

## تأثیر وزن لاشه و جنس بر کیفیت گوشت و ترکیب اسیدهای چرب گوسفندان نژاد زل

علیرضا یوسفی<sup>۱\*</sup>، حمید کهرام<sup>۲</sup>، احمد زارع شحنه<sup>۲</sup>، مصطفی صادقی<sup>۲</sup> و سلمان نصرالهی<sup>۴</sup>  
۱، ۲، ۳ و ۴، به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار، استاد و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی  
دانشگاه تهران - قطب علمی بهبود کیفیت و کمیت لاشه گوسفندان بومی  
( تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۱ - تاریخ تصویب: ۹۲/۵/۳ )

### چکیده

هدف از این مطالعه تعیین اثر وزن لاشه و جنس بر کیفیت گوشت و ترکیب اسیدهای چرب ماهیچه‌ای راسته‌ی گوسفندان زل بود. سی راس بره زل (۱۵ راس نر و ۱۵ راس ماده) از گله‌ی پرورش یافته در مرتع به طور تصادفی انتخاب شد. پس از کشتار، بر اساس وزن، لاشه-ها به دو گروه (<math>15</math> و <math>15></math> کیلوگرم) تقسیم شد. چربی پشت و چربی درون‌ماهیچه‌ای به طور معنی‌داری در گوسفندان دارای وزن لاشه بالاتر از ۱۵ کیلوگرم و گوسفندان ماده بیشتر بود (<math>p<0/05</math>). همچنین گوسفندان دارای لاشه‌ی سنگین‌تر از ۱۵ کیلوگرم و گوسفندان ماده، شاخص قرمزی گوشت (<math>a^\*</math>) بالاتری داشتند (به ترتیب <math>p<0/01</math> و <math>p<0/05</math>). شاخص زردی گوشت (<math>b^\*</math>) گوسفندان ماده نسبت به گوسفندان نر به طور معنی‌داری بالاتری بود (<math>p<0/05</math>). تولید شیرابه در گوسفندان با لاشه‌ی سنگین‌تر (وزن لاشه بیشتر از ۱۵ کیلوگرم) کم‌تر بود (<math>p<0/05</math>). درحالی‌که گوشت گوسفندان ماده افت حاصل از پخت و نیروی برش کم‌تر نشان داد (<math>p<0/05</math>). نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع (PUFA/SFA) در گوسفندانی که لاشه‌ی سبک‌تر داشتند و گوسفندان ماده به طور معنی‌داری بالاتر بود (<math>p<0/05</math>). نسبت اسیدهای چرب n-6 به n-3 در گوسفندان دارای لاشه‌ی سبک‌تر، کم‌تر از گروه دارای لاشه‌ی سنگین‌تر بود (<math>p<0/05</math>). گوشت گوسفندان نر نسبت به ماده شاخص گرفتگی رنگی ((AI: Atherogenic Index= C12:0+C14:0+C16:0/n-3PUFA+n-6PUFA+MUFA)) کم‌تری داشت (<math>p<0/05</math>). در مجموع، گوشت بره‌های نر و گوسفندانی که لاشه‌ی کم‌تر از ۱۵ کیلوگرم (متوسط وزن زنده ۳۰ کیلوگرم) داشتند، از نظر کیفیت تغذیه‌ای و رنگ، وضعیت مطلوب‌تری داشت؛ هر چند برخی از شاخص‌های کیفیت گوشت (نیروی برش و افت حاصل از پخت) در گوسفندان با وزن لاشه بالاتر از ۱۵ کیلوگرم و گوسفندان ماده بهتر بود. بنابراین، با توجه به نتایج می‌توان گوشت تولیدی گوسفندان نر و گوسفندانی که وزن لاشه‌ی کم‌تر از ۱۵ کیلوگرم داشتند را به عنوان گوشتی سالم‌تر از نظر شاخص‌های چربی و با کیفیت-تر از نظر شاخص‌های رنگ معرفی کرد.

**واژه‌های کلیدی:** کیفیت گوشت، ترکیب اسیدهای چرب، وزن لاشه، جنس، گوسفند زل

al., 1998)، جیره (Castro et al., 2005)، سن از شیرگیری (Sanudo et al., 1998) و میزان چربی درون‌ماهیچه‌ای (Webb & O'Neill, 2008; Yousefi et al., 2012) بر کیفیت گوشت گوسفند اثر می‌گذارد. کیفیت و درجه مقبولیت گوشت از راه تعیین ویژگی‌های

### مقدمه

سازه‌های مختلفی از جمله نژاد (Purchas et al., 2002; Santos-Silva et al., 2002; Teixeira et al., 2005)، وزن کشتار (Purchas et al., 2002; Teixeira et al., 2005) و جنس (Dransfield et al., 1990; Sanudo et al., 2005)

فیزیکوشیمیایی، به‌ویژه رنگ و ترکیب چربی آن مشخص می‌شود (Wood et al., 2004).

اگر بوی گوشت قابل تشخیص نباشد، رنگ مهم‌ترین سنجه‌ی موثر بر انتخاب گوشت توسط مصرف‌کنندگان است (Martinez-Cerezo et al., 2005). چربی درون‌ماهیچه‌ای و ترکیب اسیدهای چرب گوشت، علاوه بر کیفیت تغذیه‌ای، بر ویژگی‌های چشایی نیز موثر است. برای نمونه، مصرف محصول‌هایی با اسیدهای چرب اشباع بالا و اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه‌ی کم، فرد را مستعد به گرفتگی رگ‌ها و بروز بیماری‌های قلبی-عروقی می‌کند (Harris, 1997).

