Food Hygiene, Vol. 11, No. 43, Autumn 2021

"Research article" **DOI: 10.30495/JFH.2022.1948818.1337**

Investigation of changes in the qualitative, oxidative and microbial indices of minced and non-minced beef during the freezing storage

Taiar, F.[1], Gharekhani, A.[2*], Tukmechi, A.[3]

1 .MSc Graduate of Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Maku Branch, Islamic Azad University, Maku, Iran
2 .Assistant professor, Department of Veterinary Medicine, Maku Branch, Islamic Azad University, Maku, Iran
3 .Associate professor, Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
*Corresponding author: a.gharekhani@yahoo.com
(Received: 2022/1/2 Accepted: 2022/3/5)

Abstract

One of the best ways to preserve meat is to freeze it, which can keep the meat in a natural state without significant spoilage. In this regard, this study aimed to investigate the effect of storage time (1, 7, 14, 21, and 28 days) in freezing (temperature -18 ° C) on chemical properties (humidity, ash, fat, and protein), oxidation indices (peroxide, Conjugated diene, and thiobarbituric acid), number of psychrophilic bacteria and structure of minced and non-minced beef fatty acids. The results showed that with increasing storage time, the amount of humidity and protein decreased, but the peroxide index, conjugated diene, and thiobarbituric acid increased and there was no significant change in the amount of fat and ash in the samples. However, oxidation indexes of peroxide, conjugated diene, and thiobarbituric acid in minced beef were not higher than in minced meat. The maximum amount of peroxide (1.2 meqO2/kg) was related to the minced meat sample during 28 days of storage at freezing temperature. Based on gas chromatographic findings, there is no difference between minced meat and minced meat in terms of short-chain fatty acids C10 to C20, and the amount of n-3 and n-6 fatty acids in minced meat is higher than in minced meat. The results of bacterial count showed that the number of psychrophilic bacteria in meat samples did not increase during the storage of meat at freezing temperature. In the end, it can be said that freezing is more suitable for minced meat than minced meat.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: freezing, beef, minced meat, lipid oxidation parameters, psychrophilic bacteria

«مقاله پژوهشی» DOI: 10.30495/JFH.2022.1948818.1337

بررسی روند تغییرات شاخص‌های کیفی، اکسایشی و میکروبی گوشت چرخ شده و نشده گاو در زمان نگهداری به حالت انجماد

فیروز طیار[۱]، احمد قره‌خانی[۲*] امیر توکمه‌چی[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران
۲. استادیار گروه دامپزشکی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران
۳. دانشیار گروه میکروبیولوژی دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: a.gharekhani@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴)

چکیده

یکی از بهترین روش‌های نگهداری گوشت، روش انجماد می‌باشد که می‌تواند گوشت را به حالت طبیعی و بدون فساد قابل‌ملاحظه نگه دارد. در همین راستا این مطالعه باهدف بررسی تأثیر زمان نگهداری (۱، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) در انجماد (دمای ۱۸- درجه سلسیوس) بر خواص شیمیایی (رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین)، شاخص‌های اکسایشی (پراکسید، پیوند دوگانه مزدوج و تیوباربیتوریک اسید)، تعداد باکتری‌های سرمادوست و ساختار اسیدهای چرب گوشت چرخ شده و چرخ نشده گوساله صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری میزان رطوبت و پروتئین کاهش ولی شاخص پراکسید، پیوند دوگانه مزدوج و تیوباربیتوریک اسید افزایش یافت و تغییر معنی‌داری در میزان چربی و خاکستر نمونه‌ها روی نداد. ولی میزان شاخص‌های اکسایشی پراکسید، پیوند دوگانه مزدوج و تیوباربیتوریک اسید در گوشت چرخ شده گوساله بیش از گوشت چرخ نشده بود. به‌طوری‌که بیشینه مقدار عدد پراکسید (۱/۲ میلی‌اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم) مربوط به نمونه گوشت چرخ شده در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای انجماد بود. بر اساس یافته‌های کروماتوگرافی گازی ازنظر اسیدهای چرب زنجیر کوتاه C10 تا C20 بین گوشت چرخ شده و گوشت چرخ نشده اختلافی وجود ندارد و میزان اسیدهای چرب n-3 و n-6 در گوشت چرخ نشده نسبت به گوشت چرخ شده مقادیر بالاتری را به خود اختصاص دادند. نتایج شمارش باکتری‌ها ثابت کرد که در طی نگهداری گوشت در دمای انجماد تعداد باکتری‌های سرمادوست نمونه‌های گوشت افزایش نمی‌یابد. در پایان می‌توان گفت که نگهداری در حالت انجماد برای گوشت چرخ نشده مناسب‌تر از گوشت چرخ شده می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انجماد، گوشت گوساله، گوشت چرخ شده، شاخص‌های اکسایشی، باکتری‌های سرمادوست

