

مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی عضله‌های طویل سینه‌ای (*Longissimus thoracis*) و دو سر ران (*Biceps femoris*) شتر یک کوهانه ایرانی

یونس زاهدی^۱، محمد جواد وریدی^۲، مهدی وریدی^{۳*}

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
*نویسنده مسئول (m.varidi@ferdowsi.um.ac.ir)

چکیده

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۲/۰۸

واژه‌های کلیدی

شتر یک کوهانه

عضله دو سر ران

طویل سینه‌ای

در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی دو عضله طویل سینه‌ای (LT) و دو سر ران (BF) شتر یک کوهانه ایرانی تعیین و با هم مقایسه گردید. میانگین pH عضله BF طی ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (۶/۰۳) بالاتر از عضله LT (۵/۹۶) بود ($p < 0.05$). همچنین pH نهایی BF (۵/۷۴) بالاتر از LT (۵/۶۳) بود. روشنایی (L^*) LT بیشتر از BF و مقدار قرمزی (a^*) آن کمتر بود ($p < 0.05$) و بین مقدار زردی (b^*) دو عضله اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$). با گذشت زمان تا روز ۱۴ نگهداری، L^* و b^* در هر دو عضله افزایش و a^* کاهش یافت ($p < 0.05$). مقدار رطوبت خروجی و افت پخت در BF به طور معنی‌داری بیشتر از LT و افت خونابه در دو عضله اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. در مدت ۱۴ روز نگهداری، مقدار رطوبت خروجی هر دو عضله کاهش، افت پخت در هر دو عضله تا روز هفتم نگهداری افزایش و سپس کاهش و افت خونابه افزایش یافت ($p < 0.05$). نیروی برشی وارنر-براتزلر (WBSF) در BF بیشتر از LT و شاخص تخریب میوفیبریل (MFI) LT بیشتر از BF بود ($p < 0.05$). WBSF و MFI هر دو عضله در مدت ۱۴ روز نگهداری به ترتیب کاهش و افزایش یافتند ($p < 0.05$). طول سارکومر LT بیشتر از BF بود ($p < 0.05$) و بیشترین کاهش طول در ۲۴ ساعت اول اتفاق افتاد.

مقدمه

خیلی فقیر می‌باشد (یاسوری، ۱۳۸۶). شتر مهم‌ترین دامی است که به علت دارا بودن خصوصیات بی‌نظیر آناتومیکی، فیزیولوژیکی و رفتاری در مراتع خیلی فقیر توان زیست و تولید داشته و با توجه به عادات چرای خود باعث حفظ تعادل اکولوژیکی و احیاء این مراتع می‌گردد (El-Agamy, 2006). شیر و گوشت شتر منبع مهم تأمین پروتئین بویژه در مناطق بیابانی بوده و همچنین برای حمل و نقل انسان و کالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. شتر در مقایسه با سایر دام‌ها

یکی از راهکارهای مناسب برای حل مشکل گرم شدن زمین و کمبود منابع غذایی، توجه به منابع غذایی حاشیه‌ای بخصوص منابع موجود در مناطق خشک و نیمه خشک و زمینه‌سازی برای توسعه و بهره‌برداری بهینه از این منابع می‌باشد. ایران نیز به خاطر قرار گرفتن در کمربند خشک جغرافیایی دارای متوسط بارندگی سالانه ۲۴۰ الی ۲۵۰ میلی‌متر بوده و بیش از ۴۰ درصد از مراتع آن دارای وضعیت فقیر تا

دارای بالاترین ضریب تبدیل علوفه به گوشت بوده و راندمان لاشه آن ۷۰-۵۵ درصد است که در مقایسه با گاو (۶۰-۴۵ درصد)، گوسفند و بز (۵۵-۴۰ درصد) بالاتر می‌باشد (Kadim *et al.*, 2008). گوشت شتر در مقایسه با گوشت گاو یک فراورده ارگانیک محسوب می‌شود که دارای چربی و کلسترول کمتر و اسیدهای چرب چند غیراشباعی بیشتر می‌باشد. مصرف گوشت شتر خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش می‌دهد و برای درمان هایپراسیدیتی^۱، فشار خون بالا، ذات‌الریه و بیماری‌های تنفسی مفید است (Kadim *et al.*, 2006 & 2009a). امروزه با توجه به از بین رفتن نقش شتر در حمل بار، باید از شتر در جهت استفاده از تولیدات آن (گوشت، شیر و کرک) بهره‌برداری نمود تا علاوه بر تأمین سهمی از گوشت مصرفی کشور در وضعیت عادی، ذخیره‌ای مطمئن از نظر تأمین گوشت در مواقع بروز قحطی‌ها و خشکسالی‌ها باشد. یکی از الزامات این امر گسترش پژوهش روی تولیدات آن بویژه گوشت می‌باشد زیرا مطالعات انجام شده روی گوشت شتر در مقایسه با گوشت‌های گاو، گوسفند و خوک بسیار کمتر است. دلیل اصلی این موضوع تعداد کمتر و پراکندگی محدود این دام است که دامنه تحقیقات را به کشورهای عرب حوزه خلیج فارس و کشورهای آفریقایی محدود کرده است. طبق آمار سال ۲۰۰۹ فائو، بیش از ۲۶ میلیون نفر شتر در جهان وجود دارد که از این تعداد بیش از ۲۲ میلیون نفر در آفریقا و حدود ۴ میلیون نفر در آسیا (۱۵۲ هزار نفر در ایران) زندگی می‌کنند. آمار فائو نشان می‌دهد در سال ۲۰۱۱ بیش از ۴۱۵ هزار تن و ۵۴۰۰ تن گوشت شتر به ترتیب در دنیا و ایران تولید شده است (El-Agamy, 2006; FAO, 2009).

در زمینه شناخت ترکیبات شیمیایی گوشت و عوامل مختلف موثر بر ویژگی‌های کیفی و فیزیکی گوشت شتر مطالعات زیادی انجام شده است (Cristofanelli *et al.*, 2004; Babiker & Yousif, 1990). تأثیر سن بر ویژگی‌های کیفی و شیمیایی گوشت شتر عمانی مورد پژوهش قرار گرفت (Kadim *et al.*, 2006) و همکاران (Kadim *et al.*, 2006) پژوهش قرار گرفت

2009) تأثیر سن کشتار، رسیدن گوشت و تحریک الکتریکی لاشه را بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و کیفی گوشت شتر یک کوهانه ارزیابی نمودند. Dawood (۱۹۹۵) تأثیر سن، نوع عضله، انجماد و پختن گوشت شتر نژاد نجدی^۲ را بر خصوصیات فیزیکی و حسی آن بررسی نمود. Al-Owaimer (۲۰۰۲) تأثیر استخوان‌گیری گرم و رسیدن را بر تردی گوشت شتر بررسی کرد. Gheisari و همکاران (۲۰۰۹) ویژگی‌های بیوشیمیایی و عملکردی گوشت‌های تازه و منجمد شتر و گاو را با هم مقایسه نمودند. تأثیر نژاد بر ویژگی‌های کیفی دو عضله مختلف گوشت شتر مورد پژوهش قرار گرفت (Suliman *et al.*, 2011). ترکیب شیمیایی، ویژگی‌های کیفی و هیستولوژیکی ۶ عضله مختلف شتر یک کوهانه تعیین گردید (Kadim *et al.*, 2013).

سیستم بازاریابی و فروش کارآمد گوشت شتر به منظور دسته‌بندی کیفی نیازمند اطلاعات بیشتری درباره ویژگی‌های کیفی عضلات مختلف بدست آمده از قسمت‌های گوناگون لاشه است. همچنین بازاریابی عضلات شتر با این شیوه اجازه می‌دهد برش‌های مناسب‌تر و با ویژگی‌های کیفی بهتر تهیه شود. علاوه بر این، شناخت هر چه بیشتر عضلات مختلف شتر از طریق بهبود ثبات کیفی فراورده‌ها، تقاضا را افزایش داده و برای صنایع فرآوری گوشت این امکان را ایجاد می‌نماید که از لاشه شتر بیشترین بهره‌وری را داشته باشند. در زمینه ویژگی‌های شیمیایی، کیفی و هیستوشیمیایی عضلات مختلف شتر یک کوهانه ایرانی اطلاعات محدودی وجود دارد. لذا هدف از این پژوهش مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (pH، رنگ، افت خونابه، رطوبت خروجی^۳ و ظرفیت نگهداری آب)، افت پخت، بافت، شاخص تخریب میوفیبریل و طول سارکومر) عضله‌های طویل سینه‌ای (LT^۴) و دو سر ران (BF^۵) شتر یک کوهانه ایرانی بود. با توجه به حجیم بودن این دو عضله، تشخیص آن‌ها بر روی لاشه در مقایسه با سایر عضلات راحت‌تر بوده

در زمینه شناخت ترکیبات شیمیایی گوشت و عوامل مختلف موثر بر ویژگی‌های کیفی و فیزیکی گوشت شتر مطالعات زیادی انجام شده است (Cristofanelli *et al.*, 2004; Babiker & Yousif, 1990). تأثیر سن بر ویژگی‌های کیفی و شیمیایی گوشت شتر عمانی مورد پژوهش قرار گرفت (Kadim *et al.*, 2006) و همکاران (Kadim *et al.*, 2006) پژوهش قرار گرفت

در زمینه شناخت ترکیبات شیمیایی گوشت و عوامل مختلف موثر بر ویژگی‌های کیفی و فیزیکی گوشت شتر مطالعات زیادی انجام شده است (Cristofanelli *et al.*, 2004; Babiker & Yousif, 1990). تأثیر سن بر ویژگی‌های کیفی و شیمیایی گوشت شتر عمانی مورد پژوهش قرار گرفت (Kadim *et al.*, 2006) و همکاران (Kadim *et al.*, 2006) پژوهش قرار گرفت

2- Najdi

3- Expressed moisture

4- Longissimus Thoracis

5- Biceps femoris

1- Hyperacidity

رطوبت خروجی در روزهای ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۴ با روش Pohja و Niinivaara (۱۹۵۷) اندازه‌گیری شد. مقدار ۰/۳ گرم از گوشت چرخ شده روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار داده و توزین شد. وزنه ۲ کیلوگرمی به مدت ۵ دقیقه در مرکز طلق و در محل نمونه گذاشته شد. بعد از این مدت، نمونه گوشت از کاغذ صافی بطور کامل جدا و کاغذ صافی خونابه‌ای توزین گردید. درصد رطوبت خارج شده از رابطه (۱) محاسبه شد که در آن W_s وزن گوشت چرخ شده، W_1 وزن اولیه کاغذ صافی و W_2 وزن کاغذ صافی بعد از جدا کردن گوشت از آن است.

