

Effect of castration on performance, meat quality traits and the fatty acids composition of muscle and fatty tissues of Markhoz goat kids

Reza Naseri Harsini^{1*}, Farokh Kafilzadeh², Mojtaba Haghighat³

¹Animal Science Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran, Email: r.naseri@areeo.ac.ir

²Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: kafilzadeh@razi.ac.ir

³Faculty Member of Animal Science Research Department, Islamic Azad University, Golpayegan Branch, E-mail address: haghighat.mojtaba@yahoo.com

Article Info

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received:

Revised:

Accepted:

Keywords:

Chemical composition

Human health

Meat quality

Markhoz goat

Performance

ABSTRACT

Background and objectives: Castration is one of the management activities practiced worldwide in order to reduce aggressive behaviour, sexual activity and to facilitate management ease. Numerous studies have been conducted comparing production efficiencies and carcass traits of intact and castrated beef cattle and sheep. It has been agreed generally that castration causes less growth efficiency and produces carcasses with higher fat contents which results in increased proportion of saturated fatty acids. However, effects of castration on mentioned parameters in goats has been less investigated, despite the fact that goats genetically deposit less fat in their muscles with a more favorable fatty acid composition compared with other ruminants. Therefore, this research was conducted to evaluate carcass and meat quality attributes in Markhoz breed and the effects of castration on performance, meat quality attributes and fatty acid composition of *triceps brachii* muscle and omental fat.

Materials and Methods: Sixteen male Markhoz kids (13.2±1.6 kg live body weight, 3 months old) were used to evaluate the effects of castration on growth performance, meat quality attributes and fatty acid composition of muscle and omental fat based on a completely randomized design with 2 treatments and 8 replicates. Kids were castrated using ring castration in the respective treatment one week before the beginning of the experimental period. During 119 days of feeding experimental diet (formulated to meet NRC recommendations for small ruminants), growth performance of kids was recorded individually. Then, all kids were slaughtered and enough samples of *triceps brachii* muscle and omental fat were collected from each carcass, vacuum-packed and frozen at -20°C until subsequent determination of quality attributes including shear force, cooking loss, colour, proximate composition and fatty acids profile. The value of pH₂₄, percentages of drip loss and water holding capacity were determined immediately on the day after slaughtering.

Results: Kids growth performance parameters, including average daily feed intake, average daily weight gain, and feed efficiency

declined significantly in response to castration ($P<0.05$). However, empty body weight (% of live weight), cold carcass percentage and maximum width and depth of *longissimus thoracis* muscle were similar between treatments. With the exception of fat percentage of *triceps brachii* muscle, which increased significantly by castration ($P<0.05$), other measured quality attributes of mentioned muscle, including pH₂₄, drip loss, water holding capacity and the percentages of moisture, protein and ash, were not affected by castration. Castration had no significant effect on fatty acid composition of intramuscular fat in the *triceps brachii* muscle; but, in abdominal fat tissue the percentages of 17:0 and 18:3 n3 fatty acids and the cumulative amount of odd chain fatty acids decreased and the n6/n3 ratio increased in response to kids castration ($P<0.05$).

Conclusion: In conclusion, results showed that Morkhoz kids castration at weaning, in addition to diminution of growth performance and feed efficiency, with respect to consumers' health, will also reduce the nutritional quality of meat and internal fat tissue.

Cite this article: Naseri Harsini, R., Kafilzadeh, F., Haghighat, M. (2025). Effect of castration on performance, meat quality traits and the fatty acids composition of muscle and fatty tissues of Markhoz goat kids. *Journal of Ruminant Research*, 13(2),



© The Author(s)

DOI:

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تأثیر اخته کردن بر عملکرد رشد، ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های عضلانی و چربی بزغاله‌های مرخز

رضا ناصری هرسینی^{۱*}، فرخ کفیل‌زاده^۲، مجتبی حقیقت^۳

^۱ عضو هیات علمی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران، رایانامه: r.naseri@areeo.ac.ir
^۲ بخش علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران، رایانامه: kafilzadeh@razi.ac.ir
^۳ هیات علمی گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گلپایگان، رایانامه: haghghat.mojtaba@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: اخته کردن یکی از روش‌های مدیریتی معمول برای کاهش رفتار پرخاشگرانه، فعالیت جنسی و تسهیل مدیریت و کنترل دام است. پژوهش‌های متعددی در زمینه مقایسه بازده تولید و ویژگی‌های لاشه بین گاوهای گوشتی و گوسفندهای اخته نشده و اخته شده به انجام رسیده است. نتایج کلی بر کاهش بازده رشد و تولید لاشه‌هایی با محتوای چربی بالاتر - که افزایش نسبت اسیدهای چرب اشباع را در پی دارد - بر اثر اخته کردن دام توافقی دارند. با این وجود، تأثیر اخته کردن بزها بر ویژگی‌های مذکور کمتر مورد بررسی قرار گرفته است و این در حالی است که بزها به صورت ژنتیکی و در مقایسه با دیگر گونه‌های نشخوارکننده چربی کمتری را درون عضلات خود انباشته کرده و دارای ترکیب اسید چرب مطلوب‌تری در بافت چربی عضلانی هستند. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی ویژگی‌های کیفی لاشه و گوشت بز نژاد مرخز و بررسی اثرات اخته کردن بر عملکرد، ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب عضله <i>triceps brachii</i> و بافت چربی بطنی این نژاد به انجام رسید.
تاریخ دریافت: تاریخ ویرایش: تاریخ پذیرش:	مواد و روش‌ها: با هدف بررسی اثرات اخته کردن بر عملکرد رشد، ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب در عضله <i>triceps brachii</i> و بافت چربی بطنی، از ۱۶ رأس بزغاله نر مرخز ($13/1 \pm 2/6$ کیلوگرم وزن زنده، با سن آغازین سه ماهگی) در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با دو تیمار و هشت تکرار استفاده شد. بزغاله‌های تیمار مربوطه یک هفته پیش از آغاز دوره آزمایش با استفاده از حلقه‌های لاستیکی اخته شدند. طی دوره ۱۱۹ روزه تغذیه با جیره آزمایشی (تنظیم شده برای تأمین احتیاجات نشخوارکنندگان کوچک در انجمن ملی تحقیقات) عملکرد رشد بزغاله‌ها به صورت انفرادی اندازه گیری شد. در ادامه، تمامی بزغاله‌ها کشتار شده و مقدار نمونه کافی از عضله <i>triceps brachii</i> و بافت چربی بطنی از هر لاشه برداشت و تا زمان ارزیابی ویژگی‌های کیفی، شامل فشار برشی، افت پخت، رنگ، ترکیب تقریبی و ترکیب
واژه‌های کلیدی: بزغاله مرخز ترکیب شیمیایی سلامت مصرف کننده عملکرد کیفیت گوشت	

اسیدهای چرب، در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. مقدار pH۲.۴، درصد ضایعات خون‌آبه و ظرفیت نگهداری آب در روز پس از کشتار تعیین گردید.

یافته‌ها: عملکرد رشد بزغاله‌ها، شامل میانگین مصرف خوراک روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه، بازده خوراک و درصد وزن بدن خالی در پاسخ به اخته‌کردن بزغاله‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/05$)؛ اما از نظر درصد وزن بدن خالی (درصد از وزن بدن زنده)، درصد لاشه سرد و حداکثر پهنا و عمق عضله *longissimus thoracis* تفاوتی بین تیمارها مشاهده نشد. به‌استثنای درصد چربی عضله *triceps brachii* که با افزایش معنی‌دار در گروه اخته‌شده همراه بود ($P<0/05$)، دیگر ویژگی‌های کیفی ارزیابی شده در این عضله، شامل pH۲.۴، درصد ضایعات خون‌آبه، ظرفیت نگهداری آب و درصد رطوبت، پروتئین و خاکستر، تحت تأثیر اخته‌کردن حیوانات قرار نگرفت. ترکیب اسیدهای چرب شناسایی شده در عضله *triceps brachii* بزغاله‌های اخته‌نشده با گروه شاهد مشابه بود؛ اما، در بافت چربی بطنی درصد اسیدهای چرب ۱۷:۰ و ۱۸:۳ n۳ و مقدار تجمعی اسیدهای چرب با تعداد کربن فرد در پاسخ به اخته‌شدن بزغاله‌ها کاهش و نسبت n۶:n۳ افزایش یافت ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، نتایج نشان می‌دهد اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز در انتهای دوره شیرخوارگی، علاوه بر افت عملکرد رشد و بازده خوراک، از منظر سلامت مصرف‌کنندگان نیز با کاهش کیفیت تغذیه‌ای گوشت و بافت چربی داخلی بدن همراه خواهد بود.