مقدمه

گوشت غنی‌ترین منبع پروتئین برای تغذیه انسان بوده و درعین‌حال از فسادپذیرترین مواد غذایی نیز محسوب می‌شود. انواع گوشت‌ها جزء دسته‌بندی غذاهای بسیار حساس هستند که برای مدتی کوتاه می‌توان آن‌ها را تحت شرایط خاصی نگهداری کرد و باید به‌دقت مورد محافظت قرار گیرند (Gomez-Estaca *et al*., 2009). چربی درون‌ماهیچه‌ای و ترکیب اسیدهای چرب گوشت، علاوه بر کیفیت تغذیه‌ای بر ویژگی‌های چشایی نیز مؤثر است و مصرف محصولاتی با اسیدهای چرب اشباع بالا مصرف‌کننده را مستعد به گرفتگی رگ‌ها و بروز بیماری‌های قلبی-عروقی می‌کند (Harris, 1997). امروزه به‌طور عمده از روش‌های شیمیایی و بافت‌شناسی جهت تعیین کیفیت گوشت استفاده می‌شود. آنالیز شیمیایی که در کنترل کیفیت معمول فراورده‌های گوشتی به‌کار می‌رود، عبارت‌اند از اندازه‌گیری میزان پروتئین، چربی، کربوهیدرات، رطوبت و خاکستر (Rokni, 2015). برای به تعویق انداختن فساد گوشت و فرآورده‌های آن راه‌کارهای متعدد شیمیایی، فیزیکی و میکروبی ارائه‌شده است (Burt, 2004). انجماد و نگهداری به حالت انجماد یکی از بهترین روش‌های نگهداری گوشت است که می‌تواند آن را به حالت طبیعی بدون فاسد شدگی قابل‌ملاحظه نگه دارد، اما حتی با استفاده از این روش نیز هنوز مقداری کاهش کیفیت در گوشت طی مدت‌زمان نگهداری به حالت منجمد اتفاق می‌افتد. گوشتی که با روش انجماد نگهداری می‌شود بعد از خارج شدن از حالت انجماد بهترین کیفیت را ازنظر طعم و بافت دارا است. همچنین ازنظر ارزش غذایی نیز حداکثر مطلوبیت را در حین نگهداری دارد (Falahi, 1996). البته برخی از تغییرات فیزیکی و شیمیایی ممکن است در طول انجماد و نگهداری در حالت انجماد گوشت اتفاق بیافتد و باعث بروز برخی تغییرات در ویژگی‌های ارگانولپتیک شود (Leygonie *et al*., 2012). در یک مطالعه به بررسی اثر انجماد بر ویژگی‌های کیفی گوشت ماهیچه گاو خام و پخته در مدت ۵ ماه نگهداری پرداختند و بیان داشتند که با افزایش میزان پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در طول نگهداری در حالت انجماد، نگهداری در این حالت حداکثر تا ۳ ماه توصیه می‌گردد و گوشت پخته‌شده شرایط بهتری نسبت به گوشت خام در طول نگهداری داشت (Kalantari and Alizadeh, 2021). در مطالعه دیگری بیان داشتند در طول نگهداری گوشت گاو در دمای انجماد میزان رنگ و pH گوشت کاهش می‌یابد و توصیه کردند که از روش‌های مختلف بسته‌بندی برای گوشت‌های منجمد برای حمل استفاده گردد (Wang *et al*., 2021). با بررسی اثر انجماد بر تغییرات کیفیت شیمیایی و ترکیب اسید چرب میگوی پا سفید پرورشی، اعلام داشتند که عضله میگوی نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سلسیوس ازلحاظ شاخص اکسیداسیون چربی به مدت ٦ ماه قابل نگهداری می‌باشد (Javaheri Baboli *et al*., 2012). با توجه به مطالبی که آورده شد و عدم مطالعات پیشین روی بررسی تأثیر چرخ کردن گوشت گوساله بر برخی از خصوصیات کیفی گوشت در طول نگهداری در شرایط انجماد، این مطالعه باهدف بررسی روند تغییرات شاخص‌های کیفی و میکروبی گوشت چرخ

شده و نشده گوساله در طول نگهداری در شرایط انجماد صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

- تهیه گوشت گوساله و چرخ کردن آن

بخش‌هایی از گوشت سردست، فیله، ران و عضلات بین دنده گوساله به‌صورت تازه کشتار از فروشگاه رفاه ارومیه تهیه و در اسرع وقت و در کنار یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه منتقل گردید. پس از انتقال نمونه‌های گوشت به آزمایشگاه ابتدا چربی‌های گوشت و غشاءهای بافت پیوندی آن‌ها جدا و گوشت به‌صورت خالص پاک و به دو بخش تقسیم شدند، یک بخش بدون چرخ کردن به ابعاد ($5\times5\times2$ cm^3) بریده‌شده و به همان شکل جهت مراحل بعدی مطالعه مورداستفاده قرار گرفت. بخش دوم از هر نمونه گوشت به کمک چرخ‌گوشت (Moulinex, France) به‌صورت چرخ شده درآمد. لازم به توضیح است که از هر نمونه گوشت مقدار ۲/۵ کیلوگرم و درمجموع ۱۰ کیلوگرم خریداری شد. سپس نمونه‌های آماده‌شده در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی استریل در دمای ۱۸- درجه سلسیوس یخچال صنعتی برای ۲۸ روز نگهداری گردید و در زمان‌های ۱، ۷، ١٤، ۲۱ روز آزمایشات ذیل روی آن‌ها صورت پذیرفت.

- اندازه‌گیری میزان رطوبت

برای اندازه‌گیری رطوبت از روش خشک‌کردن در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس در آون آزمایشگاهی (Memmert, Germany) تا ثابت شدن وزن استفاده شد (AOAC, 1998).

- اندازه‌گیری چربی گوشت

برای تعیین میزان چربی گوشت از محلول ترکیبی کلروفرم و متانول استفاده شد. به‌طور خلاصه، ۵ گرم نمونه گوشت به‌طور کامل له شد و سپس ۱۰ برابر مقدار گوشت از ترکیب حلال‌های کلروفرم و متانول به نسبت ۲ به ۱ به آن اضافه گردید و با استفاده از همزن برقی (Sanyo, Japan) کاملاً مخلوط شد. بعد از گذشت تقریباً ۱ ساعت، مخلوط به دکانتور منتقل شد. پس از دو فاز شدن کامل (چند ساعت) مایع زیری جداشده به استوانه مدرج منتقل و با ۲۰ درصد حجم خود با آب مقطر شستشو داده شد. پس از گذشت چند ساعت، مخلوط دو فاز شده و ۳ بار عمل شستشو بر روی فاز پایینی انجام گرفت. درنهایت، وزن چربی با جدا شدن کلروفرم در شرایط خلأ تعیین گردید (AOCS, 1993).

- تعیین مقدار خاکستر

برای مشخص نمودن مقدار خاکستر، نمونه‌ها به مدت ٤ ساعت در دمای ۱۲۵ درجه سلسیوس حرارت داده شد و سپس به مدت ۸-٦ ساعت در کوره در دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا رنگ خاکستر کاملا سفید گردد. سرانجام با اندازه‌گیری تفاوت وزن مقدار خاکستر محاسبه گردید (AOAC, 1998).