رابطه (۱)

$$100 \times \frac{W_2 - W_1}{W_s} = \text{درصد رطوبت خارج شده (\%EM)}$$

افت خونابه^۲ (افت چکه)

برای تعیین افت خونابه گوشت در روزهای ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۴ از روش Honikel (۱۹۹۸) استفاده شد. مقدار ۴۰ گرم گوشت با ضخامت ۲ تا ۲/۵ سانتی‌متر داخل توری قرار گرفته، و توری محتوی گوشت داخل ظرف استوانه‌ای درب‌دار آویزان گردید؛ درب ظرف بسته شده و به مدت ۲۴ ساعت داخل یخچال نگهداری شد. افت خونابه با رابطه (۲) محاسبه گردید که W_1 وزن اولیه گوشت و W_2 وزن گوشت بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در یخچال است:

رابطه (۲)

$$100 \times \frac{W_1 - W_2}{W_1} = \text{درصد افت خونابه}$$

افت پخت^۳

افت پخت در روزهای ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۴ و با روش Honikel (۱۹۹۸) تعیین شد. ۵۰ گرم نمونه گوشت با ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر داخل کیسه پلاستیکی قرار گرفته و درون بن‌ماری ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت پخته شد. سپس زیر شیر آب سرد شده و سطح گوشت خشک شده و توزین گردید. مقدار افت از روی وزن اولیه و با رابطه (۳) تعیین گردید که W_1 وزن اولیه گوشت و W_2 وزن گوشت بعد از پخت است:

و با سرعت بیشتری می‌توان از لاشه جدا کرد. همچنین حجیم بودن عضله این امکان را می‌دهد که ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی بیشتری را ارزیابی نمود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از ۴ نفر شتر نر یک کوهانه استفاده گردید. شترها قبل از کشتار، توسط دامپزشک مورد بازرسی بهداشتی قرار گرفتند و سپس به روش اسلامی در کشتارگاه صنعتی مشهد کشتار گردیدند. لاشه‌ها پس از خونگیری، پوست‌کنی و تخلیه امعاء و احشاء توسط دامپزشک معاینه شدند و بعد از تایید، از دوش شستشو عبور و به مدت ۲۴ ساعت در سردخانه بالای صفر مجتمع صنعتی گوشت نگهداری شدند. پس از گذشت این زمان، گوشت به مقدار لازم از هر کدام از عضلات BF و LT بین دنده‌های ۱۰ تا ۱۳ و از نیم لاشه راست هر دام جدا گردید. نمونه عضله‌های جدا شده در داخل یخ خشک به سرعت به آزمایشگاه منتقل و در یخچال (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

روش‌ها

اندازه‌گیری pH

pH توسط pH متر پروبی (Testo مدل ۲۳۰، شرکت Testo، آلمان) در محل معین بر روی عضلات BF و LT در دو نقطه در عمق ۱/۵ سانتی‌متری در ساعت‌های ۱، ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ و روزهای ۳، ۵، ۷ و ۱۴ بعد از کشتار اندازه‌گیری شد.

رنگ

رنگ گوشت (پارامترهای Lab) ۲۴ ساعت پس از کشتار و روزهای ۳، ۵، ۷ و ۱۴ توسط دستگاه رنگ‌سنج (Minolta مدل CR-410، شرکت Konica Minolta، ژاپن) اندازه‌گیری گردید. قبل از اندازه‌گیری نمونه‌ها، به مدت یک ساعت در مجاورت هوا قرار داده شدند تا شکوفا شدن رنگ^۱ انجام گیرد.

رطوبت خروجی

2- Drip loss

3- Cooking loss

1- Blooming

رابطه (۳)

$$\text{درصد افت پخت} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

بافت

نیروی برشی وارنر-براتزلر^۱ (WBSF) در گوشت پخته و در روزهای ۱، ۵، ۷ و ۱۴ به وسیله دستگاه بافت‌سنج (مدل TA.XT plus، شرکت Stable Micro Systems، انگلیس) ارزیابی شد. ۵۰ گرم نمونه گوشت با ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر داخل کیسه پلاستیکی قرار گرفته و درون بن‌ماری ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت پخته شد. سپس زیر شیر آب سرد شده و ۲۴ ساعت داخل یخچال نگهداری شد. از نمونه‌های گوشت پخته توسط قالبی استوانه‌ای شکل در راستای محور طولی فیبرها قطعات استوانه‌ای شکل با قطر ۱/۲۷ سانتی‌متر تهیه و برای اندازه‌گیری نیروی برشی استفاده شد. سرعت حرکت تیغه وارنر-براتزلر ۲۰۰ میلی‌متر بر دقیقه و Load cell ۲۵ کیلوگرم بود.

شاخص تخریب میوفیبریل^۲

شاخص تخریب میوفیبریل در روزهای ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۴ با روش Culler و همکاران (۱۹۷۸) اندازه‌گیری شد. گوشت (۱۰ گرم) از فریزر (۲۰- درجه سانتی‌گراد) خارج و سپس چربی‌ها و بافت‌های پیوندی سطحی جدا شده و چرخ گردید. ۴ گرم از این نمونه توزین و درون ظرف حاوی ۴۰ میلی‌لیتر بافر MFI [کلرید پتاسیم ۱۰۰ mM، فسفات پتاسیم ۲۰ mM (pH=۷) + ۱۰ mM K₂HPO₄ + ۱۰ mM KH₂PO₄، EDTA ۱ mM و آزید سدیم ۱ mM] قرار گرفته و توسط هموژنایزر (Ultra-Turrax، مدل T25 Digital Homogenizer، شرکت JKA، آلمان) با دور ۸۰۰۰ rpm هموژن گردید. در ادامه مخلوط به مدت ۱۵ دقیقه با نیروی ۱۰۰۰ g × سانتریفوژ گردید. قسمت رسوب با ۴۰ میلی‌لیتر بافر MFI مخلوط شد. مخلوط مجدداً با نیروی ۱۰۰۰ g × به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ و قسمت رسوب با ۱۰ میلی‌لیتر محلول MFI مخلوط شد. مخلوط حاصل از توری با مش ۱۸ عبور داده شد. غلظت پروتئین

موجود در سوسپانسیون با روش بیورت اندازه‌گیری شد. منحنی استاندارد این نمونه توسط آلومین سرم گاوی تهیه شد. پس از تعیین غلظت پروتئین موجود در سوسپانسیون، غلظت محلول پروتئینی تا ۰/۵ mg/ml با استفاده از محلول MFI رقیق شد و دوباره جذب با روش بیورت قرائت گردید. در پایان عدد جذب بدست آمده در ۲۰۰ ضرب شد (رابطه ۴) تا MFI واقعی بدست آید.

رابطه (۴)

$$MFI = 200 \times Abs_{540}$$

طول سارکومر

طول سارکومر در ساعت‌های ۱، ۴، ۶ و ۲۴ پس از کشتار و روزهای ۳، ۵، ۷ و ۱۴ با روش Botha و همکاران (۲۰۰۷) اندازه‌گیری شد. ۴ گرم نمونه داخل ظرفی حاوی ۱۵-۱۰ میلی‌لیتر محلول ۲/۵ درصد (w/v) گلووتاریک دی‌الدهید A منتقل و به مدت ۲۴ ساعت داخل یخچال نگهداری گردید. سپس داخل ۱۵-۱۰ میلی‌لیتر محلول ۲/۵ درصد (w/v) گلووتاریک دی‌الدهید B قرار گرفت و تا زمان هموژنیزاسیون در دمای یخچال نگهداری گردید. نمونه در زمان هموژنیزاسیون داخل ۱۵-۱۰ میلی‌لیتر محلول تازه گلووتاریک دی‌الدهید B قرار گرفت و با هموژنایزر به مدت ۳۰ ثانیه و با دور ۱۷۰۰۰ rpm هموژن شد. یک قطره از این محلول روی لام قرار گرفت. تصویربرداری به وسیله میکروسکوپ نوری (مدل BH2، شرکت Olympus، ژاپن) متصل به دوربین (شرکت Olympus، ژاپن) با بزرگنمایی ۱۰۰× انجام شد. برای اندازه‌گیری طول سارکومر از نرم افزار فتوشاپ (Adobe Photoshop version 6.0) استفاده گردید. برای هر نمونه یک لام تهیه و از دو منطقه لام تصویربرداری شد. طول سارکومر در ۳ نقطه از هر تصویر اندازه‌گیری گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. آنالیز واریانس نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت.