استناد: ناصری هرسینی، رضا؛ کفیل‌زاده، فرخ؛ حقیقت، مجتبی. (۱۴۰۴). تأثیر اخته‌کردن بر عملکرد رشد، ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های عضلانی و چربی بزغاله‌های مرخز. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۳(۲)،



© نویسندگان.

DOI:

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

افزایش آگاهی عمومی در مورد رابطه نوع و میزان چربی مصرفی با بروز برخی بیماری‌ها، از جمله تصلب عروق کرونر، سرطان و ورم مفاصل نگرانی مردم در مورد درصد چربی بالا و نسبت بالای اسیدهای چرب اشباع (¹SFA) در بافت‌های چربی بدن نشخوارکنندگان و لذا کاهش تمایل به استفاده از این منابع در رژیم غذایی را به دنبال داشته است (Perna و Hewlings، ۲۰۲۳). با این حال، مصرف بافت چربی نشخوارکنندگان اثرات مطلوبی نیز بر سلامت انسان در پی دارد. در واقع، محتوای قابل توجه اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (²PUFAs) از خانواده n³ و نیز ایزومر سیس-۹ ترانس-۱۱ از اسید لینولئیک مزدوج (CLA) در گوشت این حیوانات در دراز مدت موجب بهبود سلامت مصرف‌کنندگان خواهد بود (Medeiros و همکاران، ۲۰۲۱). در این رابطه، گوشت بز در مقایسه با گوشت گاو و گوسفند برتری مشخصی دارد که به محتوای کمتر چربی و ترکیب مناسب‌تر اسیدهای چرب، محتوای بالاتر PUFAs، باز می‌گردد. در هر حال، وجود بو و عطر مختص بزهای نر در گوشت این حیوان، که در غدد چربی و تحت تأثیر تستوسترون و نیز اکسیداسیون اسیدهای چرب C¹⁸:۲، C¹⁸:۳ و C²⁰:۴ تولید می‌شود، یکی از گلایه‌های اصلی مصرف‌کنندگان و دلیل تمایل کمتر به مصرف گوشت بز است (Lee و همکاران، ۲۰۲۳).

با تغییر ویژگی‌های فیزیوشیمیایی بافت‌های بدن، به‌ویژه ترکیب اسیدهای چرب، می‌توان شدت بروز این اثرات مختص گونه را تا اندازه‌ای تعدیل کرد و در بین عوامل متعدد، جنس، ژنوتیپ، سن و خوراک بیشترین میزان تأثیرگذاری بر این ویژگی‌ها را دارند (Fruet و همکاران، ۲۰۱۸). اخته کردن حیوانات،

به‌عنوان یک ابزار مدیریتی برای تسهیل کنترل و مدیریت دام‌های نر، با تغییر در روند ترشح و اثرگذاری هورمون‌های جنسی تأثیر قابل توجهی بر عملکرد رشد و نیز ویژگی‌های کیفی گوشت و بافت چربی بدن نشخوارکنندگان خواهد داشت (Needham و همکاران، ۲۰۱۷). اثرات این عامل مدیریتی بر کیفیت گوشت گاو و گوسفند به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است؛ اما پژوهش‌های اندکی به بررسی تأثیر این عامل بر ویژگی‌های کیفی لاشه و گوشت بز پرداخته‌اند و از سوی دیگر، همخوانی و تطابق چندانی نیز بین نتایج به‌دست آمده در پژوهش‌های انجام شده در این حوزه وجود ندارد (Chen و همکاران، ۲۰۲۲). برای مثال، اخته کردن بزغاله‌ها در پایان دوره شیرخوارگی با کاهش معنی‌دار میانگین خوراک مصرفی و میانگین افزایش وزن روزانه طی دوره پرور همراه بوده است (Naseri Harsini و Kafilzadeh، ۲۰۱۶). در مقابل، در بزغاله‌های دورگه Saanen×Nubian خوراک مصرفی روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره پرور تحت تأثیر اخته شدن آن‌ها در سن سه ماهگی قرار نگرفت (Nagamine و Sunagawa، ۲۰۱۷). Zamiri و همکاران (۲۰۱۲) نیز بیان کردند که از نظر خوراک مصرفی روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تفاوت معنی‌داری بین بزغاله‌های اخته شده و اخته نشده بومی استان فارس مشاهده نشد. در رابطه با ویژگی‌های کیفی لاشه و گوشت نیز نتایج پژوهش Erol و Ünal (۲۰۲۲) نشان‌دهنده افزایش درصد چربی و پروتئین در گوشت بزغاله‌های اخته شده نژاد Angora است؛ در حالی که در پژوهش Werdi Pratiwi و همکاران (۲۰۰۴) اخته کردن

بزغاله‌های Boer از شیرگرفته تأثیری بر میزان انباشت چربی در بدن و ترکیب شیمیایی گوشت نداشت.

ایران یکی از ۱۰ کشور دارای بیشترین جمعیت بز در جهان و بالطبع یکی از ۱۰ کشور برتر تولیدکننده گوشت و شیر بز است (FAOSTAT, ۲۰۱۶). نژاد مرخز شناخته‌شده‌ترین نژاد بز در نواحی غربی ایران و نیز نواحی شرقی کشور عراق (رشته کوه زاگرس) است و سهم قابل توجهی در تأمین پروتئین حیوانی برای ساکنین این نواحی دارد. این در حالی است که پژوهش‌های انجام گرفته روی این نژاد معطوف به تولید الیاف بوده و متأسفانه تا کنون ویژگی‌های کیفی گوشت در این نژاد و عوامل احتمالی مؤثر بر آن چندان مورد توجه قرار نگرفته است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی پی‌آمدهای اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز بر عملکرد رشد و ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت چربی داخل عضلانی و احشایی این نژاد به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

مدیریت حیوانات و تغذیه: پژوهش حاضر در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه به انجام رسید. تعداد ۱۶ رأس بزغاله نر نژاد مرخز در سن سه ماهگی با میانگین وزن زنده $13/2 \pm 1/6$ کیلوگرم و پیشینه پرورشی مشابه، پس از طی مراحل انگل‌زدایی (آلبندازول ۱۵۲، شرکت زاگرس فارمه پارس، بروجرد، لرستان، ایران؛ نصف بولوس به‌ازای هر دام) و دریافت واکسن انتروتوکسمی (مؤسسه واکسن و سرم‌سازی رازی، حصارک، کرج، ایران؛ تزریق $2/5$ میلی‌لیتر به‌صورت زیرجلدی به‌ازای هر رأس به‌همراه دُز یادآور با فاصله دو هفته)، به‌مدت یک هفته با جیره‌ای متشکل از ۸۰ درصد علوفه

(نسبت برابر از کاه گندم و یونجه) و ۲۰ درصد کنسانتره با مصرف اختیاری تغذیه و در ادامه به‌صورت تصادفی و بر اساس وزن زنده بین دو تیمار آزمایشی (اخته‌نشده و اخته شده) با هشت تکرار توزیع شدند. اخته‌کردن بزغاله‌ها در تیمار مربوطه یک هفته پیش از آغاز دوره سازگاری و با استفاده از حلقه‌های لاستیکی صورت گرفت.