نژاد زل تنها گوسفند بی‌دنبه ایران است که زادگاه آن نواحی شمالی ایران و در حاشیه‌ی دریای خزر به‌ویژه استان مازنداران است. بی‌دنبه بودن این نژاد سبب شده تا امکانی برای پژوهش‌گران فراهم آید که بتوانند اثر تلاقی نژادهای بی‌دنبه و دنبه‌دار را در نتایج مورد مطالعه قرار دهند (Kashan et al., 2005; Khaldari et al., 2006; Khaldari & Tajic, 2008). گفته شده است که در شرایط یکسان پرورشی، ترکیب اسیدهای چرب با افزایش چربی درون‌ماهیچه‌ای (شبه به آنچه در گوسفندان بی‌دنبه نسبت به دنبه‌دارها رخ می‌دهد) تغییرهای نامطلوب خواهد داشت (Kashan et al., 2005; Khaldari et al., 2008; Khaldari & Tajic, 2006). بر این اساس، شناخت کیفیت و ترکیب اسیدهای چرب گوشت گوسفندان زل به عنوان یکی از نژادهای مهم ایران و نژادی که برای تلاقی نژاد با گوسفندان دنبه‌دار جهت کاهش اندازه‌ی دنبه در نتایج استفاده می‌شود، ضروری است. فزون بر اهمیت شناخت ویژگی‌های گوشت این نژاد، دسته‌بندی و درجه‌بندی گوشت‌های تولیدی از نظر وزن لاشه، برای ارزش‌گذاری اقتصادی و نیز از نظر ارزش کیفی بسیار مهم است. در کنار این موارد، پژوهش‌های پیشین نشان از تأثیر جنس بر کیفیت گوشت و نسبت اسیدهای چرب گوشت دارد (Arsenos et al., 2002; Horcada et al., 1998; Tejada et al., 1999; Vergara et al., 2008). با این حال، هنوز اتفاق نظری در این مورد حاصل نشده است. با توجه به ناشناخته بودن اثر جنس در این نژاد و اهمیت شناخت ویژگی‌های گوشت نژاد زل، هدف از مطالعه‌ی حاضر

تعیین اثر وزن لاشه و جنس بر کیفیت گوشت و ترکیب اسیدهای چرب گوشت گوسفندان زل بود.

### مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۳۰ راس گوسفند نژاد زل با میانگین وزن پایانی  $1/63 \pm 35/21$  از دو جنس نر و ماده ( $n=15$ ) انتخاب شد. بره‌ها از نیمه‌ی آذر تا اوایل بهمن ۱۳۸۹ متولد شدند. دام‌ها در شرایط مرتع تا تاریخ ۱۵ شهریور ۱۳۹۰ (متوسط سن ۹ تا ۱۰ ماه) پرورش یافتند. از بین گله‌ی پرورش یافته، دام‌هایی که ویژگی‌های اصلی نژاد زل را داشتند، انتخاب شدند. دام‌ها به مدت ۲۴ ساعت پیش از ذبح در کشتارگاه نگهداری شدند. پس از ثبت وزن زنده، دام‌ها ذبح شدند و ۴۵ دقیقه پس از آن وزن گرم لاشه ثبت شد.

سپس لاشه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد؛ در ادامه، لاشه‌ها از میان به دو نیم‌لاشه تقسیم شده و ماهیچه راسته نیم‌لاشه چپ تشریح و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه ماهیچه راسته مرتبط با دنده‌های ۷ تا ۱۰ برای اندازه‌گیری کیفیت رنگ گوشت جداسازی شد. ماهیچه راسته مرتبط با دنده‌های ۱۱ و ۱۲ برای اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای چرب، آزمایش تجزیه تقریبی (اندازه‌گیری چربی، پروتئین خام، خاکستر و رطوبت) و اندازه‌گیری pH نهایی گوشت مورد استفاده قرار گرفت. ماهیچه ناحیه‌ی کمری برای اندازه‌گیری نیروی برش جداسازی و به‌طور مجزا نگهداری شد.

برای انجام آزمایش‌های تجزیه تقریبی، نمونه‌ی هر دام سه بار چرخ و همگن شد. پروتئین خام با روش کلدال، عصاره‌ی اتری با روش سوکسله، و خاکستر و ماده خشک بر اساس روش کار AOAC (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای چرب ماهیچه، نمونه‌های راسته گرفته شده از ناحیه‌ی مرتبط با دنده‌های ۱۱ و ۱۲ همگن شد. گامه‌های اندازه‌گیری شامل، استخراج چربی از نمونه بافت به روش اصلاح شده Folch و همکاران، (۱۹۵۷)، مشتق‌سازی نمونه چربی با روش Schmitz و Metcalfe (۱۹۶۱) بود.

برای اندازه‌گیری pH، ۲۴ ساعت پس از کشتار حدود ۱۰ گرم از نمونه گوشت چرخ شده که از ماهیچه راسته بین دنده ۱۲ و ۱۳ گرفته شده بود، در ۹۰ گرم آب دیونیزه مخلوط گردید.

سپس مخلوط آماده شده از کاغذ صافی مخصوص زیر (واتمن متوسط - قطر ۱۵۰ میلی‌متر) عبور داده شد. در نهایت با استفاده از pH متر دیجیتال مترون ۸۲۷ ساخت کشور سوئد در دمای  $2 \pm 24$  C با ۳ بار تکرار صورت گرفت. اندازه‌گیری کلسترول ماهیچه راسته با روش Janssen & Meijer, (1995) سنجش شد.

### تجزیه آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه‌ی GLM تجزیه آماری شدند. مدل آماری اولیه برای صفاتی که چند مشاهده در هر تکرار داشتند (pH نهایی، نیروی برش و شاخص‌های رنگ گوشت) به صورت زیر محاسبه شد.

$$y_{ijkl} = \mu + CW_i + S_j + (CW \times S)_{ij} + E_{ij} + e_{ijkl}$$

در این مدل در  $y_{ijk}$  اثر هر مشاهده،  $\mu$  اثر میانگین نمونه‌ها،  $CW_i$  اثر وزن لاشه،  $(CW \times S)_{ij}$  برهم‌کنش وزن لاشه و جنس،  $E_{ij}$  اثر خطای نمونه برداری و  $e_{ijkl}$  اثر خطای آزمایشی بود. صفاتی که یک مشاهده در هر تکرار داشت، اثر خطای نمونه‌برداری حذف شد. از آن‌جا که برهم‌کنش وزن لاشه و جنس از نظر آماری در هیچ یک از فراسنجه‌های مورد ارزیابی معنی‌دار نبود ( $p > 0.20$ )، این اثر از مدل حذف شد.