1- Warner-Blatzler Shear Force

2- Myofibrillar Fragmentation Index (MFI)

pH کمتر در عضله نیم و تری گاو در مقایسه با طویل پشتی احتمالاً به دلیل نسبت بالای فیبرهای سفید در این عضله و همچنین pH ابتدایی پایین‌تر می‌باشد. در برخی از پژوهش‌ها مشاهده شده است که pH در عضلات مختلف با هم اختلاف معنی‌داری نداشته‌اند (Babiker & Yousif, 1990; Gheisari *et al.*, 2009;) (Suliman *et al.*, 2011).

pH هر دو عضله در روز سوم به کمترین مقدار (pH نهایی) خود رسید و مقدار آن برای عضله BF ۵/۷۴ و عضله LT، ۵/۶۳ بود. شترها کربوهیدرات‌های بدنشان را بصورت گلیکوژن در کوهان خود ذخیره می‌کنند در نتیجه آنزیم‌های مسیر گلیکولیتیک در عضلاتشان کمتر از سایر دام‌ها است که منجر به کاهش سرعت تجزیه گلیکوژن و در نتیجه کندتر شدن سرعت نزول pH در مقایسه با سایر دام‌ها می‌شود (Immonen & Puolanne, 2000). در هر دو عضله از روز پنجم تا چهاردهم pH به طور جزئی افزایش یافت که این افزایش معنی‌دار نبود (شکل ۱). بعد از اینکه pH به حداقل خود می‌رسد با گذشت زمان و رسیدن گوشت، تجزیه پروتئین‌ها، افزایش بار ناشی از جذب یون‌های پتاسیم و رهائش یون‌های کلسیم سبب افزایش فشار اسمزی و در نتیجه افزایش pH می‌شوند (Lawrie, 1998). وریدی و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند در عضله BF شتر بعد از ۲۴ ساعت pH به مقدار نهایی ۵/۵۷ رسید؛ پژوهش دیگری نشان داد pH گوشت شتر بعد از رسیدن به مقدار نهایی خود، در مدت ۷ روز نگهداری بطور جزئی افزایش یافت ولی این افزایش معنی‌دار نبود (Kadim *et al.*, 2009a). Soltanzadeh و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند گوشت‌های گاو بعد از ۲۴ ساعت به pH نهایی خود رسیده در حالی که گوشت شتر بعد از ۴۸ ساعت به pH نهایی رسید. یافته‌ی پژوهشی دیگر نشان داد pH نهایی عضله LT شتر بعد از ۲۴ ساعت به ۵/۷۹ رسید (Kadim *et al.*, 2009b).

مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

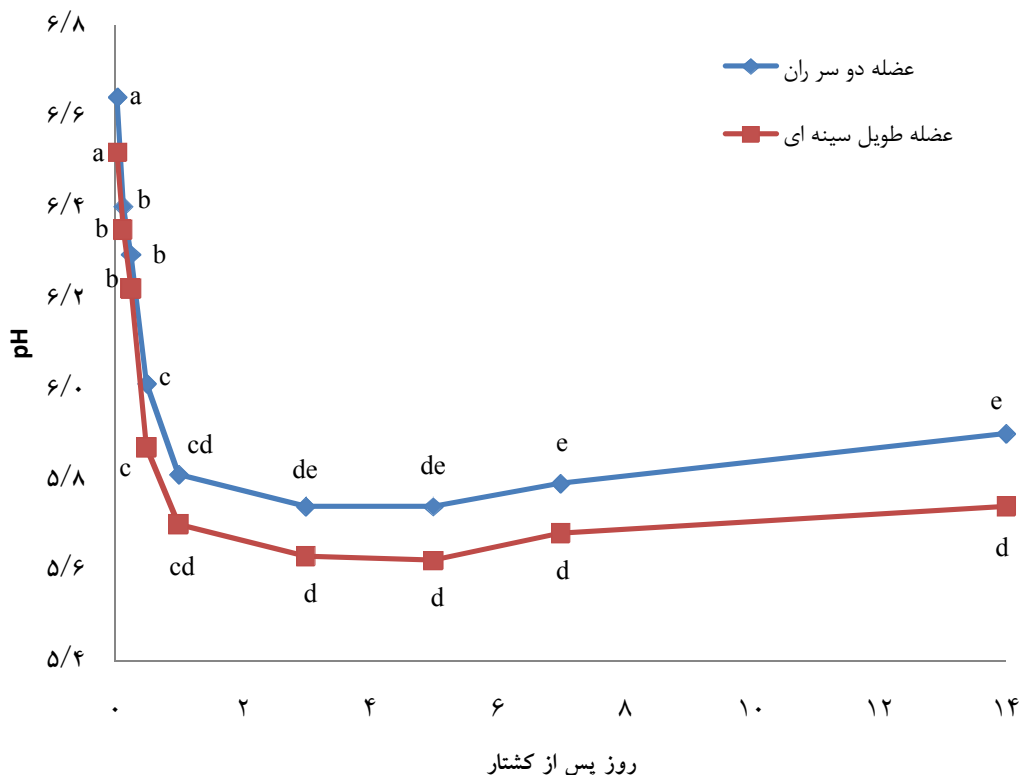
نتایج و بحث pH

پس از کشتار، ذخیره اکسیژن عضله تمام شده و انرژی حاصل از اکسیداسیون هوازی به اتمام می‌رسد. گلیکوژن، گلوکز و گلوکز-۶-فسفات به اسید لاکتیک تبدیل شده و pH کاهش می‌یابد. تجمع لاکتات و رهائش پروتون در نتیجه هیدرولیز آدنوزین تری-فسفات (ATP) در عضله پس از کشتار سبب کاهش pH می‌شود. سرعت و مقدار کاهش pH پس از کشتار منجر به دناتوراسیون پروتئین شده و روی تردی، آبداری و رنگ تأثیر می‌گذارد. از طریق اندازه‌گیری سرعت نزول pH پس از کشتار، تغییرات گلیکولیز بین عضلات مختلف پایش می‌شود (Kadim *et al.*, 2013). pH نهایی گوشت تحت تأثیر شرایط پیش از کشتار (مانند تغذیه و استرس)، تیمارهای پس از کشتار و فیزیولوژی عضله است. ذخیره گلیکوژنی کم عضله در هنگام کشتار مانع از این می‌شود که pH پس از کشتار به مقدار مطلوبی کاهش یابد (Kadim *et al.*, 2006). pH نهایی بالاتر ماندگاری گوشت را کاهش داده و روی رنگ، بافت و WHC^۱ تأثیر می‌گذارد.

میانگین pH عضله BF طی ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بطور معنی‌داری بالاتر از عضله LT بود (جدول ۱). بیشترین افت pH در هر دو عضله در ۱۲ ساعت اول اتفاق افتاد که در این مدت pH BF ۰/۶۳ و LT ۰/۶۵ کاهش یافت. Kadim و همکاران (۲۰۱۳) در گوشت شتر گزارش کردند نوع عضله تأثیر معنی‌داری روی سرعت نزول pH ایجاد کرد و سرعت کاهش pH در ساعت اول در عضله LT بیشترین و در عضله نیم و تری^۲ کمترین بود. همچنین pH در عضلات LT، نیم غشایی^۳ و تحت خاری^۴ پایین‌تر از عضلات دو سر ران، نیم و تری و سه سر بازو^۵ بود. Hwang و همکاران (۲۰۰۴) ابراز داشتند

۶- pH نهایی: کمترین مقدار pH عضله، که بعد از کشتار به آن می‌رسد و از چند ساعت در طیور تا ۲۴ و حتی ۴۸ ساعت در دام‌هایی مانند گاو و شتر متغیر است.

1- Water Holding Capacity
2- Semitendinosus
3- Semimembranosus
4- Infraspinatus
5- Triceps brachii



شکل ۱- میانگین تغییرات pH در دو عضله BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال

رنگ

رنگ گوشت یکی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب گوشت توسط مصرف کننده می‌باشد. رنگ گوشت به غلظت رنگدانه‌ها بخصوص میوگلوبین، حالت شیمیایی میوگلوبین در سطح گوشت، pH نهایی، نوع فیبر عضله، تحریک الکتریکی، سرعت سرد کردن، ساختار و حالت فیزیکی پروتئین‌های عضله و نسبت چربی بین عضلانی بستگی دارد. بین پارامترهای رنگی Lab، که توسط دستگاه تعیین می‌شود، و رنگ قرمز بصری گوشت تازه همبستگی بالایی وجود دارد. مصرف‌کنندگان از رنگ برای ارزیابی تازگی و کیفیت گوشت استفاده می‌کنند. از دید آن‌ها گوشت‌های تیره تازه نبوده و یا کیفیت کمتری دارند (Kadim et al., 2009a).

میانگین مقدار L^* عضله LT طی ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بیشتر از عضله BF و مقدار a^* آن کمتر بود ($p < 0.05$) و بین مقدار b^* دو عضله اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$) (جدول ۱). کم بودن مقدار قرمزی و بالاتر بودن مقدار روشنایی در LT به علت غلظت کمتر میوگلوبین و

همچنین تشکیل کمتر اکسی‌میوگلوبین در مقایسه با BF می‌باشد. پژوهشگران مشاهده کردند هر سه پارامتر رنگی Lab در عضله طویل پشتی بیشتر از دو عضله نیم وتری و سه سر بازو بود که به تفاوت در غلظت میوگلوبین و حالت شیمیایی آن ارتباط دادند (Babiker & Yousif, 1990). Kadim و همکاران (2009b) گزارش کردند گوشت شتر بطور معنی‌داری قرمزتر از گوشت گاو و خوک بود که علت آن میوگلوبین بالاتر و همچنین تفاوت در نوع فیبر می‌باشد. در تحقیق دیگری مشخص شد هر سه پارامتر رنگی Lab در عضله LT (بیشترین) و BF بیشتر از ۴ عضله تحت خاری، نیم غشایی، سه سر بازو و نیم وتری بودند (Kadim et al., 2013). پژوهشگران دیگر دریافتند مقدار L^* و b^* در عضله طویل پشتی شتر بیشتر از عضله BF و مقدار a^* کمتر از عضله BF بود (Suliman et al., 2011).