- اندازه‌گیری میزان پروتئین گوشت

اندازه‌گیری پروتئین گوشت با استفاده از روش ماکروکلدال انجام شد (Van Dijk and Houba, 2021). برای این منظور ۱/۵ گرم نمونه گوشت وزن و داخل کاغذ صافی نمره ۱ واتمن قرار گرفت و به همراه آن ۱۱ گرم مخلوط کاتالیزورهای سولفات

پتاسیم، سولفات مس و سلنیوم و چند عدد سنگ جوش در بالن دستگاه ماکروکلدال قرار داده شد. سپس در زیر هود، ۲۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به بالن اضافه و قسمت بعدی دستگاه یعنی هضم کلدال روی بالن نصب و حرارت دهی شد. سپس اجازه داده شد تا هضم پروتئین به‌طور کامل انجام گیرد (رنگ آبی کم‌رنگ)، در خاتمه عمل تیتراسیون انجام گرفت.

- آنالیز پروفایل اسیدهای چرب نمونه گوشت با کروماتوگرافی گازی

به‌منظور آنالیز متیل استر اسیدهای چرب، از دستگاه گاز کروماتوگرافی (Gas Chromatography) مجهز به ستون مویینی سیلیکایی ۷۰ با طول۶۰ متر و قطر۰/۲۵ میکرومتر با ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای اولیه ۸۰ درجه سلسیوس بود و با افزایش ۱۵ درجه سلسیوس در دقیقه به ۲۰۰ درجه سلسیوس رسید و در این دما ۱۰ دقیقه نگهداری شد، سپس دمای آن به ۲۲۰ درجه سلسیوس رسید و در این دما ۵ دقیقه نگهداری شد. دمای دریچه تزریق و دمای آشکارساز ۲۱۰ درجه سلسیوس و سرعت جریان گاز حامل (هلیم) ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. درنهایت سطح منحنی حاصل از دستگاه با منحنی استاندارد مقایسه و نوع و مقدار هر اسید چرب سازنده روغن برحسب درصد تعیین گردید (AOCS, 1993).

- اندازه‌گیری پراکسید

به‌منظور اندازه‌گیری پراکسید نمونه‌ها، ابتدا چربی نمونه‌ها با مخلوطی از حلال کلروفرم و متانول (به نسبت ۷ به ۳) استخراج گردید. سپس ۹/۸ میلی‌لیتر از محلول فوق را به لوله‌آزمایش منتقل کرده، ۵۰ میکرو لیتر محلول تیوسیانات آمونیوم (۳۰ درصد وزنی/حجمی) و ۵۰ میکرولیتر محلول کلرید آهن دو ظرفیتی به آن اضافه شد. جهت تهیه محلول کلرید آهن دو ظرفیتی ابتدا ۰/٤ گرم کلرید باریم بدون آب در ۵۰ میلی‌لیتر آب حل‌شده و مقدار ۰/۵ گرم سولفات آهن ۷ آبه به آن افزوده شد. سپس ۲ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۱۰ نرمال را به محلول فوق افزوده و به‌شدت به هم زده شد تا رسوب سفیدرنگ سولفات باریم به دست آید سپس محلول با کاغذ صافی نمره یک واتمن صاف‌شده و محلول به‌دست‌آمده کلرید آهن دو ظرفیتی بوده که شفاف رنگ می‌باشد. ترکیب به مدت ۵ دقیقه در دمای محیط بدون نور قرار داده شد و جذب آن در طول‌موج ۵۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Camspec, England) قرائت شد (از آب مقطر استریل به‌عنوان بلانک استفاده گردید) و بر اساس منحنی استاندارد تهیه‌شده با غلظت‌های مختلف کلرید آهن ۳ ظرفیتی محاسبه گردید (AOCS, 1993).

- تعیین شاخص پیوندهای دوگانه مزدوج

برای اندازه‌گیری شاخص پیوندهای دوگانه مزدوج نیز ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از نمونه گوشت را همگن نموده و با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط کرده و خوب به هم زده شد تا به‌طور کامل یکنواخت شود. پس‌ازآن از کاغذ صافی عبور داده شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از مایع صاف‌شده را با ۵ میلی‌لیتر از مخلوط حلال هگزان- ایزوپروپانول به نسبت ۳ به ۱ به مدت ۱ دقیقه مخلوط کرده و به مدت ۵ دقیقه در سانتریفوژ با دور ۲۰۰۰

دور در دقیقه قرار داده و جذب مایع رویی در طول‌موج ۲۳۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (Camspec, England) خوانده شد (AOCS, 1993).

- اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید

برای اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید، دو گرم گوشت را با ۵ میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد اسید تری کلرواستیک (۲۰ گرم اسید تری کلرو استیک را در یک بشر توزین کرده و در مقدار کمی اسید فسفریک ۲ مولار حل و پس از انتقال به بالن ۱۰۰ میلی‌لیتری با اسید فسفریک به حجم رسانده شد) به مدت ۲ دقیقه در مخلوط‌کن مخلوط نموده، سپس ظرف مخلوط‌کن با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر شستشو داده شد و به مخلوط قبلی اضافه گردید. در پایان کل مخلوط با یک فیلتر کاغذی (واتمن شماره ٤١ با قطر ۹ سانتی‌متر) صاف گردید. پنج میلی‌لیتر از عصاره اسید تری‌کلرواستیک گوشت را با ۵ میلی‌لیتر از محلول اسید تیوباربیتوریک ۰/۰۱ مولار (۰/۲۸۸۳ گرم اسید تیوباربیتوریک را در محلول اسید استیک ۹۰ درصد با کمی گرم کردن حل نموده و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد) در یک لوله‌آزمایش مخلوط کرده و به مدت ۱ ساعت در حمام ۱۰۰ درجه سلسیوس گذاشته شد تا رنگ ایجاد گردد. رنگ حاصل در طول‌موج ۵۳۰ نانومتر قرائت شد (AOAC, 1998).

- شمارش باکتری‌های سرمادوست

برای شمارش باکتری‌های سرمادوست، در ابتدا ۱۰ گرم نمونه با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به کیسه استریل استومیکر منتقل‌شده و توسط دستگاه استومیکر٤٠٠ (Seward, England) به‌صورت هموژن درآمد. سپس نمونه‌ها تا رقت 10^{-5} گرم در میلی‌لیتر رقیق شدند. ۱ میلی‌لیتر از هر رقت در پلیت قرار داده‌شده و ۱۵ میلی‌لیتر از محیط کشت PCA (Plate count agar) به آن افزوده‌شده و هر پلیت به‌منظور توزیع همگن نمونه به‌دقت تکان داده شد. لازم به ذکر است که از این محیط برای شمارش باکتری‌های سرمادوست هوازی در دمای ۷ درجه سلسیوس به مدت یک هفته استفاده گردید (Downes and Ito, 1992).

- آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام گرفت. اختلاف بین گروه‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون توکی برای بررسی اختلاف بین میانگین‌ها استفاده شد و قبل از انجام آنالیز واریانس، نرمال بودن داده‌های بدست آمده با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی گردید. داده‌های به‌دست آمده به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شدند. اختلافات آماری از لحاظ معنی دار بودن در سطح ۵ درصد در نظر گرفته شد($p<۰/۰۵$).

یافته‌ها

نتایج مربوط به اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌های گوشت در جدول (۱)، آورده شده است، بر اساس این نتایج میزان رطوبت در گوشت چرخ شده و گوشت چرخ نشده به‌تدریج پس از نگهداری در دمای انجماد کاهش پیدا کرد. به‌طوری‌که بیشترین مقدار رطوبت (۰/٦ ± ۷۵/٦ درصد) مربوط به‌روز اول نگهداری گوشت چرخ شده بود که اختلاف آماری معنی‌داری با گوشت چرخ نشده در همان روز نگهداری نداشت و از طرفی مشخص گردید که از روز ١٤ نگهداری میزان

رطوبت در نمونه‌های چرخ نشـده گوشـت بیشـتر از گوشت چرخ شده بود.

جدول (۱)- میانگین ± انحراف معیار **برخی از فاکتورهای نمونه‌های گوشت گوساله برحسب درصد در طی نگهداری در فریزر**

فاکتور	نوع گوشت	زمان نگهداری (روز) ۱	۷	۱۴	۲۱	۲۸
رطوبت	چرخ شده	۷۵/۶ ± ۰/۶۰ aA	۷۴/۹ ± ۱/۱۰ aA	۷۱/۴ ± ۰/۳۱ bB	۷۰/۱ ± ۰/۴۰ cB	۶۸/۷ ± ۰/۲۰ dB
	چرخ نشده	۷۵/۴ ± ۰/۴۰ aA	۷۵/۱ ± ۱/۸۰ aA	۷۲/۶ ± ۰/۳۰ bA	۷۱/۱ ± ۰/۹۰ cA	۶۹/۸ ± ۰/۱۰ dA
چربی	چرخ شده	۸/۶۰ ± ۱/۲۰ aA	۸/۳۶ ± ۱/۱۲ aA	۷/۳۵ ± ۱/۴۰ aA	۷/۱۹ ± ۱/۸۰ aA	۷/۰۳ ± ۱/۲۰ aA
	چرخ نشده	۸/۶۲ ± ۱/۵۰ aA	۸/۵۲ ± ۲/۱۰ aA	۷/۶۶ ± ۱/۴۰ aA	۷/۴۰ ± ۱/۲۰ aA	۷/۲۹ ± ۱/۱۰ aA
خاکستر	چرخ شده	۱۱/۹۷ ± ۳/۰۹aA	۱۱/۱۵ ± ۲/۱۱ aA	۱۲/۱۳ ± ۲/۱۱ aA	۱۳/۴۷ ± ۲/۱۰ aA	۱۴/۶۹ ± ۳/۲۰ aA
	چرخ نشده	۱۱/۹۱ ± ۳/۱۰ aA	۱۰/۹۷ ± ۳/۱۰ aA	۱۱/۳۵ ± ۲/۱۰ aA	۱۲/۹۷ ± ۳/۲۰ aA	۱۳/۵۰ ± ۲/۱۰ aA
پروتئین	چرخ شده	۸۴/۴۳ ± ۶/۱۴ aA	۸۰/۴۸ ± ۸/۲۴ aA	۷۰/۰۵ ± ۸/۰۷abA	۶۶/۲۵ ± ۸/۰۳ bA	۶۲/۳۰ ± ۶/۰۷bA
	چرخ نشده	۸۴/۴۷ ± ۵/۲۸ aA	۸۲/۲۵ ± ۶/۰۲ abA	۷۳/۶۹ ± ۴/۳۷bcA	۶۹/۲۴ ± ۵/۸۸ cA	۶۵/۹۷ ± ۴/۶۴cA

a, b, c, d حروف کوچک مشـابه در هر سـطر و A, B حروف بزرگ مشـابه در هر سـتون برای هر فاکتور نشـان‌دهنده عدم معنی‌داری در سـطح ۵ درصد می‌باشد.

نتایج مربوط به میزان چربی نمونه‌های گوشت نیز در جدول (۱) آورده شده است. بر اساس این یافته‌ها میزان چربی نمونه‌های گوشت در دو حالت چرخ شده و چرخ نشده در طی نگهداری در دمای انجماد تغییر معنی‌داری در سطح ۵ درصد پیدا نکرد. کمترین مقدار چربی اندازه‌گیری شده ۱/۲۰ ± ۷/۰۳ درصد و بیشترین مقدار آن مربوط به‌روز اول نگهداری در انجماد تعلق داشت و از طرفی تفاوت معنی‌داری در میزان چربی بین گوشت چرخ شده و نشده نیز مشاهده نگردید.

مقایسه میانگین‌های حاصل از میزان خاکستر نشان داد که زمان نگهداری بر میزان خاکستر در هر دو نمونه گوشت چرخ شده و گوشت چرخ نشده تأثیر معنی‌داری نداشت و همچنین گوشت چرخ شده ازنظر آماری اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد با گوشت چرخ نشده ازنظر میزان خاکستر نداشت (جدول ۱).

یافته‌های مربوط به اندازه‌گیری پروتئین مشخص نمود که چرخ کردن گوشت تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین نمونه‌ها نداشت. ولی با افزایش زمان نگهداری میزان پروتئین نمونه‌ها کاهش یافت و دامنه پروتئین‌های گوشت‌های موردبررسی در طول نگهداری در حالت انجماد از ۶۲/۳۰ تا ۸۴/۴۳ برای گوشت چرخ شده و ۶۵/۹۷ تا ۸۴/۴۷ برای گوشت چرخ نشده متغیر بود (جدول ۱).