### نتایج و بحث

#### خصوصیات لاشه و ترکیب شیمیایی گوشت

خصوصیات گوسفندان مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده است. بازده لاشه گوسفندان دارای وزن لاشه‌ی بالاتر از ۱۵ کیلوگرم به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) از لاشه‌های کمتر از ۱۵ کیلوگرم بیشتر بود، اما، بین جنس نر و ماده از این نظر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). ضخامت چربی پشت و سطح مقطع ماهیچه راسته در لاشه‌های بالاتر از ۱۵ کیلوگرم، بیشتر بود ( $p < 0.05$ )، جدول (۱).

دستگاه مورد استفاده، گاز کروماتوگرافی یونیکم دارای ستون  $BP \times V$  به طول ۳۰ متر، سطح مقطع  $0.25$  میکرومتر، قطر  $0.22$  میکرومتر بود. با توجه به مشخص بودن غلظت استاندارد درونی (C15:0, Methyl pentadecanoic acid) اسید چرب و نسبت اسیدهای چرب حساب شد. اندازه‌گیری رنگ گوشت، ۷۲ ساعت پس از کشتار با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مدل Hunter Lab D25 9000 انجام شد. هر نمونه با سه بار تکرار مورد آزمایش قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری نیروی برش (شاخص تردی)، ۷۲ ساعت پس از کشتار آزمون نیروی برش وارنر براتسلیر (Warner Bratzler Shear force) انجام شد.

نمونه‌های مورد استفاده تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند و آزمون مربوطه با دستگاه بافت‌سنج (analyzer Texture) مدل HOUNSFILD-H5KS انجام شد. تیغه مورد استفاده برای برش دادن نمونه‌ها،  $1/2$  میلی‌متر ضخامت داشت. سرعت تیغه ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه بود. بیشینه ضخامت نمونه‌ها ۵۰ میلی‌متر بود. سپس نمونه‌ها در کیسه‌های مخصوص پخت قرار گرفته و درون حمام بخار آب با دمای  $75^\circ C$ ، به مدت یک ساعت قرار داده شد.

پس از اتمام گامه پخت، نمونه‌ها خارج شدند و به گونه‌ای برش‌ها انجام شد که بلوک‌هایی به مقطع  $1\text{cm}^2$  و طول ۳cm آماده شود. سپس نمونه‌ها زیر تیغه دستگاه قرار گرفته و با برش هر نمونه، منحنی تغییر نیرو بدست آمد. بیشینه‌ی نیروی برش اندازه‌گیری شد. از هر دام ۳ تکرار برای انجام این آزمایش استفاده شد. برای اندازه‌گیری کاهش حاصل از پخت (Cooking loss)، نمونه‌ها ۷۲ ساعت پس از کشتار وزن‌کشی شده و وزن اولیه آن‌ها با دقت  $0.01$  گرم ثبت شد. پس از پخت نمونه‌ها طبق روش شرح داده شده در آماده‌سازی نمونه‌ها برای اندازه‌گیری نیروی برش، افت حاصل از پخت به عنوان شاخصی از میزان هدررفت آب، به صورت درصد تعیین شد.

$100 \times \text{وزن اولیه} / (\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}) = \text{کاهش حاصل از پخت}$

جدول ۱- میانگین حداقل مربعات صفات لاشه در گوسفندان زل ( $\pm$  SE میانگین)

| معنی‌داری | جنس | وزن لاشه    |           | صفت‌ها                                   |
|-----------|-----|-------------|-----------|--|
|           |     | ماده (n=۱۵) | نر (n=۱۵) |  |
|           |     |             |           | وزن زنده (kg)                            |
|           |     |             |           | وزن لاشه (kg)                            |
|           |     |             |           | بازده لاشه (%)                           |
|           |     |             |           | ضخامت چربی پشت (mm)                      |
|           |     |             |           | سطح مقطع ماهیچه راسته (cm <sup>2</sup> ) |

سطح معنی‌داری: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ; NS: غیر معنی‌دار

لاشه‌ی سنگین‌تر ۱۵ کیلوگرم، چربی درون‌ماهیچه‌ای کم‌تری داشتند (به ترتیب  $p < 0.001$  و  $p < 0.01$ ). وزن لاشه و جنس اثر معنی‌داری بر سطح پروتئین، خاکستر و کلسترول ماهیچه‌ی راسته نداشت ( $p > 0.05$ ) جدول (۲).

گوسفندانی که وزن لاشه‌ی سبک‌تر از ۱۵ کیلوگرم داشتند، نسبت به گوسفندان با لاشه‌ی سنگین‌تر از ۱۵ کیلوگرم، رطوبت بیشتری در گوشت خود داشتند ( $p < 0.05$ ). گوسفندان نر نسبت به ماده‌ها و گوسفندان دارای وزن لاشه کمتر از ۱۵ نسبت به گوسفندان با

جدول ۲- میانگین حداقل مربعات (SE میانگین) ترکیبات شیمیایی گوشت راسته گوسفندان زل

| معنی‌داری | جنس | وزن لاشه    |           | رطوبت (%)         |
|-----------|-----|-------------|-----------|-------------------|
|           |     | ماده (n=۱۵) | نر (n=۱۵) |                   |
|           |     |             |           | پروتئین (%)       |
|           |     |             |           | چربی (%)          |
|           |     |             |           | خاکستر (%)        |
|           |     |             |           | کلسترول (mg/100g) |

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ; NS: غیر معنی‌دار

موافق با یافته‌های این مطالعه، تفاوت بین شاخص‌های چربی گوسفندان نر و ماده پیش از این نیز گزارش شده است (Diaz et al., 2003; Horcada et al., 1998; Teixeira et al., 2005). گمان می‌رود بیش‌تر بودن ذخیره‌ی چربی در گوسفندان ماده نسبت به نر به دلیل ذخیره‌ی چربی سریع‌تر در سنین پایین باشد (Tejeda et al., 2008). فزون بر این، گوسفندان ماده نسبت به نر، نرخ رشد کم‌تری دارند؛ بر این اساس، زمانی که در وزن برابر با نرها ذبح می‌شوند، احتمالاً مسن‌تر بوده و ذخیره‌ی چربی بیشتری دارند (Diaz et al., 2003). با این وجود، به دلیل این‌که گوسفندان مورد مطالعه در این آزمایش، از نظر سنی تقریباً مشابه بودند، احتمالاً تفاوت مشاهده شده به دلیل ذخیره‌ی سریع‌تر چربی در گوسفندان ماده بوده است.