با گذشت زمان L^* و b^* در هر دو عضله افزایش و a^* کاهش یافت ($p < 0.05$). با این که در سه روز اول L^* LT کمتر بود چون افزایش مقدار L^* در عضله LT خیلی بیشتر از عضله BF بود در روزهای پایانی مقدار

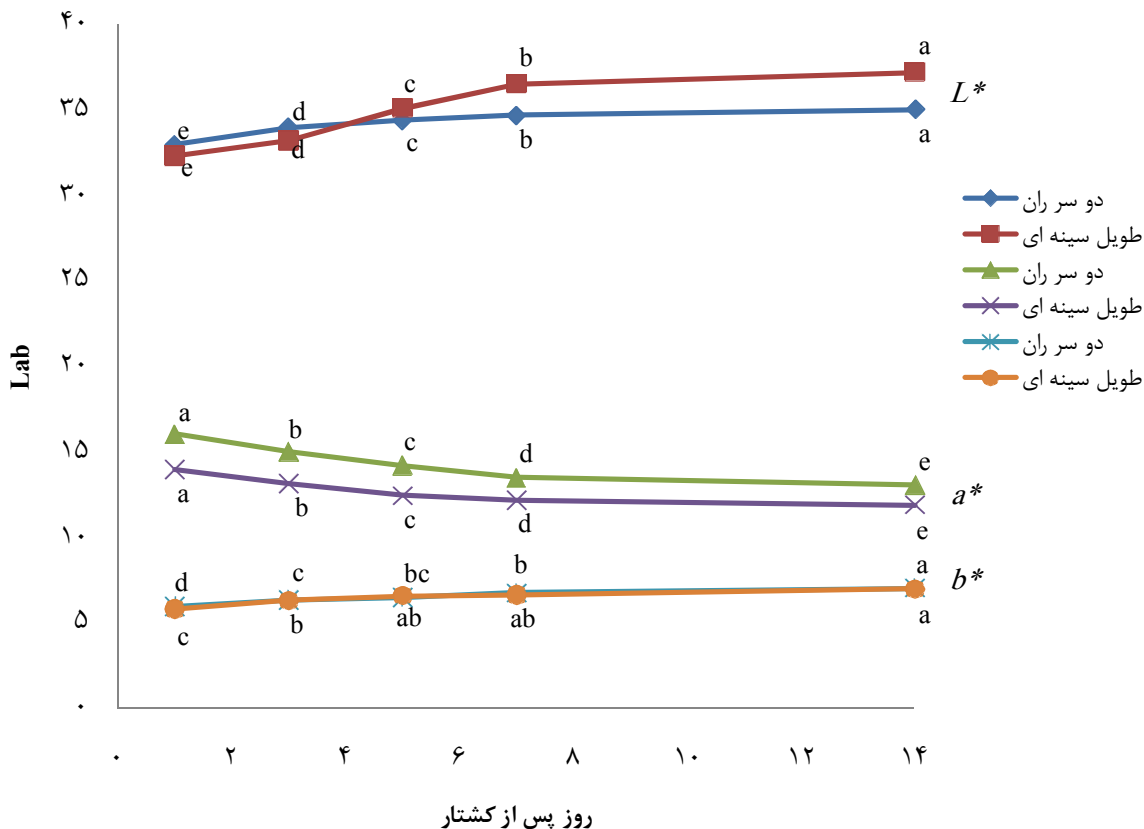
b^* افزایش یافت. در پژوهشی رنگ عضله دو سر ران شتر اندازه‌گیری گردید و مشخص شد مقدار پارامترهای *Lab* در مدت ۷ روز روند افزایشی داشت (وریدی و همکاران، ۱۳۸۴). در پژوهشی روی گوشت شتر مرغ مشخص گردید با گذشت زمان از یک تا ۲۱ روز روشنایی کمی کاهش یافت که به علت اکسیداسیون و دناتوراسیون پروتئین‌ها می‌تواند باشد (Botha et al., 2007).

آن بیشتر از L^* BF شد (شکل ۲). تجزیه پس از کشتار پروتئین‌ها ویژگی‌های پخش نور گوشت را افزایش داده و بدین ترتیب روشنایی افزایش می‌یابد (Offer, 1991). با گذشت زمان به علت اکسیداسیون میوگلوبین و تشکیل مت‌میوگلوبین قاعداً a^* گوشت کاسته خواهد شد. Kadim و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند با گذشت زمان پارامترهای L^* و a^* عضله LT افزایش و با افزایش سن L^* کاهش و a^*

جدول ۱- میانگین ویژگی‌های کیفی عضلات BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال*

عضله LT	عضله BF	ویژگی فیزیکوشیمیایی و کیفی
۵/۹۶ ^b	۶/۰۳ ^a	pH
۳۴/۷۸ ^a	۳۴/۲۶ ^b	روشنایی (L^*)
۴۲/۹۱ ^b	۱۴/۳۹ ^a	قرمزی (a^*)
۶/۴۸ ^a	۶/۵۳ ^a	زردی (b^*)
۳۶/۷۱ ^b	۳۹/۹۳ ^a	رطوبت خروجی (/.)
۱/۹۱ ^a	۲/۱۴ ^a	افت خونابه (/.)
۳۱/۴۳ ^b	۳۴/۷۱ ^a	افت پخت (/.)
۴۴/۰۹ ^b	۵۱/۸۱ ^a	نیروی برشی وارنر-براترلر (N)
۸۸/۱۱ ^a	۷۷/۶۹ ^b	شاخص تخریب میوفیبریل
۱/۷۴ ^a	۱/۶۲ ^b	طول سارکومر (میکرومتر)

* میانگین‌ها در سطح احتمال $p < 0.05$ معنی‌دار می‌باشند.



شکل ۲- میانگین تغییرات L^* a^* b^* در دو عضله BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال

رطوبت خروجی (EM)

ظرفیت نگهداری آب (WHC) انعکاسی از توانایی عضلات برای به دام انداختن و نگه داشتن آب درون ساختارهای خود می‌باشد (Bowker *et al.*, 2010) که با EM رابطه معکوسی دارد. EM توانایی گوشت برای حفظ آب موجود بین فیلامنت‌های ضخیم و نازک را در هنگامی که فشار خارجی وارد می‌شود منعکس می‌کند (Offer and Knight, 1988). پارامتر EM حفظ ویتامین‌ها، مواد معدنی و نمک‌ها و همچنین حجم آب آزاد شده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. عضلاتی که آب را به راحتی از دست می‌دهند خشک شونده بوده و در مدت زمان سردسازی، نگهداری، حمل و نقل و فروش مقدار زیادی آب از دست می‌دهند (Kadim *et al.*, 2013). چون روی ارزش تغذیه‌ای، ظاهر و دلپذیری گوشت تأثیر می‌گذارد یک ویژگی کیفی مهم گوشت تلقی می‌شود (Kadim *et al.*, 2006). عوامل موثر بر WHC شامل تغییرات pH، تغییرات دما، صلابت نعشی، طول سارکومر، نوع پروتئین، رساندن گوشت، املاح، خصوصیات فیزیولوژیکی دام و ترکیبات گوشت می‌باشند (وریدی و همکاران، ۱۳۸۴).

میانگین مقدار EM طی ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در عضله BF به طور معنی‌داری بیشتر از LT بود ($p < 0.05$) (جدول ۱). این اختلاف ناشی از تفاوت در فعالیت عضله، نسبت انواع فیبرها در هر عضله، pH، چربی داخل عضلانی و نسبت آب به پروتئین است (Bouton *et al.*, 1972). برخی از محققان نیز بطور مشابهی گزارش کرده‌اند تفاوت در موقعیت تشریحی عضله سبب تفاوت در EM یا WHC می‌شود. Gheisari و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند مقدار WHC به ترتیب در عضله‌های قلب، BF، سه سر بازو و طویل پستی شتر بیشترین بود. همچنین WHC از هفته اول تا هشتم نگهداری به صورت منجمد روند کاهشی داشت. در پژوهشی روی عضلات مختلف گوشت شتر مشخص گردید مقدار EM عضلات BF، نیم‌غشایی، LT و سه سر بازو بیشتر از نیم‌وتری و تحت خاری بود و احتمالاً کاهش سریع دمای عضله به علت اندازه آن و جداسازی عضله از لاشه پیش از جمود سبب می‌شود عضلات نیم‌وتری و تحت خاری از نظر قابلیت عملکرد

پروتئین و EM کمتر از سایر عضلات باشند (Kadim *et al.*, 2013).

طی ۱۴ روز نگهداری گوشت، EM هر دو عضله بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p < 0.05$) (شکل ۳). کاهش pH پس از کشتار ظرفیت نگهداری آب عضلات را تحت تأثیر قرار داده و در pH نهایی بالاتر WHC به مقدار کمتری کاهش می‌یابد. با افزایش زمان رسیدن گوشت pH افزایش یافته و سبب افزایش WHC (کاهش EM) می‌گردد (Lawrie, 1998). در تحقیقی که روی عضله LT شتر گونه آلیپاکا انجام گردید WHC در مدت سه روز اندازه‌گیری افزایش یافت (Cristofanelli *et al.*, 2004). همچنین وریدی و همکاران (۱۳۸۴) مشاهده نمودند در عضله BF شتر در مدت یک هفته نگهداری روند کاهشی داشت. برخلاف مشاهدات ما، Kadim و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند مقدار EM در عضله LT شتر در همه سنین در روز هفتم پس از کشتار اندکی بیشتر از روز دوم بود.

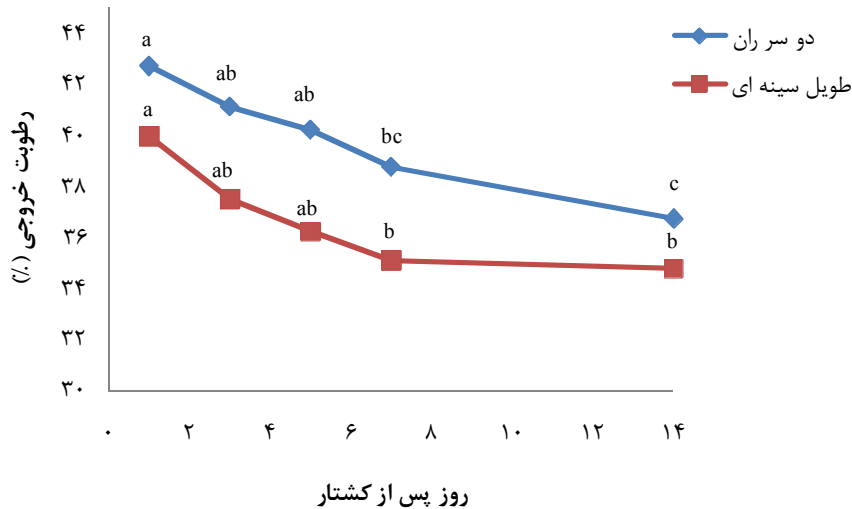
افت خونابه

خونابه مایعی است که بدون اعمال نیروی مکانیکی و تنها بر اثر وزن یک قطعه گوشت از آن خارج می‌شود و قسمت عمده آن را آب و پروتئین تشکیل می‌دهد (Fischer, 2007). مقدار افت خونابه بستگی به زمان پس از کشتار و مدت زمان اندازه‌گیری، شکل قطعه گوشت، دما، فاکتورهای میکروکلایماتیک^۱ داخل بسته‌بندی و وضعیت قطعه گوشت در داخل بسته بندی دارد (Fischer, 2007).