یافته‌های به‌دست‌آمده در جدول (۲) آورده شده است بر اساس این یافته‌ها ازنظر اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و متوسط زنجیر (C10 تا C16) بین گوشت چرخ شده و گوشت چرخ نشده اختلافی وجود ندارد. میزان اسیدهای چرب n-3 و n-6 در گوشت چرخ

نشده نسبت به گوشت چرخ شده مقادیر بالاتری رابه خود اختصاص دادند.

جدول (۲)- ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های چرخ شده و چرخ نشده گوشت گوساله برحسب درصد

نوع اسید چرب	گوشت چرخ شده	گوشت چرخ نشده
C10:0	۱/۳	۱/۲
C12:0	۰/۹	۰/۹
C14:0	٤/٦	٤/٤
C16:0	۲۰/۷	۲۰/۷
C18:0	۱۵/۱	۱۷/۳
C18:1	۲۰/۲	۱۸/۲
C18:2	۳/٤	۱/۲
C20:0	۲/۵	۰/۵٦
C20:1	۳/٦	۰/۸۹
C20:2	۲/۱۵	۱/۱
PUFA	۱۷/۳٤	۱۱/۲۱
MUFA	۳/۸۸	۹/٤۵
n-3	۱/۲۳	٤/۲۵
n-6	۲/۱۱	۲/٦٤

نتایج حاصل از اندازه‌گیری عدد پراکسید نمونه‌های گوشت (جدول ۳) ثابت کرد که عدد پراکسید در طی نگهداری گوشت در دمای انجماد به‌طور آهسته افزایش می‌یابد و این افزایش در گوشت چرخ شده نسبت به گوشت چرخ نشده با شیب تندتری می‌باشد و بیشترین

مقدار عدد پراکسید مربوط به نمونه گوشت چرخ شده در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای انجماد بود.

جدول (۳)- میانگین ± انحراف معیار شاخص‌های اکسایشی نمونه‌های چرخ شده و چرخ نشده گوشت گوساله طی نگهداری در دمای انجماد

شاخص	نوع گوشت	زمان نگهداری (روز) ۱	۷	۱۴	۲۱	۲۸
پراکسید	چرخ شده	۰/۷۳ ± ۰/۰۵ ^{eA}	۰/۸۵ ± ۰/۰۷ ^{dA}	۰/۹۲ ± ۰/۰۵ ^{cA}	۱/۰۱ ± ۰/٤ ^{bA}	۱/۲ ± ۰/۰۲ ^{aA}
($meqO_2/kg$)	چرخ نشده	۰/٦۸ ± ۰/۰٤ ^{dA}	۰/۷۲ ± ۰/۰٦ ^{cB}	۰/۷۸ ± ۰/۰۸ ^{bB}	۰/۸ ± ۰/۰۲ ^{bB}	۰/۸۹ ± ۰/۰٤ ^{aB}
پیوند دوگانه مزدوج	چرخ شده	۰/۳۰ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۰/۳٤ ± ۰/۰۲ ^{dA}	۰/٤۱ ± ۰/۰۱ ^{cA}	۰/٤۸ ± ۰/۰۳ ^{bA}	۰/۵۱ ± ۰/۰۱ ^{aA}
(mmol/mg)	چرخ نشده	۰/۳۰ ± ۰/۰۱ ^{dA}	۰/۳۲ ± ۰/۰۱ ^{dB}	۰/۳۹ ± ۰/۰۳ ^{cB}	۰/٤٤ ± ۰/۰۲ ^{bB}	۰/٤۸ ± ۰/۰۱ ^{aB}
اسید تیوباربیتوریک	چرخ شده	۲/۷۲ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۳/۱۲ ± ۰/۰٤ ^{dA}	۳/۵۷ ± ۰/۰۱ ^{cA}	٤/۰۳ ± ۰/۰۳ ^{bA}	٤/۳۲ ± ۰/۰۱ ^{aA}
(mg MDA/kg)	چرخ نشده	۲/۷۰ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۲/۸۷ ± ۰/۰۱ ^{dB}	۳/۲۱ ± ۰/۰۳ ^{cB}	۳/٦۷ ± ۰/۰۲ ^{bB}	۳/۹۹ ± ۰/۰۱ ^{aB}

a, b, c, d حروف کوچک مشابه در هر سطر و A, B حروف بزرگ مشابه در هر ستون برای هر فاکتور نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد.

یافته‌های مربوط به شاخص پیوند دوگانه مزدوج (جدول ۳) نشان داد که این شاخص در طی نگهداری گوشت در دمای انجماد به‌طور آهسته افزایش می‌یابد و این افزایش در گوشت چرخ شده نسبت به گوشت چرخ نشده بیشتر بود. بیشترین مقدار شاخص پیوند دوگانه مزدوج مربوط به نمونه گوشت چرخ شده در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای انجماد بود.

جدول (۳) که نتایج مربوط به اندازه‌گیری اسید تیوباربیتوریک را نشان می‌دهد، مشخص نمود که در طی نگهداری گوشت در دمای انجماد شاخص تیوباربیتوریک اسید به‌طور آهسته افزایش می‌یابد و این افزایش در گوشت چرخ شده نسبت به گوشت چرخ نشده بیشتر بود. همان‌طور که نتایج نشان بیشترین مقدار اسید تیوباربیتوریک مربوط به نمونه گوشت چرخ شده در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای انجماد بود.

یافته‌های مربوط به شمارش باکتری‌های سرمادوست نمونه‌های گوشت چرخ شده و چرخ نشده در جدول (٤)، آورده شده است. این نتایج ثابت کرد که در طی نگهداری گوشت در دمای انجماد تعداد باکتری‌های سرمادوست نمونه‌های گوشت افزایش نمی‌یابد و این پدیده در گوشت چرخ شده و گوشت چرخ نشده یکسان می‌باشد.