موافق با یافته‌های این پژوهش، بیش‌تر بودن شاخص‌های ذخیره‌ی چربی (چربی، لاشه، چربی درون ماهیچه‌ای و زیرپوستی) در گوسفندهای دارای لاشه‌ی سنگین‌تر، در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Diaz et al., 2003; MartInez-Cerezo et al., 2005; Velasco et al., 2004). هر چند برخی از پژوهش‌ها (Oriani et al., 2005; Tejeda et al., 2008) تفاوتی را بین این شاخص‌ها گزارش نکرده‌اند. احتمالاً علت تفاوت بین گزارش‌ها، دسته‌بندی وزنی متفاوت یا اندازه‌گیری در سنین مختلف باشد. Tejeda و همکاران، (۲۰۰۸) گزارش کردند که احتمالاً با انتخاب دسته‌های وزنی نزدیک به یک‌دیگر (به طور میانگین ۵ کیلوگرم تفاوت) نمی‌توان اختلاف معنی‌داری را بین چربی درون‌ماهیچه‌ای گروه‌های وزنی متفاوت یافت.

### خصوصیات کیفی گوشت

نتایج نشان داد که گوسفندان دارای وزن لاشه سنگین-تر، pH گوشت بیشتر ( $p < 0/05$ )، تولید شیرابه کم‌تر ( $p < 0/05$ ) و شاخص قرمزی گوشت بالاتری ( $p < 0/01$ ) داشتند (جدول ۳). در این مطالعه pH گوشت گوسفندان مورد آزمایش در بازه‌ی ۵/۵ تا ۵/۷ بود. این بازه محدوددهی طبیعی pH گوشت است و نشان از سالم بودن آن دارد (Devine et al., 1993). پژوهش‌های پیشین مشخص کرده است که اگر pH گوشت کم‌تر از ۵/۸ باشد، تنش در دام‌ها در حد معمول است (Devine et al., 1993). در پژوهش حاضر، pH نهایی گوشت گوسفندان که لاشه‌ی سنگین‌تر داشتند، به طور معنی-داری بالاتر از گروه دارای وزن لاشه‌ی سبک‌تر بود (جدول ۲). این یافته‌ها، با مطالعاتی (Beraiin et al., 2005; Teixeira et al., 2000) که نشان دادند وزن تأثیری معنی‌دار بر pH گوشت دارد، هم‌خوانی داشت و با دیگر پژوهش‌ها (Martinez-Cerezo et al., 2005; Tejada et al., 2008) هم‌خوانی نداشت. گفته شده است که احتمالاً گوسفندان سنگین‌تر به دلیل تنش بیشتری که پیش از کشتار در اثر حمل و نقل و همچنین در خط کشتار به آن‌ها وارد می‌شود، pH نهایی بالاتری داشته باشند (Devine et al., 1993). بنابراین، احتمالاً اختلاف وزن، دلیل اختلاف pH مشاهده شده در گروه‌های وزنی این مطالعه است. مطابق با یافته‌های این پژوهش، در برخی از پژوهش‌های پیشین نیز جنس اثر معنی‌داری بر pH نهایی نداشت (Hocquette et al., 2010; Teixeira et al., 2005).

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که گوشت گوسفندان نر، نیروی برش و افت حاصل از پخت بیشتر ( $p < 0/05$ ) و شاخص قرمزی و زردی کم‌تری داشت ( $p < 0/05$ )؛ جدول ۳. Yousefi و همکاران، (۲۰۱۲) نشان دادند که با افزایش چربی درون‌ماهیچه‌ای، نیروی برش کاهش می‌یابد و گوشت تردی بیشتری خواهد داشت. با افزایش چربی بین میوفیبریل‌های ماهیچه‌ای، نوعی رقیق‌شدگی در بافت‌های پیوندی صورت می‌گیرد؛ بنابراین، می‌تواند سبب کاهش نیروی برش توسط دستگاه یا کاهش نیروی لازم برای تکه کردن گوشت هنگام جویدن گردد (Warner et al., 2010). با توجه به

اختلاف زیاد بین چربی درون‌ماهیچه‌ای گوسفندان نر و ماده، احتمالاً بخشی از پایین‌تر بودن نیروی برش در گوسفندان ماده، به دلیل ذخیره‌ی بیشتر چربی باشد. از طرفی نشان داده شده که هر چه چربی‌های اطراف ماهیچه‌ای بیشتر باشد، احتمال از دست رفتن آب آن طی فرایندها ننگ‌داری و پخت کم‌تر خواهد بود (Warner et al., 2010). بر این اساس، به دلیل بالاتر بودن شاخص‌های ذخیره‌ی چربی در گوسفندان ماده نسبت به نر، احتمالاً چربی شبیه به عایق عمل کرده و از اتلاف آب گوشت جلوگیری کرده است.

در پژوهش حاضر، وزن لاشه تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های روشنایی و زردی گوشت نداشت (جدول ۳). پیش از این Tejada و همکاران، (۲۰۰۸) نیز چنین یافته‌هایی را گزارش کرده بودند. با این حال، موافق با یافته‌های Beraiin و همکاران (۲۰۰۰) و Teixeira و همکاران، (۲۰۰۵)، در این مطالعه شاخص قرمزی گوشت در گوسفندان دارای وزن لاشه‌ی سنگین‌تر، بیش‌تر از گوسفندان دارای لاشه‌ی سبک‌تر بود. گمان می‌رود بالاتر بودن شاخص قرمزی در گوسفندان سنگین‌تر مربوط به افزایش رنگ‌دانه‌های هم (Tejada et al., 2008) و یا افزایش میوگلوبین باشد که توام با افزایش چربی درون و اطراف ماهیچه‌ای ایجاد می‌شود (Yousefi et al., 2012). با افزایش چربی اطراف سلول‌های ماهیچه‌ای، احتمالاً اکسیژن‌رسانی کم‌تر صورت می‌گیرد؛ بر این اساس، سلول‌های ماهیچه‌ای در فرایندی جبرانی، ساخت میوگلوبین را افزایش داده و از این راه کمبودهای اکسیژن را هنگام فعالیت جبران می‌نماید (Renner, 1986). با توجه به بیش‌تر بودن میزان ذخیره‌ی چربی (چربی درون‌ماهیچه‌ای و چربی پستی) در گوسفندان نر و گوسفندان دارای وزن لاشه‌ی بیش‌تر از ۱۵ کیلوگرم، این فرضیه می‌تواند از دلایل قرمزتر بودن رنگ گوشت این حیوان‌ها باشد.