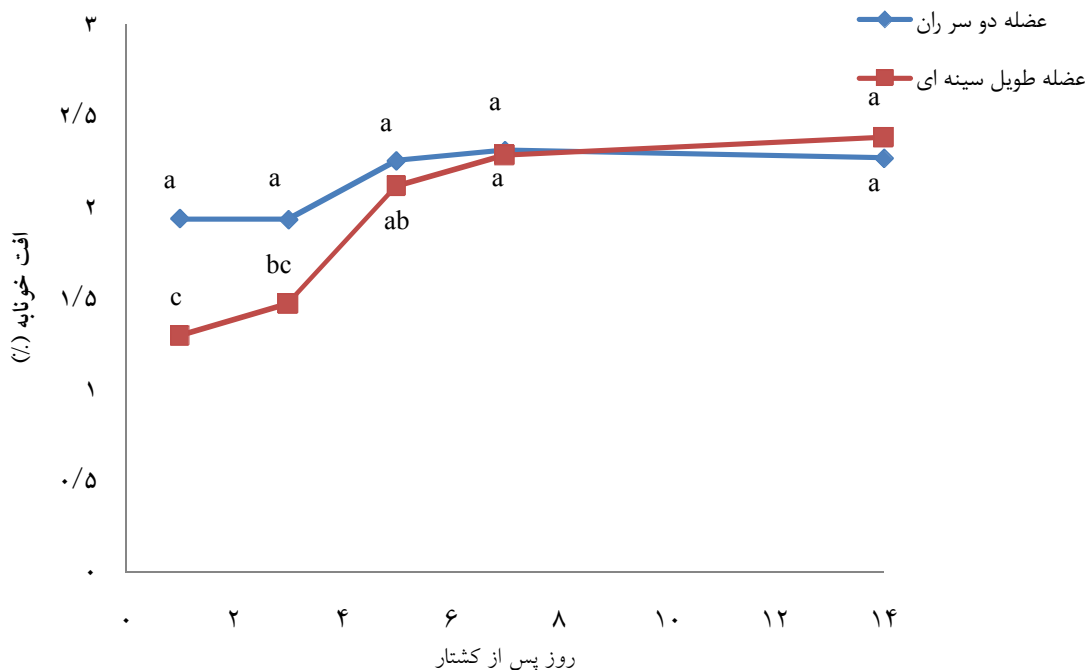
در پژوهش حاضر، میانگین افت خونابه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در دو عضله اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ($p > 0.05$) (جدول ۱). افت خونابه عضله LT در مدت ۱۴ روز نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0.05$) (شکل ۴). کاهش تجزیه پروتئین‌هایی که میوفیبریل‌ها را به غشای سلول متصل می‌کنند (پروتئین‌های Costamere همانند دسمین) منجر به جمع شدن میوفیبریل‌ها و در نتیجه جمع شدن سلول می‌گردد. این چروک شدن، کانال‌هایی را که از آنها چکه صورت می‌گیرد را باز کرده و به افزایش

بصورت جزئی انجام می‌شود و منجر به افزایش افت خونابه می‌شوند. مشابه این پژوهش، در چندین مطالعه روندی افزایشی برای افت خونابه گزارش شده است (Al-Owaimer, 2002; Klont *et al.*, 2000; Melody *et al.*, 2004).

افت خونابه می‌انجامد. بالعکس، افزایش تجزیه پروتئین‌هایی مانند دسمین از انتقال موثر انقباض میوفیبریل‌ها به کل سلول جلوگیری کرده و آب بیشتری در داخل بافت باقی خواهد ماند (Melody *et al.*, 2004). با این تفاسیر به نظر می‌رسد احتمالاً تخریب پروتئین‌های Costamere عضله LT در دوره نگهداری



شکل ۳- میانگین تغییرات EM در دو عضله BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال



شکل ۴- میانگین تغییرات افت خونابه در دو عضله BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال

پخت به کیفیت گوشت خام (ظرفیت نگهداری آب)، دمای مرکز و شیوه پخت (روش پخت، دما و زمان پخت) بستگی دارد. وقتی افت پخت زیاد باشد روی

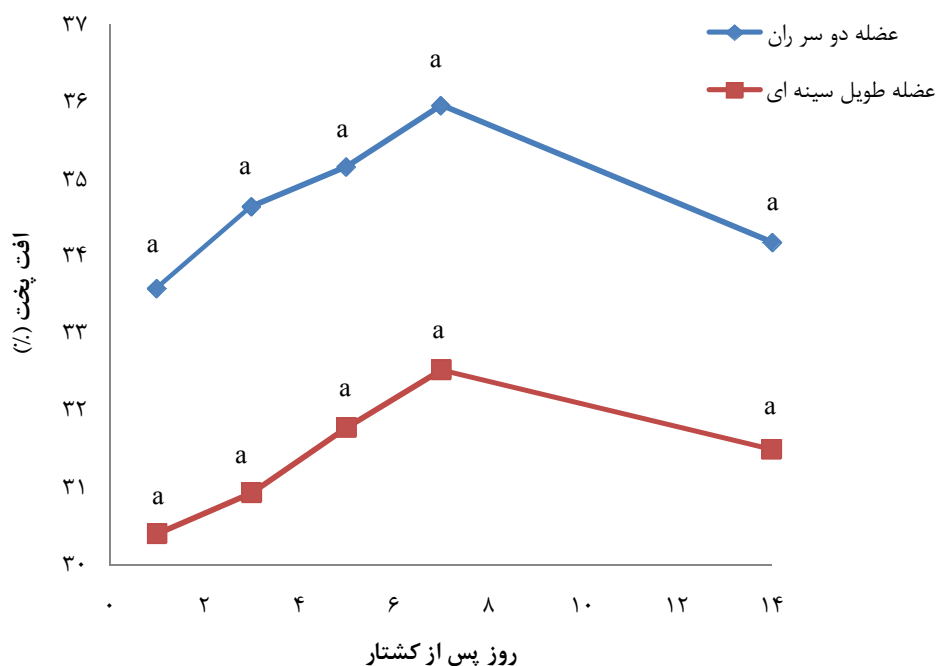
افت پخت افت پخت ترکیبی از مواد جامد محلول و مایعی است که به هنگام پختن از گوشت خارج می‌شود. افت

عضله ارتباط داده شد. در پژوهشی دیگر مشاهده شد مقدار افت پخت شش عضله مختلف شتر با یکدیگر متفاوت بوده و ارتباطی بین افت پخت و WHC این عضلات وجود نداشت (Kadim *et al.*, 2013). نتایج تحقیقی روی گوشت شتر نشان داد افت پخت در عضله BF بیشتر از عضله طویل پشتی بود (Suliman *et al.*, 2011).

افت پخت در هر دو عضله تا روز ۷ نگهداری افزایش و سپس کاهش یافت و ۱۴ روز نگهداری تأثیر معنی داری بر مقدار این افت ایجاد نکرد ($p > 0.05$) (شکل ۵). Al-Owaimer و Al-Sheddy (۲۰۰۰) بیان کردند افت پخت عضله طویل گوشت شتر در روز ششم نگهداری در مقایسه با روز اول حدود ۵۰ درصد افزایش داشت. Klont و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند افت پخت در عضله LT گوساله نر با افزایش دوره رسیدن (از روز دوم تا چهاردهم) کاهش یافت. در عضلاتی که گلیکولیز شدیدتر و در نتیجه افت pH سریعتر اتفاق افتاد افت پخت بیشتر بود.

کیفیت خوراکی گوشت تأثیر منفی می‌گذارد. در اغلب موارد بین افت پخت و آبداری همبستگی منفی وجود دارد. با افزایش دمای مرکز گوشت مقدار آب رو به کاهش گذاشته و نسبت چربی و پروتئین افزایش می‌یابد که بیانگر این مطلب است که بخش عمده افت پخت را آب تشکیل می‌دهد (Aaslyng *et al.*, 2003).

میانگین مقدار افت پخت در عضله BF طی ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بطور معنی داری بیشتری از عضله LT بود ($p < 0.05$) (جدول ۱). افت پخت و افت خونابه گوشت تحت تأثیر WHC گوشت هستند (Mostert & Hoffman, 2009). با توجه به مقدار EM بالاتر عضله BF (WHC پایین‌تر) هر دوی افت پخت و افت خونابه در این عضله بیشتر از LT بود. تفاوت در مقدار افت پخت عضلات مختلف دام در پژوهش‌های دیگر نیز مشاهده شده است. Babiker و Yousif (۱۹۹۰) گزارش کردند مقدار افت پخت در عضله نیم وتری کمتر از دو عضله طویل پشتی و سه سر بازو بود که به WHC بالای این



شکل ۵- میانگین تغییرات افت پخت در دو عضله BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال

فاکتورهای اثرگذار روی مقدار نیروی برشی مورد نیاز عضله هستند (Asghar & Pearson, 1980). همچنین طول سارکومر، مقدار بافت پیوندی و پروتئولیز پروتئین‌های پیوندی مسئول بخش عمده‌ای از تغییرات تردی هستند و سهم هر کدام از این سه

بافت

مهم‌ترین ویژگی ارگانولپتیک گوشت مقدار نیروی برشی وارنژ-برائز (WBSF) است. چربی داخل عضلانی، ساختار بافت پیوندی، اندازه‌های عضله، سفیدی، ظرفیت نگهداری آب و بافت پیوندی از جمله