جدول (٤)- نتایج شمارش باکتری‌های سرمادوست نمونه‌های چرخ شده و چرخ نشده گوشت گوساله (cfu/g) طی نگهداری در دمای انجماد

نمونه	زمان (روز) ۱	۷	۱٤	۲۱	۲۸
گوشت چرخ شده	ND	ND	ND	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰

گوشت چرخ نشده	ND	ND	ND	ND	کمتر از ۱۰

ND عدم ردیابی باکتری‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

تغییر در ترکیب اصلی مواد غذایی در حین ذخیره و نگهداری آن‌ها و آثار مطلوب و نامطلوب روش‌های فرآوری بر مواد خام اولیه یکی از موضوعات موردبررسی در مسائل تغذیه و سلامتی بوده است. بر این اساس میزان رطوبت نمونه‌های گوشت چرخ شده و چرخ نشده پس از نگهداری در دمای انجماد به‌تدریج کاهش پیدا کرد. بررسی‌ها نشان‌دهنده کاهش بیشتر رطوبت در نمونه چرخ شده بود. انجماد و خروج از انجماد خود می‌تواند عاملی در جهت کاهش رطوبت نمونه گوشت باشد و با توجه به این‌که گوشت چرخ شده در مقایسه با گوشت چرخ نشده سطح تماس بیشتری با هوا دارد لذا می‌تواند مستعد کاهش چشمگیر رطوبت باشد. در تائید این ادعا در یک مطالعه نشان دادند که ذخیره گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در دمای انجماد سبب کاهش چشمگیر میزان رطوبت آن می‌شود که دلیل آن می‌تواند تغییر بافت گوشت و ماهیت پروتئین‌های آن به هنگام چرخ کردن و افزایش سطح تماس باشد (Asgharzadeh-Kani *et al.*, 2008). در مطالعات دیگر نیز بیان داشتند با افزایش زمان نگهداری گوشت ماهی در انجماد، میزان رطوبت نمونه‌ها کاهش می‌یابد که با نتایج این بخش مطابقت داشت (Keyvan *et al.*, 2008). همچنین برای گوشت شترمرغ ماده به نتایج مشابهی دست یافتند (Leygonie and Hoffman, 2020).

در مطالعه حاضر در میزان چربی و خاکستر گوشت‌های نگهداری شده در شرایط انجماد تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. بررسی منابع علمی موجود نشان می‌دهد که با کاهش رطوبت، سایر ترکیبات گوشت نظیر پروتئین و مقدار چربی افزایش نشان می‌دهد که این نه به خاطر افزایش میزان چربی گوشت بلکه به دنبال جبران پدیده هدر رفت مشاهده می‌شود و ازآنجاکه در این مطالعه داده‌های چربی و خاکستر برحسب ماده خشک گزارش‌شده بود، تغییری در میزان این داده‌ها با افزایش زمان نگهداری و یا چرخ کردن گوشت مشاهده نگردید. در یک مطالعه اظهار داشتند با توجه به هدر رفت برخی از ترکیبات مواد غذایی نظیر رطوبت و پروتئین سایر اجزاء تشکیل‌دهنده آن ماده غذایی به‌طور جبرانی افزایش مختصری نشان خواهند داد که هدر رفت رطوبت در نمونه‌های چرخ شده نسبت به چرخ نشده بیشتر بود (Shabanpour *et al.*, 2015). نیز با بررسی اثر مدت‌زمان نگهداری به‌صورت منجمد بر روند تغییر کیفیت گوشت کپور نقره‌ای چرخ شده حاوی محافظ سرمایی، بیان داشتند که چرخ کردن گوشت و همچنین زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری بر میزان چربی گوشت ندارد (Asgharzadeh-Kani *et al.*, 2008). در یک مطالعه با بررسی اثر انجماد بر ویژگی‌های کیفی گوشت ماهیچه گاو خام و پخته بیان داشتند که به علت فعالیت لیپولیز میزان چربی نمونه‌ها کاهش یافت که با نتایج این بخش در تضاد بود (Kalantari and Alizadeh, 2021). در یک مطالعه بیان

داشتند که با افزایش زمان نگهداری در انجماد میزان خاکستر نمونه‌های گوشت افزایش می‌یابد که با نتایج این بخش در تضاد بود که علت این اختلاف نحوه گزارش میزان خاکستر بر مبنای وزن مرطوب در آن مطالعه بود (Hussein *et al.*, 2020).

برخلاف مقدار چربی و خاکستر در نمونه‌های گوشت نگهداری شده در دمای انجماد که تغییر معنی‌داری در این ویژگی‌ها روی نداد، مقدار پروتئین گوشت پس از نگهداری در فریزر دچار نقصان شد. اگرچه مقدار هدر رفت پروتئین در گوشت چرخ شده نسبت به گوشت چرخ نشده بیشتر بود اما این تفاوت ازنظر آماری معنی‌دار نبود. دلیل هدر رفت پروتئین خروج از انجماد نمونه‌های گوشت بوده که همراه با آب از بافت گوشت خارج می‌شوند. در این حالت نیز طبیعی به نظر می‌رسد که هدر رفت پروتئین در نمونه گوشت چرخ شده بیشتر از نمونه گوشت چرخ نشده باشد. نتایج بررسی حاضر درستی این ادعا را ثابت نمود، چون در روز ۲۸ نگهداری نمونه‌های گوشت بیشترین مقدار کاهش پروتئین مربوط به نمونه گوشت چرخ شده بود. تغییرات پروتئین در گوشت ممکن است به کاهش تردی و آبدار بودن، از دست دادن طعم و بی‌رنگی منتهی شود (Rowe *et al.*, 2004). انجماد و انجماد زدایی باعث آسیب به ساختار گوشت از طریق آزادسازی آنزیم‌های لیزوزومی و میتوکندریایی، آهن و سایر پراکسیدان‌ها می‌شود که شدت و سرعت اکسیداسیون پروتئین‌ها را افزایش داده است. نگهداری در انجماد منجر به کاهش میزان پروتئین گوشت گوسفند، گاو، بوفالو و مرغ می‌گردد که با نتایج این بخش در تطابق بود (Hussein *et al.* 2020).