جیره آزمایشی بر مبنای جدول احتیاجات NRC (۲۰۰۷) تنظیم گردید (جدول ۱). به‌منظور تنظیم جیره، ابتدا مقدار مواد مغذی شامل ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر خام (AOAC, ۲۰۰۳) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Van Soest) و همکاران، ۱۹۹۱) در اجزای اصلی جیره شامل دانه جو، کنجاله سویا، کاه جو و علوفه یونجه تعیین گردید. بزغاله‌ها به‌صورت انفرادی درون قفس‌هایی با ابعاد 150×90 سانتی‌متر مربع قرار گرفته و به‌مدت ۱۳۳ روز با جیره آزمایشی (کاملاً مخلوط) تغذیه شده و دو هفته آغازین تغذیه به‌عنوان دوره سازگاری در نظر گرفته شد. توزیع خوراک روزانه در دو نوبت و در ساعت‌های ۹:۰۰ و ۱۷:۰۰ صورت گرفت و بزغاله‌ها در طول دوره آزمایش دسترسی آزاد به آب داشتند. مقدار خوراک توزیع‌شده در هر روز به‌میزان ۱۰ درصد بیش از مصرف روز قبل در آخور هر دام توزیع گردید تا از مصرف اختیاری خوراک در حد اشتها اطمینان حاصل گردد.

ارزیابی عملکرد: طی دوره آزمایش، خوراک مصرفی هر دام به‌صورت روزانه و افزایش وزن (پس از اعمال ۱۶ ساعت گرسنگی و پیش از توزیع وعده خوراک صبح) و بازده خوراک به‌صورت ماهیانه محاسبه و ثبت شدند.

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diet

Diet ingredients		اجزای جیره
(% of DM)		(درصد از ماده خشک)
57.5	Dry alfalfa	یونجه خشک
6.1	Barley straw	کاه جو
32.3	Barley grain	دانه جو
3.2	Soybean meal	کنجاله سویا
0.3	Mineral supplement [†]	مکمل معدنی
0.3	Vitamin supplement ^{††}	مکمل ویتامینه
0.1	Monobasic phosphate	فسفات مونو بازیک
0.2	Salt	نمک
Nutrients analysis		آنالیز مواد مغذی
88.4	Dry matter (%)	ماده خشک (درصد)
14.1	Crude protein (% of DM)	پروتئین خام (درصد از ماده خشک)
2.3	Ether extract (% of DM)	عصاره اتری (درصد از ماده خشک)
28.5	Neutral detergent fiber (% of DM)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد از ماده خشک)
8.2	Ash (% of DM)	خاکستر (درصد از ماده خشک)
2.4	Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	انرژی قابل متابولیسم ^{†††} (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)

[†] در هر کیلوگرم حاوی: ۱۸۰ گرم کلسیم؛ ۷۰ گرم فسفر؛ ۳۰ گرم منیزیوم؛ ۵۰ گرم سدیم؛ ۵۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۴۰۰۰ میلی گرم آهن، ۳۰۰ میلی گرم مس؛ ۱۰۰ میلی گرم ید؛ ۱۰۰ میلی گرم کبالت؛ ۳۰۰۰ میلی گرم روی؛ ۲۰ میلی گرم سلنیوم.

^{††} در هر کیلوگرم حاوی: ۶۰۰ هزار واحد بین المللی بتاکاروتن، ۲۰۰ هزار واحد بین المللی کوله کلسیفرول، ۲۰۰ میلی گرم توکوفرول، ۲۵۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان.

^{†††} محاسبه شده با استفاده از اطلاعات ارائه شده در جداول غذایی NRC (۲۰۰۷).

[†] Containing per kg DM: calcium, 180 g; phosphor, 70 g; magnesium, 30 g; sodium, 50 g; manganese, 5000 mg; iron, 4000 mg; copper, 300 mg; iodine, 100 mg; cobalt, 100 mg; zinc, 3000 mg; selenium, 20 mg.

^{††} Containing per kg DM: Beta-carotene, 600,000 IU; Cholecalciferol, 200,000 IU; Tocopherol, 200 IU; antioxidant, 250 mg.

^{†††} Calculated based on NRC tabular values of ingredients (NRC, 2007).

ارزیابی ویژگی های لاشه: پس از ۱۷ هفته خوراک دهی

و در روز کشتار، وزن پیش از کشتار هر یک از بزغاله ها پس از اعمال یک نیمه شب گرسنگی، با دسترسی آزاد به آب، اندازه گیری شد. پس از کشتار، اجزای غیر لاشه ای (شامل سر، پوست، پاها، شش ها و نای، کبد، قلب،

طحال، پانکراس، دستگاه گوارش، دیافراگم و بیضه ها) و بافت های مختلف چربی (شامل چربی های قلبی، کلیوی، بطنی، روده ای و لگنی) از بدن جدا شده و وزن بدن خالی در فاصله یک ساعت پس از کشتار اندازه گیری شد. به منظور اندازه گیری وزن و درصد لاشه

پس از این مدت نمونه‌ها با دستمال کاغذی به آرامی خشک و بار دیگر توزین شدند. میزان ضایعات خون‌آبه با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید:

رابطه ۱) $DP (\%) = [(Wi - Wf)/Wi] \times 100$
DP ضایعات خون‌آبه، Wi وزن آغازین نمونه و Wf وزن نمونه پس ۴۸ ساعت قرار گرفتن در دمای یخچال است.

به‌منظور اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، مقدار تقریبی پنج گرم از عضله TB پس از توزین بین دو لایه کاغذ صافی و دو قطعه شیشه تخت قرار داده شد. در ادامه، وزنه‌ای ۲۲۵۰ گرمی به‌مدت پنج دقیقه روی نمونه‌ها قرار گرفته و نمونه‌ها بار دیگر توزین و درصد ظرفیت نگهداری آب با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (Ekiz و همکاران، ۲۰۱۰):

رابطه ۲) $WHC (\%) = [(Wi - Wf)/Wi] \times 100$

WHC ظرفیت نگهداری آب، Wi وزن نمونه پیش از آزمایش و Wf وزن نمونه پس از پنج دقیقه تحمل وزنه است. جهت سنجش ترکیب شیمیایی، نمونه عضله TB پس از برداشت چربی زیرپوستی و بافت‌های پیوندی قابل مشاهده، با دستگاه هموژنایزر (T 25 digital ULTRA-TURRAX, IKA، آلمان) هموژن شده و درصد رطوبت، خاکستر خام، چربی خام و پروتئین خام در این نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (AOAC، ۲۰۰۳).

نمونه‌های هموژن شده عضله TB و نیز نمونه‌های هموژن‌شده بافت چربی بطنی جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب مورد استفاده قرار گرفتند. استخراج لیپید از نمونه‌ها بر اساس روش ارائه‌شده توسط Folch و همکاران (۱۹۵۷) و مشتقات متیله اسیدهای چرب بر اساس روش توصیفی توسط Metcalfe و Schmitz (۱۹۶۱) تهیه شد. اسیدهای چرب با استفاده از کروماتوگرافی گازی (South Korea, Yung lin 6300) مجهز به آشکار ساز یونی-شعله و ستون موئین Cp-

سرد، لاشه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای یک تا چهار درجه سلسیوس به‌صورت آویزان نگهداری شده و بار دیگر توزین شدند. هر یک از لاشه‌های سرد در راستای ستون فقرات به دو نیمه برش داده شد و حداکثر پهنا و عمق (حداکثر عمق عمود به پهنا) عضله *longissimus thoracis* (LT) در حفاصل بین دنده‌های ۱۲ و ۱۳، روی سطح مقطع مربوط به ناحیه قفسه سینه، با استفاده از کولیس و در هر دو نیم لاشه اندازه‌گیری شد (Johnson و همکاران، ۱۹۹۵).

ارزیابی ویژگی‌های کیفی گوشت و بافت چربی: از عضله *triceps brachii* (TB) و چربی بطنی در نیمه چپ هر لاشه نمونه‌هایی در مقادیر کافی و به‌صورت تفکیک‌شده برای بررسی ویژگی‌های کیفی گوشت و ترکیب اسیدهای چرب بافت چربی برداشت و پس از بسته‌بندی در پوشش آلومینیومی و در شرایط خلأ، تا زمان انجام آزمایشات در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند؛ به‌استثنای آزمایشات تعیین مقدار pH نهایی، ضایعات خون‌آبه و ظرفیت نگهداری آب که بلافاصله در روز پس از سرد شدن لاشه‌ها به انجام رسید. مقدار pH نهایی (pH_{۲۴} در پژوهش حاضر) در عضله TB در سه تکرار و با استفاده از pH متر (inoLab® pH 7110، آلمان) و از طریق وارد کردن الکتروود (رادیومتر، لیون فرانسه) در برشی که در این عضله ایجاد گردید، اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری pH در هر تکرار، pH متر مجدداً در دمای چهار درجه سلسیوس با استفاده از بافرهایی با pH ۴/۰۱ و ۷/۰۰ کالیبره گردید و در نهایت میانگین pH قرائت‌شده در سه نوبت ارزیابی به‌عنوان pH_u عضله ثبت شد (Ekiz و همکاران، ۲۰۱۰).