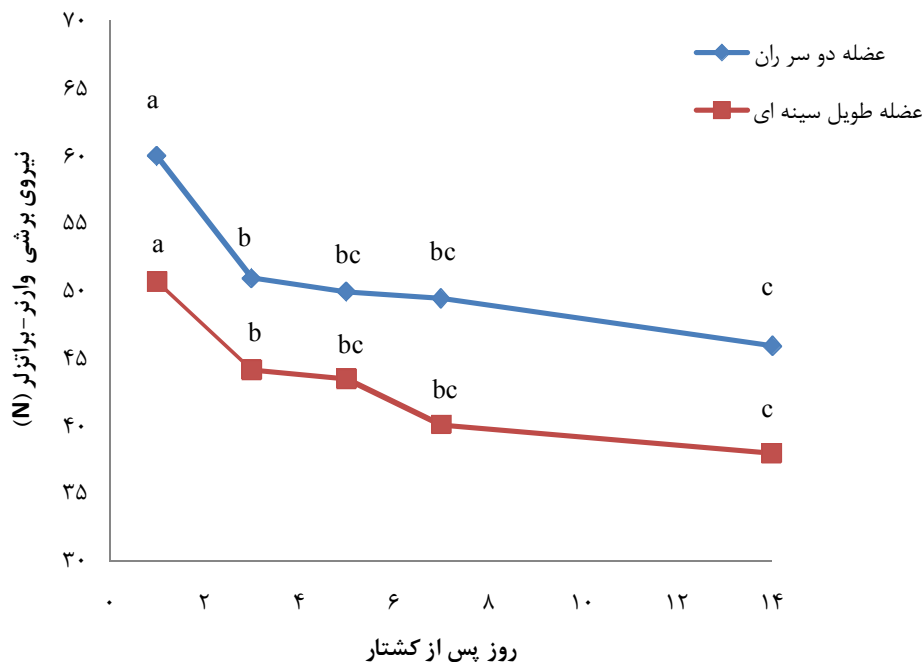
مقدار و ساختار بافت پیوندی، مقدار کولازن محلول و انقباض پس از کشتار پروتئین‌های میوفیبریلی بود (Kadim *et al.*, 2013). Melody و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند در خوک WBSF عضله نیم غشایی بیشتر از عضله طویل پشتی و پسواس ماژور^۱ بود. پروتئین‌های موثر در تردی مانند تیتین، نبولین، دسمین و تروپونین T در عضله طویل پشتی در مقایسه با نیم غشایی بیشتر تجزیه شده بودند (Melody *et al.*, 2004). تغییر WBSF بین عضلات می‌تواند ناشی از ساختار بافت پیوندی و پایداری حرارتی آن باشد. علاوه بر این، منشا یک چهارم تا یک سوم تغییرات در WBSF عضلات تغییر خصوصیات عضلات است (Bruce *et al.*, 2004).

WBSF هر دو عضله در مدت ۱۴ روز نگهداری بطور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0.05$). (شکل ۶). همچنان که در شکل نیز مشاهده می‌شود در ۵ روز اول پس از کشتار بیشترین کاهش WBSF (افزایش تردی) اتفاق افتاد. کاهش WBSF در دوره نگهداری توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Riley *et al.*, 2009a; Kadim *et al.*, 2003). ترد شدن گوشت ناشی از سست شدن ساختمان میوفیبریلی بوسیله عمل سینرژستیک پپتیدازهای درونی (کاتپسین‌ها، کالپاین‌ها و پروتئوزوم‌ها) بوده و قسمت عمده ترد شدن در مدت ۳ تا ۴ روز اول صورت می‌گیرد. پروتئولیز اتصالات بین میوفیبریلی (مانند دسمین و وینکولین^۲) و درون میوفیبریلی (تیتین، نبولین و احتمالاً تروپونین T)، costamere های متصل‌کننده میوفیبریل‌ها به سارکولما (وینکولین و دایستروفین^۳) پروتئین‌های اتصال‌دهنده سلول‌های عضله به غشای پایه (مانند لامینین، فیرونکتین و پروتئین ۵۵۰ کیلودالتونی) علت ترد شدن پس از کشتار گوشت می‌باشد (Koochmaraie, 1996).

عامل به نوع عضله بستگی دارد (Wheeler *et al.*, 2000). علاوه بر این، سرعت و مقدار کاهش دما و pH عضله پس از کشتار بطور چشمگیری تردی گوشت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Asghar & Pearson, 1980). مطالعات در آمریکا نشان داد زمانی که WBSF گوشت پخته از ۳/۹ کیلوگرم تجاوز نکند تردی گوشت از نظر مصرف‌کننده مناسب تشخیص داده خواهد شد. دسته‌بندی گوشت‌ها از نقطه نظر تردی بر پایه WBSF بر اساس تحقیقات Boleman و همکاران (۱۹۹۷) به این ترتیب بود: گوشت ترد ۳/۵۸-۲/۲۷ کیلوگرم؛ گوشت با تردی متوسط ۵/۴-۴/۰۸ کیلوگرم؛ و گوشت سفت ۷/۲۱-۵/۹ کیلوگرم.

میانگین WBSF عضله BF در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری بیشتر از LT بود ($p < 0.05$) (جدول ۱). طول سارکومر کمتر سبب افزایش نیروی برشی مورد نیاز می‌شود (Hwang *et al.*, 2004). با توجه به کمتر بودن طول سارکومر در عضله BF در مقایسه با LT (جدول ۱) بخشی از سفت بودن قابل توجیه می‌باشد. همچنین WBSF نسبتاً بالای عضلات پا در مقایسه با عضلات ناحیه کمر (گرده) بیانگر این مطلب است که مقدار بافت پیوندی در عضلات ناحیه کمر کمتر از ناحیه پا است (Kadim *et al.*, 2013; Belew *et al.*, 2003). علاوه بر این، پایین بودن مقدار MFI عضله BF در مقایسه با LT (جدول ۱) حاکی از فعالیت پروتئولیتیکی کمتر آنزیم‌های موثر در تردی در این عضله است. تفاوت در مقدار آنزیم و تفاوت در نسبت آنزیم به بازدارنده نیز می‌تواند منشا تفاوت WBSF در بین دو عضله باشد (Melody *et al.*, 2004). طبق مشاهدات صورت گرفته توسط پژوهشگران، در شتر WBSF در عضله سه سر بازو بیشتر از عضلات نیم وتری و طویل بود (Babiker & Yousif, 1990). در مطالعه‌ای دیگر محققان نتیجه گرفتند مقدار WBSF متفاوت در عضلات مختلف شتر ناشی از تفاوت در

1- Psoas major
2- Vinculin
3- Dystrophin



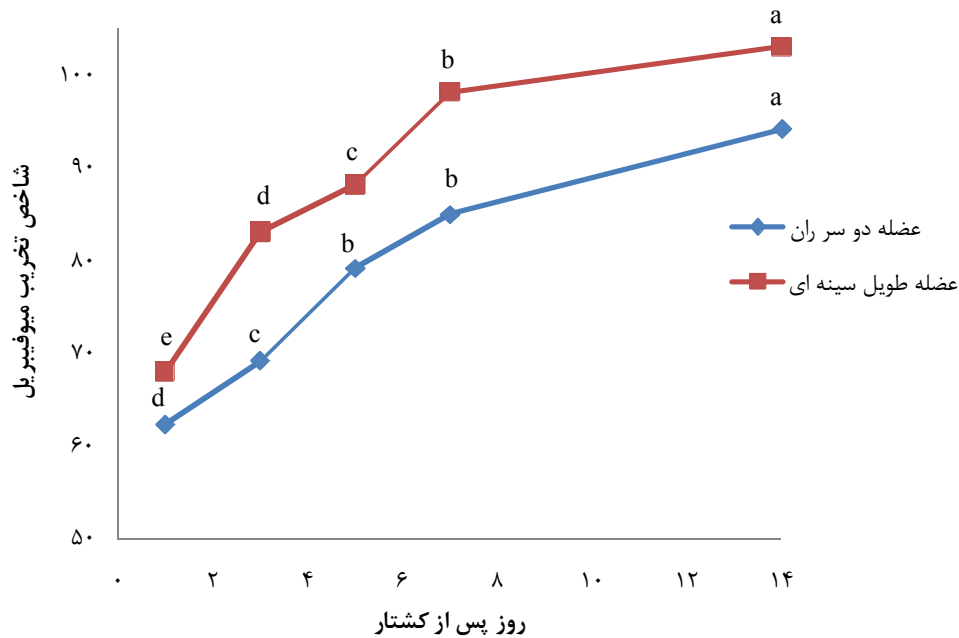
شکل ۶- میانگین تغییرات WBSF در دو عضله BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال

با گذشت زمان MFI هر دو عضله افزایش پیدا کرد و مقدار این افزایش در هفته اول پس از کشتار خیلی بیشتر از هفته دوم بود ($p < 0.05$) (شکل ۷). افزایش MFI با افزایش زمان رسیدن گوشت به علت شکستن میوفیبریل‌ها به قطعه‌های کوچک‌تر در دیسک Z یا اطراف دیسک Z در مدت نگهداری پس از کشتار است (Olson *et al.*, 1976). با توجه به این که تخریب دیسک Z توسط کالپاین‌ها صورت می‌گیرد و قسمت عمده این آنزیم‌ها در روزهای اول پس از کشتار فعال هستند MFI در هفته اول بیشترین افزایش را داشت در ادامه با اتولیز و غیرفعال شدن این آنزیم‌ها MFI افزایش چشمگیری نداشت (Koochmariae, 1996). در تحقیقی مقایسه‌ای بین گوشت شتر و گاو مشاهده شد که با گذشت زمان از یک تا هفت روز MFI عضله نیم وتری شتر و گاو افزایش یافتند. همچنین MFI شتر بیشتر از گاو بود که می‌تواند ناشی از تفاوت در مقدار آنزیم یا نسبت آنزیم به بازدارنده در عضله این دو دام و در نتیجه تأثیر پروتولیز باشد (Soltanizadeh *et al.*, 2008). محققان دیگری نیز روند افزایشی برای MFI گزارش نموده‌اند (Kadim *et al.*, 2009a; Riley *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 1999).

