



# Survey on the Effects of Electron Beam Irradiation on Chemical Quality And Sensory Properties on Ostrich Meat

Ali Heydari(MS.c)<sup>1</sup>, Hamidreza Gheisari(Ph.D)<sup>2</sup>, Seyed Ali Yasini Ardakani(Ph.D)<sup>3</sup>, Fateme Akrami-Mohajeri(Ph.D)<sup>4</sup>, Morteza Mohammadzade(Ph.D)<sup>5</sup>

1.M.Sc in Food Safety and Hygiene, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2.Associate Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran 3.Associate Professor, Department of Food science and Technology, Islamic Azad university, Yazd Branch Yazd, Iran

4.Corresponding Author: Assistant Professor, Zoonotic Diseases Research Center, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Email: fateme.akrami@gmail.com Tel:09136517764

5.Ph.D Student, in Biostatistics, Faculty of medical science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

## Abstract

**Introduction:** Irradiation of intervention techniques in order to effectively control food-borne pathogens that reduce microbial load and increase the shelf-life.

**Methods:** In this study, ostrich meat were treated with electron beam 1.5, 3 and 5 kGy doses and stored in temperature  $1 \pm 4^\circ \text{C}$  for 15 days. With 5 day intervals after irradiation, chemical and organoleptic changes were evaluated. The amount of total volatile nitrogen (TVN) and thiobarbituric acid (TBA) were measured to evaluate the chemical changes.

**Results:** Irradiation significantly reduces the amount of TVN in the samples. It also increases the amount of thiobarbituric acid in the irradiated samples was statistically significant direct relationship with the irradiation and during storage, and despite the increase in thiobarbituric acid, irradiation had no significant effect on the sensory properties of ostrich meat.

**Conclusion:** The results show that electron beam irradiation of ostrich meat with increased storage time for at least two weeks at refrigerator temperature without a noticeable change in the organoleptic properties of the meat.

**Keywords:** irradiation, electron beam, ostrich meat, chemical quality, organoleptic properties

**Conflict of interest:** The authors declared that there is no Conflict interests.



### This Paper Should be Cited as:

Survey on the Effects of Electron Beam Irradiation on Chemical Quality And Sensory.... J Tolooebhdasht Sci 2017; 16(3): 56-66. [Persian]



# بررسی اثر باریکه الکترونی بر کیفیت شیمیایی و خواص حسی گوشت شتر مرغ نویسندگان: علی حیدری<sup>۱</sup>، حمیدرضا قیصری<sup>۲</sup>، سید علی یاسینی اردکانی<sup>۳</sup>، فاطمه اکرمی<sup>۴</sup>، مرتضی محمدزاده<sup>۵</sup>

۱. کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد  
 ۲. دانشیار گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز  
 ۳. دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یزد  
 ۴. نویسنده مسئول: استادیار مرکز تحقیقات بیماری‌های مشترک انسان و حیوان، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد تلفن تماس: ۰۹۱۳۶۵۱۷۷۶۴ Email: fateme.akrami@gmail.com  
 ۵. دانشجوی دکترای آمار زیستی، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

## چکیده

**مقدمه:** پرتودهی یکی از استراتژی‌های مداخله‌گر به منظور کنترل مؤثر میکروارگانیسم‌های پاتوژن منتقله از غذا می‌باشد که باعث کاهش بار میکروبی و افزایش مدت‌زمان نگهداری گوشت می‌شود.

**روش بررسی:** مطالعه حاضر به صورت مداخله‌ای (تجربی) انجام شد. در این مطالعه نمونه‌های گوشت شتر مرغ با باریکه الکترونی به میزان ۱/۵، ۳ و ۵ کیلوگری مورد تیمار قرار گرفته و در دمای  $1 \pm 4^\circ\text{C}$  به مدت ۱۵ روز نگهداری شدند. پس از پرتودهی در بازه‌های زمانی ۵ روزه، به مدت ۱۵ روز تغییرات شیمیایی و ارگانولپتیکی گوشت مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین میزان ازت فرار تام و اسید تیوباریتوریک برای بررسی تغییرات شیمیایی اندازه‌گیری گردید.

**یافته‌ها:** پرتودهی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش میزان ازت فرار تام در نمونه‌های پرتودیده شد. همچنین افزایش میزان اسید تیوباریتوریک نیز در نمونه‌های پرتودیده شده معنی‌دار بود که با دوز پرتودهی و طول مدت نگهداری رابطه مستقیم داشت و علی‌رغم افزایش میزان اسید تیوباریتوریک، پرتودهی اثر معنی‌داری بر خواص حسی گوشت شتر مرغ نداشت.