به‌منظور اندازه‌گیری درصد ضایعات خون‌آبه، مقدار مشخصی از عضله TB (در حدود ۱۰ گرم) به‌صورت تازه توزین شد. سپس نمونه‌ها در کیسه‌های پلی‌اتیلن به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای یخچال قرار داده شده و

(رابطه ۴) تجزیه شدند. میانگین اثرات معنی دار در تجزیه واریانس، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و فرض خطای ۰/۰۵ مقایسه گردید.

$$X_{ij} = \mu + T_i + A_j + e_{ij} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

در این رابطه، μ ، اثر میانگین؛ T_i ، اثر تیمار i ام؛ A_j ، اثر تصادفی حیوان در تیمار و e_{ij} ، اثر اشتباه آزمایشی مربوط به تیمار i ام در تکرار (حیوان) j ام هستند.

$$X_{ijk} = \mu + T_i + P_j + T_i P_j + A_k + e_{ijk} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

در این رابطه، μ ، اثر میانگین؛ T_i ، اثر ثابت تیمار i ام؛ P_j ، اثر زمان نمونه‌گیری j ام؛ $T_i P_j$ ، اثر متقابل تیمار و زمان نمونه‌گیری؛ A_k ، اثر تصادفی حیوان در تیمار و e_{ijk} ، اثر اشتباه آزمایشی مربوط به تیمار i ام در زمان نمونه‌گیری j ام و حیوان k ام هستند.

نتایج و بحث

عملکرد رشد و ویژگی‌های لاشه: اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز کاهش معنی‌دار میانگین خوراک مصرفی روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک را در پی داشت ($P < 0/05$ ؛ جدول ۲)؛ به‌نحوی که مقادیر میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک در گروه شاهد به‌ترتیب برتری ۲۷/۸ و ۱۶/۷ درصدی را نسبت به گروه اخته‌شده نشان داد. در مقابل، وزن بدن خالی و درصد لاشه سرد (درصد از وزن بدن زنده) و حداکثر پهنا و عمق عضله LT تحت تأثیر اخته‌کردن بزغاله‌ها قرار نگرفت (جدول ۲). به‌طور کلی، تأثیر اخته‌کردن نشخوارکنندگان بر عملکرد رشد آن‌ها دامنه‌ای از عدم تغییر تا کاهش معنی‌دار را در بر گرفته و تنها در محدود مواردی به بهبود معیارهای رشد اشاره شده است. مشابه یافته‌های پژوهش حاضر، میانگین افزایش وزن بزغاله‌های نژاد Boer با گذشت هشت هفته از زمان اخته‌کردن آن‌ها در مقایسه با گروه شاهد به شکل معنی‌داری کاهش یافت (Solaiman و همکاران، ۲۰۱۱). اخته‌کردن گوساله‌های نه ماهه از نژاد Junlian

Sil 88 به طول ۱۰۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر) شناسایی شدند. از هلیوم با سرعت تزریق ۱/۵ میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل و از اسید نونادکانوئیک (۱۹:۰؛ خلوص ۹۹ درصد؛ Sigma, St. Louis, MO، ایالات متحده آمریکا) به‌عنوان استاندارد داخلی استفاده شد. دمای آغازین آون ۱۲۰ درجه سلسیوس برای پنج دقیقه بود که در ادامه تا رسیدن دما به ۱۷۰ درجه سلسیوس با سرعت دو درجه سلسیوس در هر دقیقه افزایش داده شد. دما برای ۱۵ دقیقه ثابت نگه‌داشته شده و در ادامه با سرعت پنج درجه سلسیوس در دقیقه تا ۲۰۰ درجه سلسیوس افزایش یافته و به مدت پنج دقیقه در این دما حفظ گردید و در نهایت دمای آون با نرخ دو درجه سلسیوس در دقیقه و تا رسیدن به دمای ۳۲۵ درجه سلسیوس افزایش داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای مذکور ثابت نگه‌داشته شد. دمای تزریق‌کننده و دتکتور به‌ترتیب و طی مراحل شناسایی در ۲۵۰ و ۳۰۰ درجه سلسیوس ثابت نگه‌داشته شد. کالبره‌کردن و شناسایی اسیدهای چرب با استفاده از مقایسه زمان خروج و سطح زیر منحنی اسیدهای چرب با منحنی استاندارد (G004263, cis/trans C18:1, 37 Component FAME Mix و C18:2 FAME isomers on SP-2560, Sigma, St. Louis, MO, USA) انجام شد.

تجزیه آماری

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار و هشت تکرار طراحی و اجرا گردید. نرمال‌بودن داده‌های حاصل با کمک آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. سپس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (2003) (نسخه ۹/۱) تجزیه شدند. صفاتی که در طول دوره دارای یک نوبت رکوردبرداری بودند با استفاده از رویه GLM (رابطه ۳) و صفاتی که دارای بیش از یک دوره رکوردبرداری بودند با استفاده از رویه Mixed

دیگر، استرس (درد) تحمیلی به دام‌های اخته‌شده و نیز آسیب بافتی ناشی از این عمل می‌تواند افزایش هزینه انرژی و کاهش فراهمی مواد مغذی در دسترس برای رشد و اختصاص آن‌ها به بروز پاسخ ایمنی مقتضی و ترمیم بافتی را به‌دنبال داشته باشد (Nie و همکاران، ۲۰۲۴). در هر حال و در تقابل با نتایج فوق، Nagamine و Sunagawa (۲۰۱۷) بیان داشتند که اخته‌کردن بزغاله‌های دورگه Saanen×Nubian در سن سه ماهگی، تأثیری بر میزان خوراک مصرفی روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره پروار (۱۲ ماهگی) نداشت. Mudalal و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند اخته‌کردن بزهای بومی سودان تأثیری بر میانگین خوراک مصرفی، افزایش وزن روزانه و بازده خوراک نداشت.

نیز، طی دوره هشت ماهه پروار کاهش معنی‌دار میانگین افزایش وزن روزانه را نتیجه داد؛ هر چند از نظر میانگین خوراک مصرفی روزانه تفاوتی بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (Li و همکاران، ۲۰۲۲). Claffey و همکاران (۲۰۱۸) نیز کاهش معنی‌دار میانگین افزایش وزن روزانه و افزایش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره پروار و در عین حال عدم تغییر در درصد لاشه سرد و سطح مقطع عضله LT بر اثر اخته‌کردن بره‌های نژاد Scottish Blackface را گزارش کرده‌اند. صرف‌نظر از کاهش احتمالی مصرف خوراک بر اثر اخته‌کردن، کاهش نرخ رشد در این حیوانات را می‌توان به کاهش سطوح تستوسترون پلاسما و در نتیجه کاهش ترشح هورمون رشد و کاهش بازده استفاده از نیتروژن خوراک نسبت داد (Ahn و همکاران، ۲۰۲۱). از طرف

جدول ۲- تأثیر اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز بر عملکرد رشد و برخی ویژگی‌های لاشه (n=۸)

Table 2- Effects of Morkhoz kids castration on growth performance and carcass characteristics (n=8)

P-value	SEM	شاهد Control	اخته شده Castrated	صفات Characteristics
0.02	0.68	22.2 ^a	19.6 ^b	وزن بدن نهایی (کیلوگرم) Final body weight (kg)
0.003	16.10	621.2 ^a	532.6 ^b	میانگین مصرف خوراک روزانه (گرم/روز) Average daily feed intake (g/d)
0.01	4.62	72.7 ^a	52.0 ^b	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم/روز) Average daily weight gain (g/d)
0.03	0.005	0.12 ^a	0.10 ^b	بازده خوراک (افزایش وزن/خوراک) Feed efficiency (weight gain/feed)
0.55	0.63	91.0	90.4	وزن بدن خالی (درصد از وزن بدن زنده) Empty body weight (% of live body weight)
0.91	1.17	42.6	42.4	درصد لاشه سرد (درصد از وزن بدن زنده) Cold dressing percentage (% of live body weight)
0.50	0.53	40.5	39.8	حداکثر پهنای عضله <i>longissimus thoracis</i> (میلی‌متر) <i>Longissimus thoracis</i> width (mm)
0.23	1.37	24.2	20.9	حداکثر عمق عضله <i>longissimus thoracis</i> (میلی‌متر) <i>Longissimus thoracis</i> depth (mm)

^{a,b} میانگین‌هایی با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از روش دانکن هستند. SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها.