در بررسی حاضر ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های گوشت چرخ شده و چرخ نشده نگهداری شده در فریزر پس از ۲۸ روز به کمک کروماتوگرافی گازی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ازنظر اسیدهای چرب بلند زنجیر غیراشباع تفاوتی بین گوشت چرخ شده با گوشت چرخ نشده وجود ندارد. در یک یافته، ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های گوشت ذخیره‌شده در دمای انجماد را بررسی نمودند و دریافتند که باگذشت زمان نگهداری بر غلظت اسیدهای چرب با پیوند دوگانه غیراشباع افزوده خواهد شد. علت بالاتر بودن میزان اسیدهای چرب n-3 و n-6 در گوشت‌های چرخ نشده نسبت به نمونه‌های چرخ شده را می‌توان به اکسید شدن سریع‌تر این اسیدهای چرب در گوشت‌های چرخ شده نسبت داد (Zymon *et al.*, 2007). در مطالعه دیگری بیان داشتند تا ٦٠ روز نگهداری گوشت شترمرغ در حالت انجماد تغییر محسوسی بر پروفایل اسیدهای چرب آن روی نمی‌دهد (Horbanczuk *et al.*, 2015).

در مطالعات مختلف که تغییرات شاخص‌های اکسیداتیو را به روش‌های مختلف در نمونه‌های گوشت بررسی کرده‌اند، یک یا چند شاخص اکسایش چربی مانند تغییرات عدد پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید و شاخص پیوند دوگانه مزدوج به‌عنوان شاخص‌های اکسایش موردبررسی قرارگرفته‌اند. در بررسی حاضر از شاخص عدد پراکسید که نشان‌دهنده محصولات اولیه واکنش اکسیداسیون است، استفاده شد. نتایج بررسی حاضر نشان داد که میزان عدد پراکسید در روز ۲۸ نگهداری در دمای انجماد به‌طور نسبی افزایش پیدا می‌کند. در یک مطالعه نشان دادند که شاخص عدد

پراکسید در گوشت گربه‌ماهی نقره‌ای ذخیره‌شده در دمای انجماد ثابت می‌ماند (Weber *et al*., 2008). واکنش‌های شیمیایی در گوشت منجمد شده در دماهای زیر ۲۰- درجه سلسیوس نیز می‌تواند اتفاق بیافتد. ازآنجاکه آب باقی‌مانده در این دماها برای اغلب واکنش‌ها کافی است و همچنین انجماد بخشی از آب باعث افزایش در غلظت مواد محلول در فضای داخل و خارج سلولی می‌شود، دلیلی برای افزایش واکنش‌های شیمیایی در طول نگهداری انجماد است (Kalantari and Alizadeh, 2021).

در این مطالعه سنجش شاخص پیوندهای دوگانه مزدوج نشان داد که این شاخص در نمونه‌های گوشت افزایش پیدا می‌کند. این افزایش در نمونه چرخ شده نسبت به گوشت چرخ نشده بیشتر بود. در مطالعه دیگری به این نتیجه رسیدند که شاخص پیوند دوگانه مزدوج در نمونه گوشت ماهی نگهداری شده در فریزر افزایش پیدا می‌کند (Weber *et al*., 2008). افزایش پیوندهای دوگانه مزدوج یکی از شاخص‌های افزایش اکسیداسیون محسوب می‌شود و کم بودن مقدار این شاخص در نمونه گوشت چرخ نشده احتمالاً به دلیل کم بودن سطح تماس و عدم به وجود آمدن ترکیبات اولیه اکسیداسیون است. در مراحل بعدی اکسیداسیون چربی‌ها عمل تغییر محل پیوند دوگانه صورت می‌گیرد و بخشی از سیستم غیر مزدوج پیوندهای دوگانه به‌صورت مزدوج تغییر می‌کند و درنهایت اختتام اکسایش با اندازه‌گیری شاخص اسید باربیتوریک که معرف حضور و غلظت مالون آلدهید است، ارزیابی می‌گردد. مطالعات نشان داده‌اند که در طول فرآوری و نگهداری گوشت در یخچال و فریزر اسید تیوباربیتوریک از بین نمی‌رود (Rhee and Myers, 2003).

در یک مطالعه نتیجه گرفتند که در گوشت بوفالو شاخص اسید تیوباربیتوریک شاخص مناسبی برای ارزیابی اکسایش چربی‌ها است، چون در مقایسه با سایر شاخص‌ها تغییرات بیشتری را متحمل می‌شود (Juarez *et al*., 2010). مطالعه حاضر نیز نتایج نشان داد که اولاً شاخص اسید تیوباربیتوریک در هر دو نمونه گوشت (چرخ شده و چرخ نشده) افزایش می‌یابد و در ثانی میزان افزایش آن از دو شاخص دیگر یعنی عدد پراکسید و پیوندهای مزدوج دوگانه بیشتر است. این محققان همچنین ثابت کردند که اگر گوشت نگهداری شده در این شرایط برای تهیه کباب مورداستفاده قرار بگیرد، شاخص اسید تیوباربیتوریک به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند. شاخص اسید تیوباربیتوریک برای بررسی پتانسیل ایجاد ترکیبات سمی و یکی از عوامل ایجاد بیماری‌های قلبی- عروقی مورداستفاده قرار می‌گیرد.

در بررسی حاضر شمارش باکتری‌های سرمادوست نمونه‌های گوشت نشان داد که در طول نگهداری گوشت در فریزر تغییر قابل‌توجهی در ظهور و تعداد باکتری‌های سرمادوست به وجود نمی‌آید. نتایج درواقع نشان داد که از این نظر تفاوتی بین نمونه‌های گوشت چرخ شده و چرخ نشده وجود ندارد. این یافته با نتایج یک مطالعه مطابقت دارد که نشان دادند که باکتری‌های سرمادوست در گوشت نگهداری شده در فریزر تا ۱٤ روز ظاهر نمی‌شوند. اگرچه به نظر می‌رسد دست‌کاری مراحل چرخ کردن بتواند در ظهور و افزایش باکتری‌های سرمادوست گوشت مؤثر باشد، اما در عمل این پدیده در مطالعه حاضر مشاهده نشد (Dadfar *et*

al., 2013). در مطالعه دیگری نشان دادند که انجماد منجر به کاهش باکتری‌ها نسبت به گوشت تازه می‌گردد (Ziauddin *et al*., 2014).