**نتیجه‌گیری:** پرتودهی با کاهش میکروارگانیسم‌های مولد فساد و بهبود کیفیت میکروبی، با حفظ خواص حسی باعث افزایش مدت نگهداری حداقل به مدت دو هفته در دمای یخچال گردید. با توجه به افزایش میزان اکسیداسیون در دوزهای بالای باریکه الکترونی و نبود تفاوت معنی‌دار در دوزهای مورد مطالعه در کاهش میزان کل ازت فرار تام به‌منظور حفظ سلامت غذایی گوشت شتر مرغ علاوه بر افزایش میزان مدت نگهداری محصول، توصیه می‌شود از دوزهای ۱/۵ و ۳ برای پرتودهی گوشت شتر مرغ استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:** پرتودهی، باریکه الکترونی، گوشت شتر مرغ، کیفیت شیمیایی، خواص حسی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد است.

## طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال شانزدهم

شماره: سوم

مرداد و شهریور ۱۳۹۶

شماره مسلسل: ۶۳

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۰



## مقدمه

شترمرغ (*Struthiocamelus*) بزرگ‌ترین پرنده زنده و متعلق به خانواده سینه پنهان می‌باشد و در بیشتر کشورهای جهان به منظور تولید گوشت پرورش می‌یابد. گوشت شترمرغ نسبت به گوشت دام‌های دیگر دارای مزیت‌های بسیاری می‌باشد، به طوری که به عنوان گوشت قرمز برتر و گوشت قرن بیست و یکم معرفی شده است. خصوصیات حسی گوشت شترمرغ مانند بافت، آبداری و طعم بسیار شبیه به گوشت گاو، مورد علاقه مصرف‌کنندگان است (۱،۲). گوشت شترمرغ از ارزش خوراکی بالایی برخوردار است و یکی از کم‌چرب‌ترین و سالم‌ترین نمونه‌های گوشت قرمز در دسترس است. میزان کالری، کلسترول و چربی گوشت شترمرغ از گوشت مرغ و بوقلمون کمتر است. میزان اسید چرب امگا ۳ و اسیدهای چرب غیراشباع آن در مقایسه با سایر گوشت‌ها سطح پایینی از اسیدهای چرب تک غیراشباع و سطح بالایی از اسیدهای چرب چند غیراشباع را داراست. کم بودن سدیم آن، گوشت شترمرغ را برای بیماران قلبی عروقی، افراد با چربی خون بالا، کسانی که اضافه‌وزن دارند و برای سالمندان بهینه کرده است. از برتری‌های این گوشت داشتن عنصرهای سودمند فراوانی مانند آهن، روی و منیزیم است (۳)، به طوری که میانگین محتوای عناصر معدنی در گوشت شترمرغ (۱/۲۹٪) بیشتر از گوشت مرغ (۱/۱۷٪) است و بالاترین میزان آهن را در بین سایر گوشت‌ها دارا است (۳). تردی از ویژگی‌های بارز گوشت شترمرغ است که این ویژگی به علت مقدار کم اسیدهای چرب اشباع و نسبت کم اسید آمینه کلاژن به پروتئین است. مقدار پایین کلاژن باعث هضم آسان و جویدن بهتر می‌شود. گوشت شترمرغ در طول پخت آب زیادی از دست

نمی‌دهد که بافت و آبدار بودن گوشت را تضمین می‌کند (۱). استفاده قسمت خوراکی لاشه محدود به ران است و تفاوت چندانی در محتوای اسید چرب، کلسترول و چربی در عضلات شترمرغ وجود ندارد (۴). مدت زمان نگهداری گوشت شترمرغ در دمای یخچال و بسته‌بندی معمولی ۳ روز می‌باشد (۵). به دلیل آلودگی لاشه در طول زنجیره کشتار، در طول مدت زمان ماندگاری به دلیل رشد میکروارگانیسم‌ها گوشت فاسد می‌شود. از بین روش‌های مختلف برای افزایش زمان ماندگاری گوشت، اخیراً تکنیک پرتودهی جهت بهبود بخشیدن ایمنی محصول مورد توجه قرار گرفته است. پرتودهی از استراتژی‌های مداخله‌گر به منظور کنترل مؤثر در نابودی میکروارگانیسم‌های پاتوژن منتقله از غذا است که باعث کاهش بار میکروبی و افزایش مدت زمان نگهداری گوشت می‌شود (۶). اشعه دهی مواد غذایی نوعی فرایند سرد برای نگهداری غذا محسوب می‌شود که در طول ۵۰ سال گذشته مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. پرتودهی در حجم وسیع و اشغال فضای کم از مزایای به کارگیری پرتو الکترونی است. این روش ضمن اینکه نتایج سودمندی به همراه دارد، ترکیبات سمی و یا رادیواکتیو نیز در ماده غذایی ایجاد نمی‌کند (۷).