^{a,b} least square means in the same row lacking a common letter differ ($P<0.05$). SEM: mean standard error.

عملکرد رشد کمتر خواهد بود)، وضعیت هورمونی گروه شاهد و طول دوره آزمایش پس از اخته‌کردن

اختلاف بین نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در سن اخته‌کردن (با افزایش سن اخته‌کردن، تأثیر منفی آن بر

درصد چربی و کاهش معنی دار درصد رطوبت گوشت را در بزغاله‌های Boer و نیز بزغاله‌های بومی آفریقای جنوبی در پاسخ به اخته‌شدن گزارش کردند. مقدار pHu مهم‌ترین شاخص کیفیت گوشت در سطح تجاری است، چرا که این عامل می‌تواند بر ویژگی‌های کیفی حائز اهمیتی تأثیرگذار باشد. برای مثال، بالا بودن pHu عضله موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب، تیرگی رنگ و کاهش تردی گوشت می‌شود (Jankowiak و همکاران، ۲۰۲۱). بررسی‌ها نشان می‌دهد مقدار میانگین pH ثبت‌شده در پژوهش حاضر، ۵/۹۲، در دامنه طبیعی گزارش شده برای عضلات بز قرار دارد. پروتئین‌ها نقش اصلی را در تعیین ظرفیت نگهداری آب بر عهده دارند (Kudryashov و Kudryashov، ۲۰۲۳) و لذا تشابه درصد پروتئین عضله در هر دو تیمار می‌تواند گواه تشابه ظرفیت نگهداری آب بین تیمارهای آزمایشی باشد. میانگین ظرفیت نگهداری آب در گوشت بز در حدود ۳۶/۵ درصد و حداکثر آن ۵۷ درصد گزارش شده است؛ بنابراین، مقدار میانگین ۴۲/۲ درصد بدست آمده در پژوهش حاضر در محدوده قابل قبول برای گوشت بز قرار دارد. در پژوهش حاضر، میانگین درصد ضایعات خون‌آبه در عضله TB بزغاله‌های مرخز در هر دو تیمار برابر با ۳/۳ درصد بود که اندکی بالاتر از مقدار میانگین (۲/۸) حاصل از بررسی دیگر پژوهش‌های انجام شده در بزها است. باید توجه داشت که علاوه بر تأثیر عوامل نژاد، جنس، سن/وزن کشتار و مدیریت تغذیه، مسائلی مانند انجام ارزیابی در عضله‌ای خاص یا ترکیبی از گوشت لاشه، نحوه آماده‌سازی نمونه گوشت و جداسازی چربی‌ها از عضلات در پژوهش‌های مختلف نیز در گستردگی دامنه‌های مذکور بی‌تأثیر نبوده‌اند. به‌طور خاص و در رابطه با تأثیر اخته‌کردن بر انباشت داخل عضلانی چربی، پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که اخته‌کردن، روند

باشد (Needham و همکاران، ۲۰۱۷؛ Chen و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، سطوح پایین تغذیه در گله نیز می‌تواند شدت اختلاف نرخ رشد بین گروه‌های جنسیتی مختلف را کاهش دهد (Purwin و همکاران، ۲۰۲۳). درصد لاشه از پارامترهای تأثیرگذار بر قیمت محصول بوده و تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله سن و وزن در زمان کشتار، سطح تغذیه، میزان پُر بودن دستگاه گوارش در زمان کشتار، وزن پوست و سر، میزان چربی بدن و روش کشتار قرار دارد (van Wyk و همکاران، ۲۰۲۰). لذا، با استناد به نتایج پژوهش حاضر اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز تأثیری بر قیمت‌گذاری لاشه آن‌ها نخواهد داشت. میانگین درصد لاشه به‌دست‌آمده برای بزغاله‌های مرخز در پژوهش حاضر (۴۲/۵) با مقادیر میانگین گزارش شده برای دیگر نژادهای بز در جهان (دامنه ۳۹ تا ۵۶ درصد) همخوانی دارد.

ویژگی‌های کیفی گوشت: مقادیر میانگین pH_{۲۴}، درصد ضایعات خون‌آبه، ظرفیت نگهداری آب و نیز درصد رطوبت، پروتئین و خاکستر گوشت در عضله TB تحت تأثیر اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز قرار نگرفت (جدول ۳)؛ اما درصد چربی در این عضله متأثر از اخته‌شدن بزغاله‌ها افزایشی معنی دار (بیش از دو برابر) را نشان داد ($P < 0.05$) که بخش عمده‌ای از آن در ازای کاهش نسبی درصد رطوبت عضله ($P = 0.06$) محقق شد (جدول ۳). در تطابق با این نتایج، Erol و Ünal (۲۰۲۲) مشاهده کردند مقادیر pH و ظرفیت نگهداری آب در گوشت کل لاشه بزغاله‌های Angora که در اوزان مختلف کشتار شده بودند تحت تأثیر اخته‌کردن آن‌ها قرار نگرفت؛ اما درصد رطوبت و چربی لاشه به‌ترتیب با کاهش و افزایش معنی دار واکنش نشان داد. Lee و همکاران (۲۰۲۳) نیز افزایش معنی دار درصد چربی گوشت راسته بزغاله‌های بومی کره و van Wyk و همکاران (۲۰۲۰) افزایش معنی دار

تحریک برداشت اسیدهای چرب به وسیله سلول‌های چربی و ذخیره‌سازی آن‌ها در قالب تری‌گلیسیریدها می‌شود (Baik و همکاران، ۲۰۱۴). استیل-کوآکربوکسیلاز دیگر ژن درگیر در سوخت‌وساز لیپیدها است که میزان بیان آن بر اثر اخته‌کردن افزایش یافته و سبب افزایش ساخت از نوب اسیدهای چرب در چربی داخل عضلانی می‌شود (Yao و همکاران، ۲۰۲۴).

رونویسی از ژن‌های مؤثر بر سوخت‌وساز لیپیدها را تغییر می‌دهد (Yao و همکاران، ۲۰۲۴). اخته‌کردن سبب افزایش بیان دو ژن آپوزینیک، PLIN2 و visfatin در عضله می‌شود. ژن visfatin بیان لیپوپروتئین‌لیپاز را در پیش‌سلول‌های بافت چربی و بیان ژن فتی‌اسیدسیتاز را در سلول‌های چربی تمایز یافته افزایش می‌دهد که در مجموع افزایش فعالیت لیپوژنیک را سبب خواهند شد. ژن PLIN2 نیز موجب

جدول ۳- تأثیر اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز بر ویژگی‌های کیفی و ترکیب شیمیایی عضله *triceps brachii* (n=8)

Table 3. Effects of Morkhoz kids castration on quality attributes and proximate composition of *triceps brachii* muscle (n=8)

P-value	SEM	شاهد Control	اخته شده Castrated	صفات Characteristics
				ویژگی‌های کیفی
0.56	0.151	5.85	5.99	pH ₂₄ pH _۴
0.18	0.213	3.57	3.09	ضایعات خون‌آبه (درصد)
0.17	1.099	41.45	43.91	ظرفیت نگهداری آب (درصد)
				ترکیب شیمیایی (درصد)
0.06	0.689	75.04	72.09	رطوبت
0.78	0.231	19.77	19.68	پروتئین
0.03	0.822	3.34b	6.84a	چربی
0.23	0.052	1.02	1.12	خاکستر

^{a,b} میانگین‌هایی با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از روش دانکن هستند. SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها.

^{a,b} least square means in the same row lacking a common letter differ (P<0.05). SEM: mean standard error.