شاخص تخریب میوفیبریل (MFI)

MFI شاخص مهمی از توسعه پروتولیز بوده و نشانگر شکستن باند I و از بین رفتن اتصالات میوفیبریلی است (Taylor *et al.*, 1995). این شاخص در مقایسه با WBSF رسیدن گوشت را بصورت مستقیم تر می‌سنجد چون در گوشت خام اندازه‌گیری می‌شود و در نتیجه نمونه از اثرات جانبی پختن گوشت محفوظ می‌ماند (Prado & Felicio, 2010). MFI مقدار قطعه قطعه شدن میوفیبریل‌ها را تعیین می‌کند و با WBSF رابطه عکس دارد. اگر مقدار MFI گوشتی بیش از ۶۰ درصد باشد به‌عنوان یک گوشت ترد تلقی می‌شود و اگر MFI ۵۰-۶۰ درصد باشد گوشت دارای تردی متوسط بوده و در مقادیر زیر ۵۰ درصد گوشت فاقد تردی خواهد بود (Culler *et al.*, 1978).

میانگین MFI عضله LT طی ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بطور معنی‌داری بیشتر از عضله BF بود ($p < 0.05$) (جدول ۱). تفاوت در MFI بین عضلات مختلف در پژوهش‌های انجام گرفته روی شتر توسط Kadim و همکاران (۲۰۱۳) و Suliman و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شده است.



شکل ۷- میانگین تغییرات MFI در دو عضله BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال.

طول سارکومر

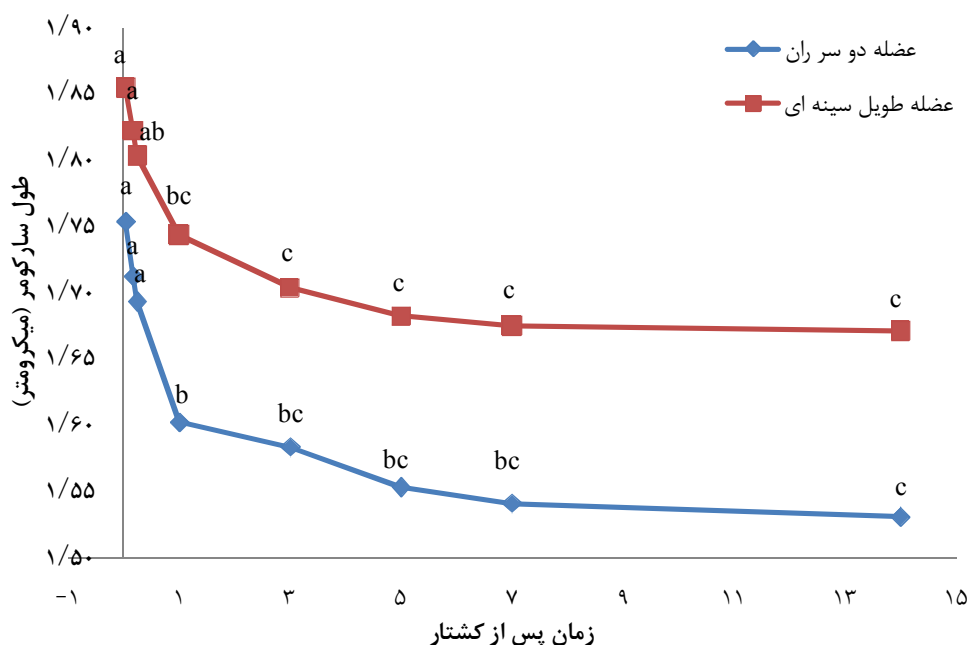
شدت انقباض عضلات پس از کشتار توسط طول سارکومر بیان می‌شود (Nagaraj *et al.*, 2006). پس از کشتار منابع تأمین ATP در عضله (گلیکوژن و کراتین فسفات) رو به اتمام گذاشته و فیلامنت اکتین و سر میوزین که در جریان انقباض به هم متصل شده‌اند به دلیل کمبود و یا فقدان ATP در اتصال با هم باقی مانده و از هم جدا نمی‌شوند در نتیجه طول سارکومر کوتاه می‌شود.

میانگین طول سارکومر عضله LT در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیشتر از عضله BF بود ($p > 0.05$) (جدول ۱). به علت تفاوت در جهت‌گیری فیبر عضله و مقدار نیروی کششی که در هنگام آویزان بودن لاشه روی عضلات مختلف وارد می‌شود طول سارکومر عضلات مختلف متفاوت خواهد بود (Herring *et al.*, 1965). کوتاه شدن سارکومرها علت سفتی گوشت در ۲۴ ساعت اولیه پس از کشتار بوده و پروتولیز صورت گرفته توسط کالپاین‌ها سبب ترد شدن گوشت می‌شود. چون کالپاین‌ها در بخش‌هایی از سارکومر قرار گرفته‌اند در دوره پس از کشتار باید در سرتاسر سارکومر پخش شوند تا به سوبستراها دسترسی داشته

باشند. روی هم افتادگی بیش از حد فیلامنت‌های نازک و ضخیم در سارکومرهای کوتاه سبب متراکم‌تر شدن سارکومر شده و می‌تواند از انتقال کالپاین‌ها به سوبستراهایشان ممانعت نموده و پروتولیز را به تاخیر انداخته ولی از انجام آن به‌طور کامل جلوگیری نمی‌کند. یک علت دیگر تاخیر در پروتولیز در سارکومرهای کوتاه، پوشیده شدن مکان‌های شکست پروتئین‌ها توسط پروتئین‌های سیتواسکلتی درشت همانند تیتین و نبولین است (Weaver *et al.*, 2008). در این پژوهش، کوتاه‌تر بودن طول سارکومر در عضله BF سبب کاهش دسترسی آنزیم‌های کالپاین به سوبستراهایشان و در نتیجه افزایش WBSF و کاهش MFI در مقایسه با عضله LT شده است. عضلات با طول سارکومر بلندتر در برابر نیروی برشی مقاومت کمتری دارند (Weaver *et al.*, 2008). تفاوت در طول سارکومر عضلات مختلف شتر و خوک توسط Kadim و همکاران (۲۰۱۳) و Wheeler و همکاران (۲۰۰۰) نیز گزارش شده است. برخلاف این پژوهش، در مطالعه‌ای دیگر طول سارکومر در هر دو عضله BF و طویل پستی ۴ نژاد شتر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (Suliman *et al.*, 2011).

طول سارکومر در دوره پس از جمود مشاهده شده است. در پژوهشی روی گوشت شتر، اندازه‌گیری طول سارکومر در عضله طویل در روزهای اول و ششم پس از کشتار نشان داد که کوتاه شدن عضله بعد از ۲۴ ساعت تکمیل نشده و همچنان ادامه می‌یابد (Al-Sheddy & Al-Owaimer, 2000). اندازه‌گیری طول سارکومر در مدت زمان‌های ۷، ۱۳ و ۲۰ روز به ترتیب در عضلات مختلف خوک، گاو و بز توسط محققان مختلف نیز حاکی از کاهش آن داشت (Nagaraj *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 1999; Bowker *et al.*, 2010). برخلاف این گزارش‌ها، Kadim و همکاران (۲۰۰۹a) بیان کردند طول سارکومر در عضله LT در روز هفتم پس از کشتار بیشتر از روز دوم بود.

با گذشت زمان طول سارکومر در هر دو عضله بطور معنی‌داری کاهش یافت ولی قسمت عمده کاهش در ۲۴ ساعت اول اتفاق افتاد ($p < 0.05$) (شکل ۸). کاهش طولی که از روز اول تا ۱۴ در هر دو عضله وجود داشت بی‌معنی بود. با توجه به این که کاهش pH تا روز سوم پس از کشتار ادامه داشت می‌توان گفت که منابع ATP مانند گلیکوژن هر چند به اندازه جزئی همچنان در عضله موجود بوده و انتظار می‌رود کوتاه شدن سارکومر نیز تا روز سوم ادامه یابد ولی از روز سوم به بعد احتمالاً ATP از منابعی مانند کراتین فسفات تأمین شده و کاهش طولی در حدود ۳-۵ میکرون تا روز ۱۴ نگهداری در هر دو عضله روی می‌دهد. در مطالعات انجام شده بر روی گوشت کاهش



شکل ۸- میانگین تغییرات طول سارکومر در دو عضله BF و LT شتر یک کوهانه در مدت ۱۴ روز نگهداری در دمای یخچال

فروشگاه‌های گوشت برای مصارف خانگی عرضه شوند و برش‌های تهیه شده از عضلات دارای کیفیت پایین مانند BF نیز برای مصارف صنعتی استفاده شوند.

تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه مسئولین محترم کشتارگاه صنعتی مشهد که ما را در انجام این پایان‌نامه یاری نمودند و همچنین کمک‌های بی‌شائبه تکنسین محترم آزمایشگاه گروه صنایع غذایی، سرکار خانم آجری سپاسگزاری می‌شود.

نتیجه‌گیری

عضله طویل سینه‌ای دارای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی بهتری [pH نهایی پایین‌تر، L^* بالاتر، مقدار رطوبت خروجی و افت پخت کمتر، بافت تردتر (WBSF کمتر)، MFI بالاتر و طول سارکومر بیشتر] از عضله دو سر ران بود. از همین رو بازارپسندی عضله LT طبیعتاً بیشتر از BF بوده و همچنین فرآورده‌های تهیه شده نیز کیفیت بالاتری خواهند داشت. بنابراین توصیه می‌شود برش‌های تهیه شده از عضلات طویل نظیر LT بسته‌بندی و در