با وجود این‌که در برخی از پژوهش‌ها اثر جنس بر رنگ گوشت معنی‌دار گزارش نشده است (Diaz et al., 2003; Sañudo et al., 1998; Tejada et al., 2008)، موافق با یافته‌های این پژوهش، شمار دیگری از پژوهش‌ها (Thompson et al. 1979; Teixeira et al. 2005) نشان دادند که جنس می‌تواند بر رنگ گوشت

مشاهدات چشمی، چربی گوسفندان زل تمایل به زرد بودن داشت. بنابراین، احتمالاً بیشتر بودن چربی درون- ماهیچه‌ای، سبب زردتر به نظر آمدن گوشت گوسفندان ماده شده است.

اثرگذار باشد. در این پژوهش، رنگ گوشت گوسفندان ماده نسبت به نر قرمزتر و زردتر بود (جدول ۳). نظر به بیشتر بودن چربی درون‌ماهیچه‌ای گوسفندان ماده نسبت به نر، قرمزتر بودن گوشت این حیوانات آن‌گونه که بیان شد، قابل توجیه است. از طرفی بر اساس

جدول ۳- میانگین حداقل مربعات (SE  $\pm$  میانگین) ویژگی‌های کیفی گوشت

| معنی‌داری | جنس | وزن لاشه         |                  | معنی‌داری        |                  |                                 |
|-----------|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|
|           |     | ماده (n=15)      | نر (n=15)        |                  | (n=16) >15kg     | (n=14) <15kg                    |
| NS        | *   | 5/60 $\pm$ 0/02  | 5/57 $\pm$ 0/02  | 5/63 $\pm$ 0/03  | 5/51 $\pm$ 0/03  | pH نهایی                        |
| NS        | *   | 3/23 $\pm$ 0/16  | 3/40 $\pm$ 0/17  | 2/95 $\pm$ 0/16  | 3/68 $\pm$ 0/18  | تولید شیرابه (/)                |
| *         | NS  | 35/42 $\pm$ 0/91 | 32/05 $\pm$ 0/96 | 34/04 $\pm$ 0/88 | 33/43 $\pm$ 0/99 | افت حاصل از پخت (/)             |
| *         | NS  | 12/22 $\pm$ 0/66 | 10/02 $\pm$ 0/65 | 10/07 $\pm$ 0/49 | 11/25 $\pm$ 0/50 | نیروی برش (kg/cm <sup>2</sup> ) |
| NS        | NS  | 42/15 $\pm$ 1/25 | 42/16 $\pm$ 1/87 | 42/66 $\pm$ 1/88 | 43/34 $\pm$ 1/28 | شاخص روشنایی (L*)               |
| *         | *** | 15/94 $\pm$ 0/29 | 14/78 $\pm$ 0/29 | 17/06 $\pm$ 0/44 | 15/41 $\pm$ 0/44 | شاخص قرمزی (a*)                 |
| *         | NS  | 11/14 $\pm$ 0/33 | 10/58 $\pm$ 0/33 | 12/17 $\pm$ 0/52 | 12/49 $\pm$ 0/52 | شاخص زردی (b*)                  |

NS: p < 0/001, \*\*\*: p < 0/05, \*: p < 0/05. غیر معنی‌دار.

(p < 0/05, p < 0/05). پالمیتیک اسید در جنس نر نسبت به ماده تمایل به کاهش (p < 0/1) نشان داد؛ در حالی که، درصد وزنی لینولئیک اسید (p < 0/01)، لینولئیک اسید (p < 0/05)، آراشیدیک اسید (p < 0/01)، آراشیدونیک اسید (p < 0/01) و دوکازو پنتانوییک اسید (p < 0/05) در نرها نسبت به ماده‌ها بالاتر بود.

#### ترکیب اسیدهای چرب

گوشت گوسفندانی که وزن لاشه کم‌تر از ۱۵ کیلوگرم داشتند نسبت به گوسفندان دارای وزن لاشه‌ی بالای ۱۵ کیلوگرم به‌طور معنی‌داری درصد مریستیک و اولئیک اسید پایین‌تر (به ترتیب p < 0/01 و p < 0/05) و لینولئیک، لینولئیک، آراشیدونیک، و دوکازو پنتانوییک اسید بالاتری داشتند (به ترتیب p < 0/01،

جدول ۴- میانگین حداقل مربعات (SE  $\pm$  میانگین) ترکیب اسیدهای چرب ماهیچه راسته گوسفندان زل (درصد)