جدول ۵). با بررسی دقیق‌تر نتایج ارائه‌شده در جدول‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود نسبت اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیراشباع در هر دو بافت مورد بررسی در گروه اخته‌شده بیشتر از گروه اخته‌نشده است (به‌طور میانگین ۱/۱۹ در مقابل ۰/۹۷). این نتایج به انضمام مقدار کمتر نسبت PUFA/SFA (به‌طور میانگین ۰/۰۹ در مقابل ۰/۱۲)، مقدار کمتر مجموع اسیدهای چرب مطلوب (۶۹/۷ در مقابل ۷۲/۱) و مقدار بالاتر نسبت n۶:n۳ (۳/۳ در مقابل ۲/۹) در بافت‌های چربی بزغاله‌های اخته‌شده نشان دهنده انحراف ترکیب اسیدهای چرب در نتیجه اخته‌کردن

ترکیب اسیدهای چرب و شاخص‌های تغذیه‌ای عضلات: در جدول‌های ۴ و ۵ به‌ترتیب ترکیب اسیدهای چرب در عضله TB و بافت چربی بطنی بر اساس درصد از کل اسیدهای چرب شناسایی شده ارائه شده است. در عضله TB تفاوتی در درصد اسیدهای چرب شناسایی‌شده و نیز در مقادیر هیچ‌یک از شاخص‌های تغذیه‌ای بین بزغاله‌های اخته‌شده و اخته‌نشده مشاهده نشد (جدول ۴). در بافت چربی بطنی، درصد اسیدهای چرب ۱۷:۰ و n۳:۱۸ و مقدار تجمعی اسیدهای چرب با تعداد کربن فرد در گروه اخته‌شده کاهش معنی‌دار و نسبت n۶:n۳ در مقایسه با گروه اخته‌نشده افزایشی معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵).

دام از نسبت و مقادیر مطلوب آن‌ها برای سلامت مصرف‌کنندگان است.

جدول ۴- تأثیر اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز بر ترکیب اسیدهای چرب (درصد از کل اسیدهای چرب) در عضله *triceps brachii* (n=8)

Table 4- Effects of Morkhoz kids castration on fatty acid composition of *triceps brachii* muscle (n=8)

P-value	SEM	شاهد Control	اخته‌شده Castrated	اسیدهای چرب Fatty acids
0.17	0.092	0.17	0.25	C12:0
0.27	0.017	0.13	0.17	C13:0
0.97	0.543	2.93	2.90	C14:0
0.12	0.019	0.22	0.16	C14:1 trans
0.10	0.053	0.55	0.37	C14:1 cis
0.07	0.062	0.76	0.52	Total C14:1 n5
0.66	0.131	0.47	0.56	C15:0
0.29	0.026	0.18	0.13	C15:1 n7
0.21	1.083	24.77	27.20	C16:0
0.56	0.107	0.37	0.47	C16:1 trans n9
0.21	0.201	2.20	2.67	C16:1 cis n7
0.28	0.304	2.57	3.13	Total C16:1
0.31	0.193	1.13	0.80	C17:0
0.41	0.439	1.97	1.37	C17:1 n7
0.18	0.601	15.33	13.83	C18:0
0.65	0.139	0.62	0.73	C18:1 trans n7
0.91	2.388	43.00	43.60	C18:1 cis n9
0.89	2.296	43.43	44.33	Total C18:1
0.50	0.869	3.50	2.57	Total C18:2 n6
0.84	0.063	0.30	0.32	C18:3 trans n3
0.34	0.272	0.80	0.37	C18:3 cis n3
0.48	0.252	1.10	0.86	Total C18:3 n3
0.63	0.053	0.24	0.28	C20:0
0.94	0.065	0.29	0.30	C20:1 n9
0.17	0.017	0.14	0.18	C22:0
0.09	0.018	0.17	0.15	C22:1 n9
0.88	0.045	0.30	0.29	CLA 9/11 c/t
0.35	0.015	0.10	0.08	CLA 7/9 t/c
0.59	0.008	0.11	0.11	CLA 11/13 t/c
0.31	0.006	0.08	0.07	CLA 9/11 t/t
1.00	0.006	0.08	0.08	CLA 11/13 t/t
0.09	0.019	0.23	0.17	CLA 12/14 t/t+ 12/14 c/t+ 11/13 c/t
0.35	0.076	0.91	0.79	Total CLA
0.73	1.750	45.18	46.27	SFA
0.71	2.610	55.75	54.17	UFA
0.96	2.152	49.87	50.02	MUFA
0.48	0.215	1.10	0.86	PUFA n3
0.50	0.869	3.50	2.57	PUFA n6
0.33	1.049	6.69	4.95	Total PUFA
0.67	0.103	1.26	1.19	UFA/SFA
0.77	0.275	3.09	2.95	n6/n3
0.32	0.027	0.15	0.11	PUFA/SFA
0.08	0.377	5.97	4.55	OCFA
0.44	2.426	71.89	68.80	Total desirable
0.42	0.171	2.39	2.17	(18:0+18:1)/16:0

^{a,b} میانگین‌هایی با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از روش دانکن هستند. SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها.

SFA، اسیدهای چرب اشباع؛ UFA، اسیدهای چرب غیراشباع؛ MUFA، اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ PUFA، اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه؛ OCFA، اسیدهای چرب با تعداد اتم کربن فرد؛ Total desirable (اسیدهای چرب مطلوب)، MUFA+PUFA+C18:0.

^{a,b} least square means in the same row lacking a common letter differ ($P<0.05$). SEM: mean standard error.

SFA, saturated fatty acids; UFA, unsaturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids; OCFA, odd chain fatty acids; Total desirable, MUFA+PUFA+C18:0.

جدول ۵- تأثیر اخته‌کردن بزغاله‌های مرخز بر ترکیب اسیدهای چرب (درصد از کل اسیدهای چرب) در بافت چربی بطنی (n=8)

Table 5- Effects of Morkhoz kids castration on fatty acid composition of omental fat tissue (n=8)

P-value	SEM	شاهد	اخته شده	اسیدهای چرب
		Control	Castrated	Fatty acids
0.55	0.035	0.13	0.17	C10:0
0.58	0.038	0.17	0.17	C12:0
1.00	0.017	0.13	0.13	C13:0
0.49	0.090	2.73	2.83	C14:0
0.92	0.056	0.21	0.20	C14:1 trans
0.12	0.051	0.45	0.30	C14:1 cis
0.11	0.050	0.67	0.50	Total C14:1 n5
0.61	0.121	0.63	0.53	C15:0
0.71	0.059	0.13	0.17	C15:1 n7
0.20	0.994	23.00	25.27	C16:0
0.06	0.049	0.53	0.25	C16:1 trans n9
0.66	0.337	2.03	1.80	C16:1 cis n7
0.32	0.354	2.57	1.97	Total C16:1
0.04	0.038	1.13 ^a	0.93 ^b	C17:0
0.51	0.222	2.40	2.17	C17:1 n7
0.45	4.503	25.43	30.93	C18:0
0.65	0.102	0.97	0.90	C18:1 trans n7
0.42	4.402	35.23	29.37	C18:1 cis n9
0.42	4.499	36.21	30.27	Total C18:1
0.06	0.089	1.97	2.33	Total C18:2 n6
0.94	0.039	0.30	0.30	C18:3 trans n3
0.04	0.027	0.43 ^a	0.30 ^b	C18:3 cis n3
0.07	0.024	0.77	0.67	Total C18:3 n3
0.31	0.041	0.31	0.23	C20:0
1.00	0.093	0.30	0.30	C20:1 n9
0.82	0.067	0.20	0.22	C22:0
0.61	0.027	0.16	0.13	C22:1 n9
0.53	0.073	0.22	0.26	CLA 9/11 c/t
0.85	0.012	0.09	0.08	CLA 7/9 t/c
0.59	0.004	0.10	0.09	CLA 11/13 t/c
1.00	0.006	0.07	0.07	CLA 9/11 t/t
0.35	0.006	0.10	0.09	CLA 11/13 t/t
0.35	0.022	0.30	0.27	CLA 12/14 t/t+ 12/14 c/t+ 11/13 c/t
0.27	0.065	0.89	0.87	Total CLA
0.27	5.079	53.71	61.03	SFA
0.35	4.771	46.89	39.71	UFA
0.36	4.571	42.52	35.58	MUFA
0.41	0.044	0.77	0.71	PUFA n3
0.07	0.109	1.97	2.40	PUFA n6
0.59	0.291	4.37	4.12	Total PUFA
0.37	0.176	0.92	0.66	UFA/SFA
0.04	0.176	2.63 ^b	3.55 ^a	n6/n3
0.43	0.013	0.08	0.07	PUFA/SFA
0.05	0.292	6.17 ^a	4.82 ^b	OCFA
0.37	1.126	72.32	70.64	Total desirable
0.31	0.127	2.69	2.47	(18:0+18:1)/16:0

^{a,b} میانگین‌هایی با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از روش دانکن هستند. SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها.