بر اساس کمیته متخصصین (FAO/WHO/IAEA) پرتو دادن به هر ماده غذایی حداکثر تا میزان ۱۰ کیلوگری مجاز و عاری از هرگونه خطر توکسیکولوژیک برای مصرف‌کننده خواهد بود (۹). پرتودهی از بهترین تکنیک‌ها برای اطمینان از ایمنی میکروبی، حفظ ویژگی‌های مغذی و کیفیت حسی گوشت است. باین وجود باعث برخی تغییرات نامطلوب شیمیایی در گوشت و ماکیان می‌شود. یکی از عوارض نامطلوب پرتودهی



با حداکثر قدرت ۱۰۰ کیلووات و ۱۰ مگا الکترونولت انرژی دستگاه تحت تأثیر پرتوهای الکترون شتابدار قرار گرفتند. نمونه‌های قرار گرفته در محفظه دستگاه ۱.۵، ۳ و ۵ کیلوگری پرتو دریافت کردند. برای اندازه‌گیری میزان پرتو جذب شده از فیلم‌های دزیمتری FWT استفاده گردید. این فیلم‌ها که برای ارزیابی صحت فرایند پرتودهی طراحی شده‌اند، فیلم‌های بی‌رنگ و نازکی هستند که به تدریج در اثر جذب پرتو، آبی‌رنگ می‌شوند. بعد از پرتودهی نمونه‌ها داخل یخچال قابل حمل به آزمایشگاه منتقل و در یخچال با دمای  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  نگهداری شدند. اندازه‌گیری میزان کل بازهای نیتروژنی فرار (Total volatile nitrogen) TVN با روش کلدال انجام شد. به بالن تقطیر کلدال ۱۰ گرم از نمونه گوشت، ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب و چند قطعه سنگ جوش اضافه شد. در یک ارلن مایر به ظرفیت ۵۰۰ تا ۷۰۰ سانتیمتر مکعب که به‌عنوان ظرف گیرنده زیر قسمت سردکننده دستگاه تقطیر قرار گرفت. ۲۵ میلی‌لیتر از محلول ۲ درصد اسید بوریک و چند قطره معرف متیل قرمز اضافه شد. دستگاه تقطیر را وصل کرده و محتوی بالن تقطیر حرارت داده شد. بطوریکه در مدت ۱۰ دقیقه بجوش آمد و با همین مقدار حرارت مدت ۲۵ دقیقه عمل تقطیر ادامه داده شد. محلول تقطیر شده به وسیله اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال تیترا شد. برای محاسبه، مقدار مصرف اسیدسولفوریک را در ۱۴ ضرب و مقدار ازت فرار برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه شد (۹). برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون چربی‌ها، اندازه‌گیری تیوباربتوریک اسید TBA (Thiobarbituric acid) با روش اسپکتوفتومتری انجام شد. دو گرم گوشت خرد شده را با ۸ میلی‌لیتر محلول آبی ۵ درصد

اکسیداسیون لیپیدی است که باعث ایجاد بوی نامطلوب و همچنین تغییر رنگ در گوشت می‌شود. تغییرات شیمیایی گوشت‌های اشعه یافته به وسیله تولید رادیکال‌های آزاد در طول اشعه دهی آغاز می‌شود و تولید سولفور فرار و مونوکسید کربن از طریق واکنش بین ترکیبات گوشت و رادیکال‌های آزاد صورت می‌گیرد. واکنش‌های شیمیایی، اکسیداسیون چربی، تولید مواد فرار و تولید گاز باعث ایجاد تغییراتی در کیفیت و ویژگی‌های حسی گوشت خام می‌گردد (۸). در این مطالعه خواص حسی و کیفیت شیمیایی گوشت شترمرغ پس از پرتودهی با باریکه الکترونی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### روش بررسی

مطالعه حاضر به صورت مداخله‌ای (تجربی) انجام شد. نمونه‌ها از لاشه چهار شترمرغ و از ناحیه فوقانی ران شامل ماهیچه (femorotibialis medius)، تهیه شد. پس از جداسازی چربی‌های سطحی، هر ماهیچه به ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر و به وزن ۱۱۰-۱۰۰ گرم برش داده و به صورت تصادفی به چهار گروه تقسیم و در نایلون‌های استریل پلی‌اتیلن با دانسیته کم بسته‌بندی شد.