نتایج این مطالعه که باهدف بررسی روند تغییرات ویژگی‌های کیفی، اکسایشی و میکروبی گوشت چرخ شده و نشده گوساله صورت گرفت، نشان داد که با افزایش زمان نگهداری (تا ۲۸ روز)، میزان رطوبت و پروتئین کاهش ولی میزان شاخص پراکسید، پیوند دوگانه مزدوج و تیوباربیتوریک اسید افزایش یافت و تغییر معنی‌داری در میزان چربی و خاکستر نمونه‌ها روی نداد. میزان شاخص‌های اکسایشی پراکسید، پیوند دوگانه مزدوج و تیوباربیتوریک اسید در گوشت چرخ شده گوساله بیش از گوشت چرخ نشده بود. در پایان می‌توان گفت که نگهداری در حالت انجماد برای گوشت چرخ نشده مناسب‌تر از گوشت چرخ شده می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماکو ابراز می‌دارند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی جهت اعلام ندارند.

منابع

- AOAC. (2008). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- AOCS. (1993). Official methods and recommended practices of the American oil chemists' society, AOCS Press, Champaign, IL. p.762.
- Asgharzadeh-Kani, A., Shabanpour, B., Hoseini, H., Abbasi, M. and Ghafari, H. (2008). Comparison of chemical characteristics of derived mince and surimi from silver carp (*Chypophthalmichthys molitrix*) as a seafood raw material. Journal of Research and Construction on Animal and Fish Farming, 79: 197-199. [In Persian]
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial propertied and potential application in foods-are view. International Journal of Food Microbiology, 94 (3): 223- 253.
- Dadfar, S., Mirlohi, M. and Ghasemi Pirbalouti, A. (2013). Antimicrobial effect of *Saturejaba chtiarica* essential oil in ground beef contaminated with *Pseudomonas aeruginosa* during refrigerated period. Journal of Health System Research, 9(13): 1630-1637. [In Persian]
- Downes, F.P. and Ito, K. (1992). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3nd Edition, American Public Health Association, Washington, DC. pp.17- 42.
- Falahi, M. (1996). Meat Science. Bartholomew Publications. First volume. 29-50. [In Persian]
- Gomez-Estaca, J., Montero, P., Giménez, B. and Gómez-Guillén, M. (2009). Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 105(2): 511-520.
- Harris, W.S. (1997). The n-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. The American Journal of Clinical Nutrition, 65(5): 16455- 16545.
- Horbańczuk, J.O., Polawska, E., Wójcik, A. and Hoffman L.C. (2015). Influence of frozen storage on the fatty acid composition of ostrich meat enriched with linseed and rapeseed. African Journal Animal Science, 45(2): 129-136.

- Hussein, H.A., Noori Salman, M. and Jawad, A.M. (2020). Effect of freezing on chemical composition and nutritional value in meat. Drug Invention Today, 13(2): 329-334.
- Javaheri Baboli, M., Choi, R., Askary Sary, A. and Roomiani, L. (2012). Effect of freezing on the chemical quality changes and fatty acid composition of cultured shrimp muscle (*Litopenaeus vannamei)*. Iranian Scientific Fisheries Journal, 21(3): 31-44. [In Persian]
- Juarez, M., Failla, S., Fiecco, A., Pena, F., Aviles, C. and Polvillo, O. (2010). Chemical and lipid composition of buffalo meat as affected by different cooking methods. Food and Bioproducts Processing, 88: 145-148.
- Kalantari, S. and Alizadeh, A. (2021). Effect of freezing on raw and cooked beef quality during five months of storage. Journal of Food Researches, 30(4): 81-92. [In Persian]
- Keyvan, A., Moini, S., Ghaemi, N., Haghdoost, A.A., Jalili, S. and Pourkabir, M. (2008). Effect of frozen storage on lipid deterioration and protein denaturation during Caspian Sea white fish (*Rutilus frisii kutum*). Journal of Fisheries and Aquatic Science, 3(6):404-409.
- Leygonie, C. and Hoffman, L.C. (2020). Effect of different combinations of freezing and thawing rates on the shelf-life and oxidative stability of ostrich moon steaks (*M. femorotibialis medius*) under retail display conditions. Foods, 9(1624): 1-16.
- Leygonie, C., Britz, T. and Hoffman, L.C. (2012). Impact of freezing and thawing on the quality of meat. Meat Science, 91: 93-98.
- Rhee, K.S. and Myers, C.E. (2003). Sensory properties and lipid oxidation in aerobically refrigerated cooked ground goat meat. Meat Science, 66: 189-194.
- Rokni, N. (2015). Meat Science and Industry. Institute of Printing and Publishing, University of Tehran, pp.12-33. [In Persian]
- Rowe, L.J, Maddock, K.R, Lonergan, S.M and Huff-Lonergan, E. (2004). Influence of early postmortem protein oxidation on beef quality. Journal of Animal Science, 82(3): 785-93.
- Shabanpour, B., Asghar Zadeh, A., Hosseini, H. and Abbasi, M. (2008). Lipid Quality Changes of Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during Frozen Storage. Journal of Agriculture and Natural Resources, 15(1): 38-43. [In Persian]
- Van Dijk, D. and Houba, V.J. (2021). Homogeneity and stability of material distributed within the wageningen evaluating programs for analytical laboratories. Common Soil Science Plant Anal, 31:1745-1756.
- Wang, F., Liang, R., Zhang, Y., Gao, S., Zhu, L., Niu, L. *et al*., (2021). Effects of packaging methods combined with frozen temperature on the color of frozen beef rolls. Meat Science, p.171.
- Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victoria, A.M. and Emanuelli, T. (2008). Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate, and fatty acid composition of silver catfish fillets. Food Chemistry, 106: 140-146.
- Ziauddin, S.K, Rao, D.N, Ramesh, B.S. and Amla, B.L. (2014). Effect of freezing, thawing and frozen storage on microbial profiles of Buffalo meat. Journal Food Science and Technology, 30: 465-7.
- Zymon, M., Strzetelski, J., Pustkowiak, H. and Sosin, E. (2007). Effect of freezing and frozen storage on fatty acid profile of calves' meat. Polish Journal Food Nutrition Science, 57(4): 647-650.