SFA، اسیدهای چرب اشباع؛ UFA، اسیدهای چرب غیراشباع؛ MUFA، اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه؛ PUFA، اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه؛ OCFA، اسیدهای چرب با تعداد اتم کربن فرد؛ Total desirable (اسیدهای چرب مطلوب)، MUFA+PUFA+C18:0.

^{a,b} least square means in the same row lacking a common letter differ ($P<0.05$). SEM: mean standard error.

SFA, saturated fatty acids; UFA, unsaturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids; OCFA, odd chain fatty acids; Total desirable, MUFA+PUFA+C18:0.

طبق یافته‌های Baik و همکاران (۲۰۱۴) بیان ژن آدیپوژنیک C/EBP α بر اثر اخته‌کردن دام افزایش می‌یابد که در نتیجه آن اندازه سلول‌های بافت چربی افزایش خواهد یافت. علاوه بر این، Yao و همکاران (۲۰۲۴) مشاهده کردند که اخته‌کردن سبب افزایش رونویسی از ژن لیپوپروتئین‌لیپاز و ژن سازنده پروتئین ناقل اسیدهای چرب در عضلات می‌شود که برآیند آن در کنار غلظت بالاتر اسیدهای چرب آزاد در جریان خون حیوانات اخته‌شده، افزایش اندازه سلول‌های بافت چربی خواهد بود. اهمیت این تغییرات در تفاوت ساختاری لیپیدها در نقاط مختلف سلول چربی نهفته است. لیپیدهای موجود در سلول چربی ترکیبی از لیپیدهای قطبی (عمدتاً فسفولیپیدهای مستقر در غشاهای سلولی و غنی از PUFA) و لیپیدهای خنثی (عمدتاً شامل تری‌آسیل‌گلیسرول‌های موجود درون سلول‌های چربی و دارای سطوح بالای SFA) هستند (Baik و همکاران، ۲۰۱۴). محتوای فسفولیپیدهای سلول تا حد زیادی مستقل از محتوای چربی درون سلولی بوده و نسبت PUFA در آن‌ها با هدف حفظ ویژگی‌های غشای سلولی به شدت تحت کنترل قرار دارد؛ در صورتی که محتوای تری‌آسیل‌گلیسرول‌های سلول همبستگی مثبت بالایی با مقدار چربی انباشته در سلول دارد. در واقع، اخته‌کردن با تحریک انباشت چربی به واسطه سازوکارهای هورمونی و ژنومی، سلول‌های عضلانی را به ذخیره هرچه بیشتر لیپیدهای خنثی سوق می‌دهد و در این صورت سهم لیپیدهای قطبی و اسیدهای چرب غیراشباع موجود در ساختار آن‌ها از کل اسیدهای چرب موجود در سلول کاهش می‌یابد. نتایج بررسی‌های Baik و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان داده است تعداد سلول‌های چربی با اندازه کوچک در بافت چربی بطنی گوساله‌های اخته‌نشده بیشتر از گوساله‌های اخته‌شده و تعداد سلول‌های بزرگ چربی در این بافت در گوساله‌های اخته‌شده

بیشتر بود - که به معنی سهم بیشتر لیپیدهای قطبی در بافت چربی گوساله‌های اخته‌نشده است. ترشح تستوسترون نیز افزایش نمو بافت عضلانی و از سوی دیگر ممانعت از تکثیر و رشد سلول‌های بافت چربی را به دنبال دارد (Sebo و Rodeheffer، ۲۰۲۱). بنابراین، کاهش میزان تولید تستوسترون در اثر اخته‌کردن دام می‌تواند مسئول حداقل بخشی از افزایش انباشت چربی درون سلول‌های بافت چربی و افزایش اندازه آن‌ها در حیوانات اخته‌شده باشد. در هر حال، باید توجه داشت که شدت بروز این تغییرات و تبعات ناشی از آن‌ها بر ترکیب اسیدهای چرب تحت تأثیر عوامل ذاتی و محیطی متعددی قرار دارد. برای مثال و مشابه یافته‌های پژوهش حاضر، Santos-Filho و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که با اخته‌کردن بزغاله‌ها، درصد SFA در گوشت حیوانات افزایش یافت. از سوی دیگر، Phonmun (۲۰۱۲) تغییری در غلظت SFA عضله LT بزغاله‌های Boer اخته‌شده در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نکرد. بر خلاف موارد فوق، Lee و همکاران (۲۰۲۳) کاهش درصد SFA (عمدتاً به واسطه کاهش درصد اسید اولئیک (C18:0))، و نسبت n6:n3 و Erol و Ünal (۲۰۲۲) افزایش نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع در عضله LT بزغاله‌های اخته‌شده را گزارش کرده‌اند.

ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی چرب به طور معمول با در نظر گرفتن نسبت PUFA/SFA و نیز نسبت n6:n3 سنجیده می‌شود. توصیه‌های تغذیه‌ای ارائه‌شده در مورد رژیم غذایی انسان حد مطلوب نسبت PUFA/SFA را ۰/۴۵ یا بیشتر و نسبت n6:n3 را چهار یا کمتر بیان داشته است (Department of Health، ۱۹۹۴). در پژوهش حاضر، نسبت PUFA/SFA عضله TB به طور میانگین برابر با ۰/۱۳ بود که کمتر از دامنه ۰/۱۶ تا ۰/۴۹ گزارش شده توسط Banskalieva و همکاران (۲۰۰۰) برای گوشت بز است. در پژوهش

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر، در روند بررسی مزایا و معایب اخته‌کردن، علاوه بر افت عملکرد رشد و بازده خوراک، افزایش معنی‌دار محتوای چربی گوشت، و به‌ویژه افزایش درصد اسیدهای چرب اشباع در چربی داخل عضلانی و بافت چربی بطنی، را نیز باید مورد توجه قرار داد. بر این اساس، به مصرف‌کنندگان توصیه می‌شود تا در رژیم معمول غذایی خود سهم چربی‌های داخلی بدن دام را به‌دلیل محتوای بالای اسیدهای چرب اشباع در آن‌ها تا حد امکان کاهش دهند.

حاضر مقادیر برخی از اسیدهای PUFA شناسایی نشد (مانند اسیدهای چربی با ۲۰ و ۲۲ اتم کربن) که این امر می‌تواند برآورد کمتر از حد غلظت اسیدهای PUFA در مجموع اسیدهای چرب شناسایی‌شده را سبب شده باشد. در هر حال، مقادیر مشابهی (۰/۱ تا ۰/۲) نیز در بزهای نر Boer و بزهای وحشی استرالیا گزارش شده است (Werdi Pratiwi و همکاران، ۲۰۱۶). نسبت $n6:n3$ در عضله TB بزغاله‌های مرخز به‌طور میانگین برابر با ۳/۰ بود که با مقادیر گزارش‌شده در دیگر نژادهای بز مطابقت دارد.