یکی از گروه‌ها در پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای سازمان انرژی اتمی یزد به مقدار ۱/۵ کیلوگری و گروه دیگر به مقدار ۳ کیلوگری و آخرین گروه ۵ کیلوگری باریکه الکترونی داده شد و گروه چهارم به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نمونه‌ها در یخچال با دمای  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  به مدت ۱۵ روز نگهداری شد و با فاصله زمانی ۵ روز ارزیابی‌های زیر بر روی نمونه‌ها انجام شد. نمونه‌های گوشت شترمرغ در پژوهشگاه کاربرد پرتوهای یزد، با دستگاه پرتودهی رودترون مدل TT2000، ساخت بلژیک،



مهتابی و آفتابی و در دمای محیط، نمونه‌ها را ارزیابی کردند. ترتیب ارائه نمونه‌ها از یک ارزیاب به ارزیاب دیگر متفاوت بود. برای ارزیابی بافت، کارکنان با دستکش نمونه‌ها را لمس کردند (۱۱، ۱۲). آزمایش‌ها در کلیه مراحل با ۳ تکرار انجام گرفت و نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار Spss و با آزمون آنالیز واریانس مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. از آزمون توکی برای بیان معنی دار بودن نتایج در سطح  $(P < 0/05)$  استفاده شد. نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار (SE) بیان شده است.

#### یافته‌ها

میزان کل ازت فرار تام (TVN)، بیانگر میزان ازت فرار حاصل از تجزیه پروتئین گوشت است. تجزیه پروتئین توسط میکروارگانیزم‌های عامل فساد با ترشح آنزیم‌های پروتئولیتیک صورت می‌گیرد. نتایج حاصل از میزان TVN بر حسب میلی گرم ازت در ۱۰۰ گرم گوشت شتر مرغ در نمونه شاهد و پرتو دهی شده (۱/۵، ۳، ۵ کیلوگری) در جدول ۱ نمایش داده شده است.

تری کلرواستیک اسید و ۵ میلی لیتر محلول ۰/۸ درصد بوتیل هیدروکسی آنیزول (۰/۸ درصد در صد میلی لیتر n-هگزان) مخلوط و سپس به مدت ۳۰ ثانیه در سرعت بالا هموزن شد. مخلوط حاصل به مدت ۳ دقیقه و با دور ۳۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شد. لایه رویی را جدا کرده و لایه زیرین با محلول آبی ۵ درصد تریکلرواستیک اسید به حجم ۱۰ میلی لیتر رسانده شد. ۲/۵ میلی لیتر از محلول حاصل به یک لوله درب دار منتقل و ۱/۵ میلی لیتر از محلول آبی ۰/۸ درصد اسید تیوباریتوریک به آن اضافه شد. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۰ در حمام آب گرم قرار داده شد. پس از سرد شدن محلول فوق، رنگ حاصل در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت شد (۱۰). ارزیابی حسی بر مبنای روش Hedonic Scale با مقیاس ۱ تا ۹ انجام شد. عدد ۹ نشان دهنده بیشترین خوشایندی و عدد ۱ نشان دهنده بیشترین ناخوشایندی است. نمونه‌ها به طور تصادفی در بشقاب یک بار مصرف کدگذاری شده بدون رنگ قرار داده شدند. ارزیاب‌ها به طور هم زمان و به صورت مجزا تحت تابش نور فلورسنت

جدول ۱: میزان کل ازت فرار (TVN) در نمونه‌های کنترل و پرتو دهی شده گوشت شتر مرغ در طول نگهداری در دمای  $1 \pm 4^\circ\text{C}$