| معنی‌داری | جنس | وزن لاشه         |                  | معنی‌داری        |                  |                              |
|-----------|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------------|
|           |     | ماده (n=15)      | نر (n=15)        |                  | (n=16) >15kg     | (n=14) <15kg                 |
| NS        | *** | 2/56 $\pm$ 0/23  | 2/15 $\pm$ 0/23  | 2/60 $\pm$ 0/22  | 2/10 $\pm$ 0/24  | مریستیک اسید (C14:0)         |
| NS        | NS  | 27/29 $\pm$ 0/54 | 25/72 $\pm$ 0/52 | 27/17 $\pm$ 0/52 | 25/84 $\pm$ 0/54 | پالمیتیک اسید (C16:0)        |
| NS        | NS  | 4/02 $\pm$ 0/22  | 4/22 $\pm$ 0/26  | 4/24 $\pm$ 0/25  | 3/99 $\pm$ 0/27  | پالمیتولئیک اسید (C16:1)     |
| NS        | NS  | 1/71 $\pm$ 0/11  | 1/44 $\pm$ 0/11  | 1/55 $\pm$ 0/11  | 1/60 $\pm$ 0/11  | مارگاریک اسید (C17:0)        |
| NS        | NS  | 0/58 $\pm$ 0/06  | 0/59 $\pm$ 0/06  | 0/62 $\pm$ 0/06  | 0/56 $\pm$ 0/06  | هپتادکانوئیک اسید (C17:1)    |
| NS        | NS  | 16/45 $\pm$ 0/59 | 15/90 $\pm$ 0/59 | 15/76 $\pm$ 0/25 | 16/60 $\pm$ 0/46 | استئاریک اسید (C18:0)        |
| NS        | *   | 39/99 $\pm$ 0/65 | 40/33 $\pm$ 0/07 | 41/24 $\pm$ 0/67 | 39/09 $\pm$ 0/09 | اولئیک اسید (C18:1)          |
| **        | **  | 4/67 $\pm$ 0/24  | 6/34 $\pm$ 0/25  | 5/06 $\pm$ 0/24  | 5/95 $\pm$ 0/26  | لینولئیک اسید (C18:2n-6)     |
| *         | *   | 0/42 $\pm$ 0/07  | 0/66 $\pm$ 0/07  | 0/44 $\pm$ 0/07  | 0/63 $\pm$ 0/08  | لینولئیک اسید (C18:3n-3)     |
| ***       | NS  | 0/34 $\pm$ 0/06  | 0/68 $\pm$ 0/06  | 0/38 $\pm$ 0/06  | 0/64 $\pm$ 0/06  | آراشیدیک اسید (C20:0)        |
| **        | *   | 0/86 $\pm$ 0/12  | 0/11 $\pm$ 0/12  | 0/77 $\pm$ 0/12  | 1/19 $\pm$ 0/12  | آراشیدونیک اسید (C20:4n-6)   |
| NS        | NS  | 0/31 $\pm$ 0/04  | 0/36 $\pm$ 0/04  | 0/28 $\pm$ 0/04  | 0/38 $\pm$ 0/04  | ایکازو پنتانوییک (EPA) C20:5 |
| *         | *   | 0/21 $\pm$ 0/03  | 0/32 $\pm$ 0/03  | 0/22 $\pm$ 0/03  | 0/32 $\pm$ 0/04  | دوکازو پنتانوییک (DHA) C22:6 |

NS: p < 0/001, \*\*\*: p < 0/001, \*\*: p < 0/01, \*: p < 0/05. غیر معنی‌دار.

بالاترین نسبت را به خود اختصاص داد، پس از آن اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه بیش‌ترین

اسید چرب غالب اولئیک اسید و پس از آن پالمیتیک، و استئاریک اسید بود. اسیدهای چرب اشباع

اسیدهای چرب غیر اشباع n-۳ و n-۶ در گوسفندان دارای لاشه‌ی سبک‌تر ( $p < 0.01$ ) نسبت به گوسفندان دارای لاشه‌ی سنگین‌تر از ۱۵ کیلوگرم ( $p < 0.01$ )، بالاتر بود (جدول ۵). با مقایسه‌ی گوشت گوسفندان نر و ماده مشخص شد که گوسفندان نر اسیدهای چرب اشباع کم‌تری داشتند ( $p < 0.01$ )، هر چند سطح اسیدهای چرب غیر اشباع دارای چند پیوند دوگانه (PUFA، USFA)، نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع ( $p < 0.05$ )، نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع دارای چند پیوند دوگانه به اسیدهای چرب اشباع (PUFA/SFA،  $p < 0.01$ ) و اسیدهای چرب n-۶ ( $p < 0.01$ ) و n-۳ ( $p < 0.05$ ) در گوشت گوسفندان نر نسبت به ماده بالاتر بود (جدول ۵). با محاسبه‌ی شاخص گرفتگی رگی مشخص شد که شاخص AI در گوشت گوسفندان نر نسبت به ماده به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود ( $p < 0.01$ ).

درصد وزنی را داشت. کم‌ترین درصد مربوط به اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه بود. این یافته‌ها با نتایج Sanudo و همکاران، (۲۰۰۰)؛ Velasco و همکاران، (۲۰۰۴) و Caneque و همکاران، (۲۰۰۵) هم‌خوانی داشت.

وزن لاشه تاثیر معنی‌دار بر درصد مریستیک اسید و اولئیک اسید داشت در حالی که بر درصد کل اسیدهای چرب اشباع تاثیر شایان توجهی نداشت. این یافته‌ها با نتایج Tejada و همکاران، (۲۰۰۸) و Oriani و همکاران، (۲۰۰۵) که نشان دادند با افزایش وزن، درصد مریستیک اسید کاهش می‌یابد، هم‌خوانی داشت. نسبت اسیدهای چرب اشباع (SFA) اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های وزنی نداشت ( $p > 0.05$ ). با این وجود، گوشت گوسفندان دارای وزن لاشه کمتر از ۱۵ کیلوگرم، اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) و نسبت PUFA/SFA بالاتری داشتند ( $p < 0.01$ ). فزون بر این،

جدول ۵- میانگین حداقل مربعات ( $\pm$  میانگین) شاخص‌های مهم ترکیب اسیدهای چرب ماهیچه راسته گوسفندان نژاد زل (درصد) مرتبط با سلامتی انسان