منابع

- ۱- وریدی، م.ج.، بهادر قدوسی، ح.، و صادقیان، ع. ۱۳۸۴. تأثیر تغییرات پس از کشتار بر کیفیت گوشت شتر و مقایسه برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن با گوشت گاو. طرح دانشگاهی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- یاسوری، م. ۱۳۸۶. مقدمه‌ای بر اقتصاد روستایی با تاکید بر بخش کشاورزی. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، صفحات ۱۱۶-۱۱۷.
- 3- Aaslyng, M.D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H.C., & Andersen, H.J. 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Quality and Preference*, 14: 277-288.
- 4- Al-Owaimer, A.N. 2002. Effects of hot boning and postmortem aging time on camel meat tenderness. *Journal of King Saud University*, 14: 63-70.
- 5- Al-Sheddy, I.A., & Al-Owaimer, A.N. 2000. Postmortem injection of calcium chloride improves camel meat tenderness. *Research Bulliten*, 98: 5-16.
- 6- Asghar, A., & Pearson, A.M. 1980. Influence of ante- and post-mortem treatments upon muscle composition and meat quality. *Advances in Food Research*, 26: 53-213.
- 7- Babiker, S.A., & Yousif, O.K. 1990. Chemical composition and quality of camel meat. *Meat Science*, 27: 283-287.
- 8- Belew, J.B., Brooks, J.C., McKenna, D.R., & Savell, J.W. 2003. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Science*, 64: 507-512.
- 9- Boleman, S.J., Boleman, S.L., Miller, R.K., Taylor, J.F., Cross, H.R., Wheeler, T.L., Koochmaraie, M., Shackelford, S.D., Miller, M.F., West, R.L., Johnson, D.D., & Savell, J.W. 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science*, 75: 1521-1524.
- 10- Botha, S.S.C., Hoffman, L.C., & Britz, T.J. 2007. Physical meat quality characteristics of hot-deboned ostrich (*Struthio camelus* var. domesticus) Muscularis gastrocnemius, pars interna during post-mortem aging. *Meat Science*, 75: 709-718.
- 11- Bouton, P.E., Harris, P.V., & Shorthose, W.R. 1972. The effects of ultimate pH on ovine muscle: mechanical properties. *Journal of Food Science*, 37: 356-360.
- 12- Bowker, B.C., Liu, M.N., Eastridge, J.S., Callahan, J.A., Paroczay, E.W., & Solomon, M.B. 2010. Effect of postmortem aging and hydrodynamic pressure processing on pork loin quality. *Journal of Muscle Foods*, 21: 379-398.
- 13- Bruce, H.L., Stark, J.L., & Beilken, S.L. 2004. The effects of finishing diet and postmortem ageing on the eating quality of the M. longissimus thoracis of electrically stimulated Brahman steer carcasses. *Meat Science*, 67: 261-268.
- 14- Cristofanelli, S., Antonini, M., Torres, D., Polidori, P., & Renieri, C. 2004. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Science*, 66: 589-593.
- 15- Culler, R.D., Parrish Jr, F.C., Smith, G.C., & Cross, H.R. 1978. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *Journal of Food Science*, 43: 1177-1180.
- 16- Dawood, A.A. 1995. Physical and sensory characteristics of Najdi-camel meat. *Meat Science*, 39: 59-69.
- 17- El-Agamy, E.S.I. 2006. Camel Milk. P. 297-299 In: Y.W. Park & G.F.W. Haenlein (eds) *Handbook of milk of non-bovine mammals*. John Wiley.

- 18- Fischer, K. 2007. Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124: 12-18.
- 19- Gheisari, H.R., Aminlari, M., & Shekarforoush, S.S. 2009. A comparative study of the biochemical and functional properties of camel and cattle meat during frozen storage. *Veterinarski arhiv*, 79: 51-68.
- 20- Herring, H.K., Cassens, R.G., & Risky, E.J. 1965. Further studies on bovine muscle tenderness as influenced by carcass position, sarcomere length, and fiber diameter. *Journal of Food Science*, 30: 1049-1054.
- 21- Hoffman, L.C., Mostert, A.C., Kidd, M., & Laubscher, L.L. 2009. Meat quality of kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) and impala (*Aepyceros melampus*): Carcass yield, physical quality and chemical composition of kudu and impala *Longissimus dorsi* muscle as affected by gender and age. *Meat Science*, 83: 788-795.
- 22- Honikel, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49: 447-457.
- 23- FAO, available online at:
<http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor> (visited 11 October 2011).
- 24- Hwang, I.H., Park, B.Y., Cho, S.H., & Lee, J.M. 2004. Effects of muscle shortening and proteolysis on Warner-Bratzler shear force in beef longissimus and semitendinosus. *Meat Science*, 68: 497-505.
- 25- Immonen, K., & Puolanne, E. 2000. Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Science*, 55: 279-283.
- 26- Kadim, I.T., Al-Hosni, Y., Mahgoub, O., Al-Marzooqi, W., Khalaf, S.K., Al-Maqbaly, R.S., Al-Sinawi, S.S.H., & Al-Amri, I.S. 2009a. Effect of low voltage electrical stimulation on biochemical and quality characteristics of Longissimus thoracis muscle from one-humped Camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*, 82: 77-85.
- 27- Kadim, I.T., Al-Karousi, A., Mahgoub, O., Al-Marzooqi, W., Khalaf, S.K., Al-Maqbali, R.S., Al-Sinani, S.S.H., & Raiymbek, G. 2013. Chemical composition, quality and histochemical characteristics of individual dromedary camel (*Camelus dromedarius*) muscles. *Meat Science*, 93: 564-571.
- 28- Kadim, I.T., Mahgoub, O., & Purchas, R.W. 2008. A review of the growth, and of the carcass and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*, 80: 555-569.
- 29- Kadim, I.T., Mahgoub, O., Al-Marzooqi, W., Al-Zadjali, S., Annamalai, K., & Mansour, M.H. 2006. Effects of age on composition and quality of muscle Longissimus thoracis of the Omani Arabian camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*, 73: 619-625.
- 30- Kadim, I.T., Mahgoub, O., Al-Marzooqi, W., Khalaf, S.K., Mansour, M.H., Al-Sinani, S.S.H., et al. 2009b. Effects of electrical stimulation on histochemical muscle fiber staining, quality, and composition of camel and cattle longissimus thoracis muscles. *Journal of Food Science*, 74: S44-S52.
- 31- Klont, R.E., Barnier, V.M., van Dijk, A., Smulders, F.J., Hoving-Bolink, A.H., Hulsegge, B., et al. 2000. Effects of rate of pH fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. *Journal of Animal Science*, 78: 1845-1851.
- 32- Koohmaraie, M. 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, 43(1): 193-201.
- 33- Lawrie, R.A. 1998. *Lawrie's Meat Science*. Woodhead, Abington.

- 34- Melody, J.L., Lonergan, S.M., Rowe, L.J., Huiatt, T.W., Mayes, M.S. & Huff-Lonergan, E. 2004. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*, 82: 1195-1205.
- 35- Nagaraj, N.S., & Santhanam, K. 2006. Effects of muscle proteases, endogenous protease inhibitors and myofibril fragmentation on postmortem aging of goat meat. *Journal of Food Biochemistry*, 30: 269-291.
- 36- Offer, G. 1991. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science*, 30: 157-184.
- 37- Offer, G., & Knight, P. 1988. The structural basis of water-holding in meat. P. 63. In R.A. Lawrie (ed) *Development in meat science*. Elsevier Applied Science, London.
- 38- Olson, D.G., Jr, F.C.P., & Stromer, M.H. 1976. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. *Journal of Food Science*, 41: 1036-1041.
- 39- Pohja, N.S., & Niinivaara, F.P. 1957. Die bestimmung der wasserbindung des fleisches mittels der konstantdruckmethode. *Fleischwirtschaft*, 9: 193-195.
- 40- Prado, C.S., & de Felicio, P.E. 2010. Effects of chilling rate and spray-chilling on weight loss and tenderness in beef strip loin steaks. *Meat Science*, 86: 430-435.
- 41- Riley, D.G., Chase, C.C., Pringle, T.D., West, R.L., Johnson, D.D., Olson, T.A., et al. 2003. Effect of sire on μ and m-calpain activity and rate of tenderization as indicated by myofibril fragmentation indices of steaks from Brahman cattle. *Journal of Animal Science*, 81: 2440-2447.
- 42- Silva, J.A., Patarata, L., & Martins, C. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science*, 52: 453-459.
- 43- Soltanizadeh, N., Kadivar, M., Keramat, J., & Fazilati, M. 2008. Comparison of fresh beef and camel meat proteolysis during cold storage. *Meat Science*, 80: 892-895.
- 44- Suliman, G., Sami, A., Alowaimer, A., & Koohmaraie, M. 2011. Effect of breed on the quality attributes of camel meat *The Indian Journal of Animal Sciences*, 81:407-411.
- 45- Taylor, R.G., Geesink, G.H., Thompson, V.F., Koohmaraie, M., & Goll, D.E. 1995. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *Journal of Animal Science*, 73: 1351-1367.
- 46- Weaver, A.D., Bowker, B.C. & Gerrard, D.E. 2008. Sarcomere length influences postmortem proteolysis of excised bovine semitendinosus muscle. *Journal of Animal Science*, 86: 1925-1932.
- 47- Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., & Koohmaraie, M. 2000. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *Journal of Animal Science*, 78: 958-965.

Comparison of physicochemical and quality properties of longissimus thoracis and biceps femoris muscles of Iranian one-humped Camel

Younes Zahedi¹, Mohammad Javad Varidi², Mahdi Varidi^{3*}

1- PhD Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

3- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

* Corresponding author (m.varidi@ferdowsi.um.ac.ir)

Abstract

In this study, physicochemical and quality properties of longissimus thoracis (LT) and biceps femoris (BF) muscles of Iranian one-humped camel were determined and compared with each other. The mean pH of BF muscle (6.03) was greater than that of LT one (5.96) during 14 days of storage at 4 °C ($p < 0.05$). Also, ultimate pH of BF muscle (5.74) was higher than that of LT muscle (5.63). Lightness (L^*) of LT was higher and a^* of LT was lower than those of BF ($p < 0.05$) and no significant difference was observed for b^* between the two muscles ($p > 0.05$). During 14 days of storage, L^* and b^* of the muscles increased and a^* decreased. The value of expressed moisture (EM) and cooking loss (CL) of BF were significantly greater than those of LT. There was no significant difference in drip loss values of the muscles. During 14 days of storage, EM of both muscles decreased, CL increased up to 7 days and then decreased, and drip loss increased continuously. Warner-Blatzler shear force (WBSF) of BF was higher than that of LT and Myofibrillar fragmentation index (MFI) of LT was greater than that of BF. In both muscles WBSF decreased and MFI increased during 14 days. Sarcomer length of LT was superior to that of BF and the highest decrease in sarcomer length occurred in the first 24 h of postmortem.

Keywords: Biceps Femoris, Longissimus Thoracis, One-Humped Camel