ID 539426, (16 Pages).

Ponnampalam EN, Trout GR, Sinclair AJ, Egan AR and Leury BJ, 2001. Comparison of the color stability and lipid oxidative stability of fresh and vacuum packaged lamb muscle containing elevated omega-3 and omega-6 fatty acid levels from dietary manipulation. Meat Science 58: 151–161.

Priolo A, Micol D and gabriel J, 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. Animal Research 50: 185-200.

Qiu X, Eastridge M, Griswold K and Firkins J, 2004. Effects of Substrate, Passage Rate, and pH in Continuous Culture on Flows of Conjugated Linoleic Acid and Trans C 18: 1. Journal of Dairy Science 87: 3473-3479.

Radunz AE, Wickersham LA, Loerch SC, Fluharty FL, Reynolds CK and Zerby HN, 2009. Effects of dietary polyunsaturated fatty acid supplementation on fatty acid composition in muscle and subcutaneous adipose tissue of lambs. Journal of Animal Science 87: 4082–4091.

Santos-Silva J, Mendes I, Portugal P and Bessa R, 2004. Effect of particle size and soybean oil supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs. Livestock production Science 90: 79–88.

Sañudo C, Nute GR, Campo MM, María G, Baker A, Sierra I, Enser ME and Wood JD, 1998. Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels. Meat Science 48: 91-100.

Scheeder MRL, Casutt MM, Roulin M, Escher F, Dufey PA and Kreuzer M, 2001. Fatty acid composition, cooking loss and texture of beef patties from meat of bulls fed different

fats. Meat Science 58: 321-328

Scollan ND, Choi NJ, Kurt E, Fisher AV, Enser M and Wood JD, 2001. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. British Journal of Nutrition 85: 115–124.

Shingfield KJ, Lee MRF, Humphries DJ, Scollan ND, Toivoven V, Beever DE, and Reynolds CK, 2011. Effect of linseed oil and fish oil alone or as an equal mixture on ruminal fatty acid metabolism in growing steers fed maize silage- based diets. Journal of Animal Science 89: 3728-3741.

Simopoulos AP, 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine and Pharmacotherapy 56: 365–379.

Song MK, Jin GL, Ji BJ, Chang SS, Jeong J and Smith SB, 2010. Conjugated linoleic acids content in M. longissimus dorsi of Hanwoo steers fed a concentrate supplemented with soybean oil, sodium bicarbonate-based monensin, fish oil. Meat Science 85: 210–214.

Urrutia O, Soret B, Insausti K, Mendizabal JA, Purroy A and Arana A, 2015. The effects of linseed or chia seed dietary supplementation on adipose tissue development, fatty acid composition, and lipogenic gene expression in lambs. Small Ruminant Research 123: 204–211.

Vatansever L, Kurt E, Enser M, Nute GR, Scollan ND, Wood JD and Richardson RI, 2000. Shelf life and eating quality of beef from cattle of different breeds given diets differing in n-3 polyunsaturated fatty acid composition. Animal Science 71: 471–482.

Wistuba T, Kegley E and Apple J, 2006. Influence of fish oil in finishing diets on growth performance, carcass characteristics, and sensory evaluation of cattle. Journal of Animal Science 84: 902-909.

Effect of incorporation of canola, soybean and fish oils to the diet on fatty acid composition and quality of meat in fattening lambs

R Parvar[1*], T Ghoorchi[1] and M Shams Shargh[1]

Received: August 22, 2016 Accepted: December 31, 2016
[1]PhD Student, Professor and Associate Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
[*]Corresponding author: Email: parvar.90@gmail.com

Introduction: In recent years, there has been a growing interest in identifying strategies to enhance the concentration of healthy fatty acids in ruminant foods (meat and milk), such as conjugated linoleic acid (CLA) and n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs). The composition of fatty acids in the meat has an important role in health consumers. Dietary supplementation oils rich in polyunsaturated fatty acids (PUFA) can be used to increase conjugated linoleic acid (CLA) and n−3 PUFA, and improve nutritional quality of ruminant meat. Fish oil is rich in omega-3 fatty acids, eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), when added as a supplement to the diet of ruminants; they alter into vaccenic acid in the rumen, which can be used for synthesis of CLA in different tissues. Vegetable oils such as soybean and canola oils contain polyunsaturated fatty acids linoleic and linolenic acid and their potential benefits have been proved for human health. The composition of the diet fed to ruminants can influence the meat fatty acid composition. This study was carried out to investigate the effects of canola, soybean and fish oils on meat quality and fatty acid composition of *longissimus* muscle in fattening lambs.
Material and methods: Thirty-five male lambs with an initial body weight of 27.8 ± 2 kg and 4-5 months old were used in a completely randomized design for an 84-day feeding experiment with a 14-day adaptation period. Experimental treatments included: 1- control diet based (without oil), 2- diet with 3 % fish oil, 3- diet with 3 % canola oil, 4- diet with 3 % soybean oil 5- diet with 1.5 % fish oil + 1.5 % canola oil, 6- diet with 1.5 % fish oil + 1.5 % soybean oil, 7- diet with 1.5 % canola oil + 1.5 % fish oil. Five lambs were then randomly allocated to each treatment. At the end of the experimental period, lambs were slaughtered after 16 h of starving. Sampling of *longissimus* muscle was performed between 12th and 13th ribs from the left halves of each carcass. Samples of muscle were dissected and ground to homogeneity for determination of fatty acid composition, for lipid extraction using a 2:1 solution of chloroform: methanol, according to the procedure described by Folch. PH values measured with pH meter at 24 h after slaughter. Meat colour was measured on muscle dissected from the after ageing for 48 h at 4 °C. Meat colour of samples was assessed using the L*, a* and b* system with a Hunter Lab colourimeter. The attributes of meat odour intensity, juiciness, flavour intensity, flavour quality and overall acceptability were assessed using an eight-point scale. Scores varied from 1 to 8, with 1 being the minimum score and 8 being the maximum score.
Results and discussion: Different sources of lipid supplementation at 3% in the diet did not significant effect on meat colour and ultimate pH ($p>0.05$). There were no significant differences in cooking loss and shear force value among treatments ($p>0.05$). In this study, the most abundant fatty acid of meat was oleic (18:1 cis-9), followed by palmitic (16:0) and stearic (18:0), respectively. All experimental diets contain oils stimulated the accumulation of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in the l*ongissimus* muscle of lambs compared with the control ($P<0.05$). The lambs fed with fish oil had the highest the 20:5n−3 (EPA) and C22:5 (DPA) or 22:6n−3 (DHA). The concentrations of saturated fatty acids significantly reduced with different oil supplementations. The oil supplementations effectively decreased n-6 to n-3 ratio in the *longissimus* muscle compared with the control diet. Inclusion of oil in diets increased the concentration of polyunsaturated fatty acids and decreased the proportion of saturated fatty acids in *longissimus* muscle. These results of current study show that oil

sources with long chain contain polyunsaturated fatty acids can bypass rumen microbial degradation when added to diet of ruminant, and be absorbed in the small intestine and deposited in organs and muscles through the circulatory system.
Conclusions: In conclusion, the incorporation of soybean, canola and fish oils up to 3% had beneficial effects on fatty acid composition of meat and can be used as a strategy to increase the meat content of polyunsaturated fatty acids, especially the level of long-chain n-3 fatty acids and improvement of n-6/n-3 ratio.

Keywords: Fatty Acids, Lamb, Meat Quality, Oil