| معنی‌داری | جنس | وزن لاشه    |            |               |               |              |
|-----------|-----|-------------|------------|---------------|---------------|--------------|
|           |     | ماده (n=۱۵) | نر (n=۱۵)  | (n=۱۶) > ۱۵kg | (n=۱۴) < ۱۵kg |              |
| **        | NS  | ۴۸/۳۲±۰/۵۸  | ۴۵/۹۱±۰/۵۸ | ۴۷/۴۳±۰/۵۶    | ۴۶/۱۸±۰/۶۰    | SFA          |
| NS        | *   | ۴۴/۶۰±۰/۴۱  | ۴۵/۱۶±۰/۶۵ | ۴۶/۱۰±۰/۶۲    | ۴۳/۶۵±۰/۶۷    | MUFA         |
| *         | **  | ۷/۷۰±۰/۴۶   | ۹/۲۴±۰/۴۶  | ۶/۱۸±۰/۴۰     | ۸/۵۴±۰/۴۲     | PUFA         |
| ***       | NS  | ۵۱/۱۱±۰/۶۴  | ۵۴/۰۰±۰/۶۵ | ۵۲/۹۱±۰/۶۲    | ۵۲/۲۰±۰/۶۷    | USFA         |
| **        | **  | ۰/۲۰±۰/۰۱   | ۰/۲۹±۰/۰۱  | ۰/۲۱±۰/۰۱     | ۰/۲۸±۰/۰۱     | PUFA/SFA     |
| **        | *   | ۵/۵۳±۰/۳۳   | ۷/۴۵±۰/۳۳  | ۵/۸۵±۰/۳۴     | ۷/۱۵±۰/۳۴     | n-6 PUFA     |
| *         | *   | ۰/۹۵±۰/۱۱   | ۱/۳۸±۰/۱۱  | ۰/۹۴±۰/۱۱     | ۱/۳۸±۰/۱۱     | n-3 PUFA     |
| NS        | **  | ۶/۶۲±۵۰     | ۵/۵۷±۰/۵۲  | ۶/۶۷±۰/۵۰     | ۵/۵۲±۰/۵۲     | n-6/n-3 PUFA |
| **        | NS  | ۰/۵۸±۰/۰۱   | ۰/۵۱±۰/۰۱  | ۰/۵۶±۰/۰۱     | ۰/۵۳±۰/۰۱     | AI           |

SFA= اسیدهای چرب اشباع؛ MUFA= مجموع اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه؛ PUFA= مجموع اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه؛ UFA= مجموع اسیدهای چرب با غیر اشباع. \*  $p < 0.05$ ، \*\*  $p < 0.01$ ، \*\*\*  $p < 0.001$ ، NS: غیر معنی‌دار

غذایی انسان باید حداقل ۰/۴۵-۰/۴ و نسبت اسیدهای چرب بلند زنجیر n-۶ به n-۳ باید ۴ و کم‌تر از ۴ باشد تا فرد در معرض بیماری‌های قلبی عروقی قرار نگیرد (Russo, 2009; Webb & O'Neill, 2008). در این پژوهش، گوسفندان دارای لاشه‌ی سنگین‌تر از ۱۵ کیلوگرم نسبت به گوسفندان سبک‌تر از ۱۵ کیلوگرم، نسبت بالاتری از PUFA/SFA و نسبت پایین‌تری از اسیدهای چرب بلند زنجیر n-۶ به n-۳ داشتند.

در این مطالعه بسیاری از اسیدهای چربی که در کاهش احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی نقش دارند (لینولئیک، لینولئیک، لینولنیک، EPA، DHA)، به‌طور معنی‌داری در گوسفندان دارای وزن لاشه‌ی سبک‌تر و گوسفندان نر بیشتر بود (جدول ۴). با این حال، امروزه بیشتر بر نسبت اسیدهای چرب تاکید می‌شود. بر اساس توصیه‌های پزشکی، نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA/SFA) در برنامه‌ی

گوشت گوسفندان ماده نسبت به نر بهتر بود. بنابراین، در صورتی که بنا به پرورش گوسفندان زل و استفاده از گوشت آن در وزن بالا باشد، بهتر است با در نظر گرفتن تیمارهای تغذیه‌ای، فیزیولوژی و روش‌های اصلاح نژادی سطح و ترکیب چربی گوشت این گوسفندان بهبود یابد. نظر به اینکه ذبح گوسفند در وزن‌های پایین خسارت‌هایی را برای پرورش‌دهنده در پی خواهد داشت، مطالعات بیشتری لازم است که مشخص شود آیا از نظر اقتصادی ذبح گوسفندان زل در وزنی که لاشه‌های آن کم‌تر از ۱۵ کیلوگرم باشد، مقرون به صرفه هست یا خیر؟ اهمیت این موضوع زمانی بیشتر نمایان می‌شود که هم‌اکنون در کشور معیارهای اختصاصی برای ارزش‌گذاری اقتصادی گوشت‌های با کیفیت متفاوت وجود ندارد.

### سپاسگزاری

نویسندگان از حمایت‌های علمی و مالی جناب آقای دکتر علی نیکخواه برای انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی دارند.

همچنین گوسفندان نر نسبت به ماده نیز دارای سطح بالاتری از PUFA/SFA بودند و شاخص گرفتگی رنگی پایین‌تری داشتند. با افزایش سن و وزن حیوان‌های مزرعه‌ای، به‌طور طبیعی چربی‌های لاشه به‌ویژه چربی درون‌ماهیچه‌ای افزایش می‌یابد (Webb & O'Neill, 2008). از آن‌جا که با افزایش چربی‌های درون‌ماهیچه‌ای فسفولیپیدهای (حاوی نسبت بالایی اسید چرب غیر اشباع زنجیره بلند) آن ثابت می‌ماند ولی تری‌گلیسریدها (حاوی نسبت بالایی اسید چرب اشباع) به‌طور خطی افزایش می‌یابد، انتظار بر این است که در گوسفندان سنگین وزن‌تر که چربی بیش‌تری در لاشه خود ذخیره می‌کنند، نسبت PUFA/SFA کم‌تر از لاشه‌های سبک‌تر باشد (Fisher et al., 2000).