References

- Ahn, J.S., Kwon, E.G., Lee, H.J., Lee, E. M., Hwang, S.M., Cho, S.R., Kim, K.W., Kim, U.H., Won, J.I., Jin, S., Kang, S.S., Park, B.K., Jang, G.S., & Jang, S.S. (2021). Effect of hemicastration on the productivity, histological characteristics, and economic efficacy of Korean beef cattle. *Animals*, 11(9): 2490.
- AOAC. (2003). *Official Methods of Analysis*, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, DC, USA.
- Baik, M., Jeong, J.Y., Thao Vu, T. T., Piao, M.Y., & Kang, H.J. (2014). Effects of castration on the adiposity and expression of lipid metabolism genes in various fat depots of Korean cattle. *Livestock Science*, 168: 168-176.
- Banskalieva, V., Sahl, T., & Goesch, A. L. (2000). Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: A review. *Small Ruminant Research*, 37: 255-268.
- Chen, Y.A., Chen, J.Y., Chen, W.Q., Wang, W.Y., & Wu, H.H. (2022). Effects of castration age on the growth performance of nubian crossbred male goats. *Animals*, 12(24): 3516.
- Claffey, N.A., Fahey, A.G., Gkarane, V., Moloney, A.P., Monahan, F.J., & Diskin, M.G. (2018). Effect of breed and castration on production and carcass traits of male lambs following an intensive finishing period. *Translational Animal Science*, 2(4): 407-418.
- Department of Health (1994). *Nutritional aspects of cardiovascular disease*. Report on health and social subjects no. 46. London: H.M. Stationery Office.
- Ekiz, B., Ozcan, M., Yilmaz, A., Tolu, C., & Savas, T. (2010). Carcass measurements and meat quality characteristics of dairy suckling kids compared to an indigenous genotype. *Meat Science*, 85, 245-249.
- Erol, H., & Ünal, N. (2022). Meat production traits of Angora goats. 2. Meat quality characteristics and fatty acid composition of meat from intact and castrated kids. *Animal Production Science*, 62(16): 1607-1617.
- FAOSTAT (2016). <http://faostat.fao.org/>
- Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509.
- Fruet, A.P., Trombetta, F., Stefanello, F.S., Speroni, C. S., Donadel, J. Z., De Souza, A. N. M., Rosado, Júnior, A., Tonetto, C.J., Wagner, R., De Mello, A., & Nörnberg, J. L. (2018). Effects of feeding legume-grass pasture and different concentrate levels on fatty acid profile, volatile compounds, and off-flavor of the *M. longissimus thoracis*. *Meat Science*, 140: 112-118.

- Jankowiak, H., Cebulska, A., & Bocian, M. (2021). The relationship between acidification (pH) and meat quality traits of polish white breed pigs. *European Food Research and Technology*, 247, 2813-2820.
- Johnson, D. D., Eastridge, J. S., Neubauer, D. R., & McGowan, C. H. (1995). Effect of sex class on nutrient content of meat from young goats. *Journal of Animal Science*, 73: 296-301.
- Kudryashov, L. S., & Kudryashova, O. A. (2023). Water-holding and water-binding capacity of meat and methods of its determination. *Theory and Practice of Meat Processing*, 8(1): 62-70.
- Lee, J., Kim, H. J., Lee, S. S., Kim, K. W., Kim, D. K., Lee, S. H., Lee, E. D., Choi, B. H., Barido, F. H., & Jang, A. (2023). Effects of diet and castration on fatty acid composition and volatile compounds in the meat of Korean native black goats. *Animal Bioscience*, 36(6): 962-972.
- Li, X., Shah Ali, M., Wang, Z. S., Hu, R., Li, G. Y., Yao, X. H., Wang, Y. Y., Liang, X. R., Zhang, Q. Q., Zou, H. W., Peng, Q. H., Xue, B., & Wang, L. Z. (2022). Effects of different castration degrees on growth performance, serum indexes and rumen fermentation of Junlian cattle. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 34(4): 2457-2466.
- Medeiros, L. B., Almeida Alves, S. P., de Bessa, R.J.B., Barbosa Soares, J. K., Costa, C. N. M., Aquino, J. S., Guerra, G. C. B., Araujo, D.F., Toscano, L. T., Silva, A. S., Alves, A. F., Lemos, M.L.P., Araujo, W.J., Medeiros, A.N., Oliveira, C.J.B., & Queiroga, R.C.R.E. (2021). Ruminant fat intake improves gut microbiota, serum inflammatory parameter and fatty acid profile in tissues of Wistar rats. *Scientific Reports*, 11: 18963.
- Metcalf, L., & Schmitz, A. (1961). The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 33: 363-364.
- Mudalal, M. O., Bushara, I., Mekki, D. M. & Babiker, S. A. (2014). Effect of nutrition and castration on carcass measurements, wholesale cuts and carcass composition of male desert goats. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 2(2): 97-101.
- Nagamine, I., & Sunagawa, K. (2017). Effects of the castration on the growth, meat production and odors in male goats. *Animal Behaviour and Management*, 53(4): 137-150.
- Naseri Harsini, R., & Kafilzadeh, F. (2016). Effects of castration on performance, some plasma metabolites and carcass characteristics in Morkhoz goat kids. *Journal of Ruminant Research*, 4(2): 171-190. (In Persian).
- Needham, T., Lambrechts, H., & Hoffman, L.C. (2017). Castration of male livestock and the potential of immunocastration to improve animal welfare and production traits: Invited Review. *South African Journal of Animal Science*, 47(6): 731-742.
- Nie, D., Liu, S., Tang, W., Zhao, C., Zhang, Y., Li, Y., Liu, M., Ou, N., Shi, N., Yang, W., & Li, Y. (2024). Effects of castration and eucalyptus oil supplementation on growth performance, nutrient digestibility, and blood-immunity indicators of male Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 107(5): 2850-2863.
- NRC. (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Perna, M., & Hewlings, S. (2023). Saturated fatty acid chain length and risk of cardiovascular disease: A systematic review. *Nutrients*, 15(1): 30.
- Phonmun, T. (2012). Effects of castration and supplementation of Pueraria mirifica on growth performance carcass quality and odorant fatty acids in goat meat. PhD Thesis. Suranaree University of Technology, Thailand.
- Purwin, C., Wyzlic, I., Pogorzelska-Przybyłek, P., Nogalski, Z., & Białobrzewski, I. (2023). Influence of gender status and feeding intensity on the growth curves of body weight, dry matter intake and feed efficiency in crossbred beef cattle. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 33(1): 1-10.
- Rhee, K. S., Myera, C. E., & Waldron, D. F. (2003). Consumer sensory evaluation of plain and seasoned goat meat and beef products. *Meat Science*, 65: 785-789.
- Santos-Filho, J. M., Morais, S. M., Rondina, D., Beserra, F. J., Neiva, J. N. M., & Magalhães, E. F. (2005). Effect of cashew nut supplemented diet, castration, and time of storage on fatty acid composition and cholesterol content of goat meat. *Small Ruminant Research*, 57(1): 51-56.

- SAS Institute (2003). *STAT user's guide: Statistics*. Version 9.1. Cary, NC: Statistical Analysis System Institute, Inc.
- Sebo, Z. L., & Rodeheffer, M. S. (2021). Testosterone metabolites differentially regulate obesogenesis and fat distribution. *Molecular Metabolism*, 44: 101141.
- Solaiman, S., Kerth, C., Willian, K., Min, B. R., Shoemaker, C., Jones, W., & Bransby, D. (2011). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of boer-cross wether and buck goats grazing marshall ryegrass. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 24(3): 351-357.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- van Wyk, G. L., Hoffman, L. C., Strydom, P. E., & Frylinck, L. (2020). Effect of breed types and castration on carcass characteristics of boer and large frame indigenous Veld goats of southern Africa. *Animals*, 10(10): 1884.
- Werdi Pratiwi, N. M., Murray, P. J., & Taylor, D. G. (2016). The fatty acid composition of muscle and adipose tissues from entire and castrated male Boer goats raised in Australia. *Animal Science*, 79(2): 221-229.
- Werdi Pratiwi, N. M., Murray, P. J., & Taylor, D. G. (2004). Meat quality of entire and castrated male Boer goats raised under Australian conditions and slaughtered at different weights: physical characteristics, shear force values and eating quality. *Animal Science*, 79: 213-219.
- Yao, H., Li, D., Cao, X., Han, X., He, J., Cheng, D., Shang, J., Song, T., & Zeng, X. (2024). Castration reshapes the liver by altering fatty acid composition and metabolism in male mice. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 727: 150319.
- Zamiri, M. J., Eilami, B., & Kianzad, M. R. (2012). Effects of castration and fattening period on growth performance and carcass characteristics in Iranian goats. *Small Ruminant Research*, 104(3): 55-61.