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گوشت گوسفندان دارای لاشه‌ی کم‌تر از ۱۵ کیلوگرم و گوسفندان نر از نظر کیفیت رنگ و ترکیب اسیدهای چرب وضعیت مطلوب‌تری داشت، هر چند برخی از شاخص‌های کیفی گوشت، از جمله نیروی برش و افت حاصل از پخت در

### REFERENCES

1. AOAC (1995) Official methods of analysis. *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington VA, USA.
2. Arsenos, G., G. Banos, P. Fortomaris, N. Katsaounis, C. Stamataris, L. Tsaras & D. Zygoiannis (2002) Eating quality of lamb meat: effects of breed, sex, degree of maturity and nutritional management. *Meat Science*, 60(4) 379-387.
3. Beriain, M., A. Horcada, A. Purroy, G. Lizaso, J. Chasco & J. Mendizabal (2000) Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa lambs slaughtered at three live weights. *Journal of Animal Science*, 78(12) 3070-3077.
4. Cañeque, V., M. Díaz, I. Alvarez, S. Lauzurica, C. Pérez & J. De la Fuente (2005) The influences of carcass weight and depot on the fatty acid composition of fats of suckling Manchego lambs. *Meat Science*, 70(2) 373-379.
5. Castro, T., T. Manso, A. Mantecón, J. Guirao & V. Jimeno (2005) Fatty acid composition and carcass characteristics of growing lambs fed diets containing palm oil supplements. *Meat Science*, 69(4) 757-764.
6. Devine, C., A. Graafhuis, P. Muir & B. Chrystall (1993) The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Science*, 35(1) 63-77.
7. Diaz, M. T., S. Velasco, C. Perez, S. Lauzurica, F. Huidobro & V. Caque (2003) Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science*, 65(3) 1085-1093.
8. Dransfield, E., G. Nute, B. Hogg & B. Walters (1990) Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. *Animal Production*, 50(02) 291-299.
9. Fisher, A. V., M. Enser, R. I. Richardson, J. D. Wood, G. R. Nute, E. Kurt, L. A. Sinclair & R. G. Wilkinson (2000) Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed  $\times$  production systems. *Meat Science*, 55(2) 141-147.
10. Folch, J., M. Lees & G. H. Sloane Stanley (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226(1) 497-509.
11. Harris, W. S. (1997) n-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 65(5) 1645S.



12. Hocquette, J., F. Gondret, E. Baéza, F. Médale, C. Jurie & D. Pethick (2010) Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*, 4 303–319.
13. Horcada, A., M. Beriain, A. Purroy, G. Lizaso & J. Chasco (1998) Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha and Rasa Aragonesa). *Animal Science*, 67(03) 541-547.
14. Janssen, G. B. & G. W. Meijer (1995) Enzymatic determination of lipids in liver extracts. *Clinical Biochemistry*, 28(3) 312-4.
15. Kashan, N. E. J., G. H. M. Azar, A. Afzalzadeh & A. Salehi (2005) Growth performance and carcass quality of fattening lambs from fat-tailed and tailed sheep breeds. *Small Ruminant Research*, 60(3) 267-271.
16. Khaldari, M., N. Kashan, A. Afzalzadeh & A. Salehi (2008) Growth and carcass characteristics of crossbred progeny from lean-tailed and fat-tailed sheep breeds. *South African Journal of Animal Science*, 37(1) 51-56.
17. Khaldari, M. & P. Tajic (2006) Study of growth and Carcass characteristics of F<sub>1</sub> and R<sub>1</sub> cross lambs from Zandi and Zel breeds. *Journal of Veterinary Research*, 61(3) 277-284.
18. Martinez-Cerezo, S., C. Saudo, B. Panea, I. Medel, R. Delfa, I. Sierra, J. A. Beltrln, R. Cepero & J. L. Olleta (2005) Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. *Meat Science*, 69(2) 325-333.
19. Metcalfe, L. & A. Schmitz (1961) The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 33(3) 363-364.
20. Oriani, G., G. Maiorano, F. Filetti, C. Di Cesare, A. Manchisi & G. Salvatori (2005) Effect of age on fatty acid composition of Italian Merino suckling lambs. *Meat Science*, 71(3) 557-562.
21. Purchas, R., A. G. S. Sobrinho, D. Garrick & K. Lowe (2002) Effects of age at slaughter and sire genotype on fatness, muscularity, and the quality of meat from ram lambs born to Romney ewes. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 45(2) 77-86.
22. Renner, M. (1986) Influence des facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. *Bulletin Technique C.R.Z.V Theix.I.N.R.A*, 65, 41-45.
23. Russo, G. L. (2009) Dietary n - 6 and n - 3 polyunsaturated fatty acids: From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical Pharmacology*, 77(6) 937-946.
24. Santos-Silva, J., I. Mendes & R. Bessa (2002) The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science*, 76(1-2) 17-25.
25. Sanudo, C., M. Enser, M. Campo, G. Nute, G. Maria, I. Sierra & J. Wood (2000) Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, 54(4) 339-346.
26. Sanudo, C., A. Sanchez & M. Alfonso (1998) Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science*, 49(Supplement 1) S29-S64.
27. Sanudo, C., I. Sierra, J. Olleta, L. Martin, M. Campo, P. Santolaria, J. Wood & G. Nute (1998) Influence of weaning on carcass quality fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. *Animal Science*, 66(1) 175-188.
28. Teixeira, A., S. Batista, R. Delfa & V. Cadavez (2005) Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Science*, 71(3) 530-536.
29. Tejada, J. F., R. E. Peña & A. I. Andrés (2008) Effect of live weight and sex on physico-chemical and sensorial characteristics of Merino lamb meat. *Meat Science*, 80(4) 1061-1067.
30. Thompson, J., Atkins, K & A. Gilmour (1979) Carcass characteristics of heavyweight crossbred lambs. II.\* Carcass composition and partitioning of fat. *Crop and Pasture Science* 30(6), 1207-1214.
31. Velasco, S., V. Cañeque, S. Lauzurica, C. Perez & F. Huidobro (2004) Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. *Meat Science*, 66(2) 457-465.
32. Vergara, H., A. Molina & L. Gallego (1999) Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Science*, 52(2) 221-226.
33. Warner, R. D., P. L. Greenwood, D. W. Pethick & D. M. Ferguson (2010) Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Science*, 86(1) 171-183.
34. Webb, E. C. & H. A. O'Neill (2008) The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 80(1) 28-36.
35. Wood, J., R. Richardson, G. Nute, A. Fisher, M. Campo, E. Kasapidou, P. Sheard & M. Enser (2004) Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66(1) 21-32.
36. Yousefi, A. R., H. Kohram, A. Zare Shahneh, A. Nik-khah & A. W. Campbell (2012) Comparison of the meat quality and fatty acid composition of traditional fat-tailed (Chall) and tailed (Zel) Iranian sheep breeds. *Meat Science*, 92(4) 417-422.