نوع آزمایش	دوز پرتو دهی (کیلوگری)	روز صفر	۵	۱۰	۱۵
میزان کل ازت فرار تام	کنترل	$10/0 \pm 68/27^{a,w}$	$17/0 \pm 43/1^{a,x}$	$29/0 \pm 73/32^{a,y}$	$39/0 \pm 37/35^{a,z}$
(میلی گرم ازت)	۱/۵	$10/0 \pm 54/36^{a,w}$	$13/0 \pm 33/12^{b,x}$	$14/0 \pm 67/09^{b,y}$	$21/0 \pm 8/21^{b,z}$
در ۱۰۰ گرم)	۳	$9/0 \pm 87/38^{a,w}$	$12/0 \pm 03/03^{c,x}$	$13/0 \pm 03/18^{c,x}$	$16/0 \pm 7/26^{c,y}$
	۵	$9/0 \pm 83/68^{a,w}$	$11/0 \pm 73/19^{c,x}$	$12/0 \pm 27/09^{c,x}$	$15/0 \pm 53/23^{c,y}$

حروف غیرمشابه در یک سطر (w-z) و ردیف (a-d) نشان دهنده اختلاف معنی دار است  $(P < 0/05)$



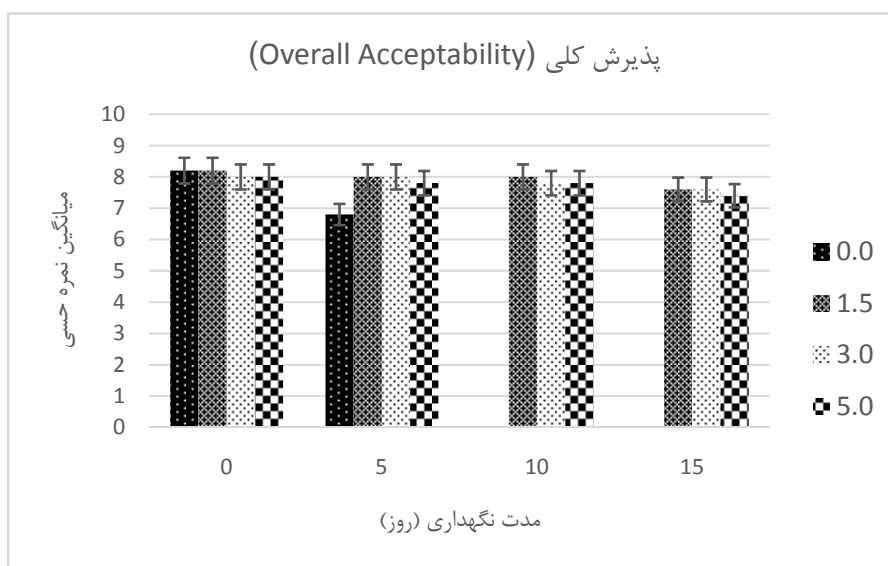
بررسی ویژگی‌های حسی: نتایج بررسی‌های حسی بر روی نمونه‌های شاهد و پرتو دهی شده گوشت شتر مرغ در طول زمان نگهداری در دمای  $1 \pm 4^\circ\text{C}$  با ارزیابی پذیرش کلی در نمودار شماره ۱ نمایش داده شده است. خواص حسی نمونه‌های شاهد و پرتو دهی شده در روز اول نمره قابل قبول دریافت کردند. در روز دهم نگهداری، نمونه‌های شاهد به علت فساد میکروبی بر اثر رشد میکروارگانیزم‌ها و اکسیداسیون چربی، بوی نامناسب و حالت لزج داشتند و به عنوان نمونه‌های ضعیف تلقی شده و حذف شدند. در مورد نمونه‌های پرتو دهی شده در طول نگهداری خواص حسی کاهش یافت ولی تا روز پانزدهم نمره قابل قبول ( $6 >$  امتیاز) دریافت کردند.

کمترین مقدار TVN مربوط به نمونه پرتو دهی شده با دوز ۵ کیلوگرمی به میزان  $9/83$  میلی گرم ازت در  $100$  گرم گوشت در روز اول و بیشترین مقدار به میزان  $39/37$  میلی گرم ازت در  $100$  گرم گوشت مربوط به نمونه شاهد در روز پانزدهم است. اکسیداسیون چربی‌ها: میزان تیوباریتوریک اسید بر حسب میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت در نمونه‌های شاهد و پرتو دهی شده در جدول ۲ نمایش داده شده است. کمترین میزان مالون آلدئید مربوط به نمونه شاهد در روز اول به میزان  $0/13$  میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت و بیشترین میزان  $2/01$  میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت مربوط به دوز  $5$  کیلوگرمی و روز پانزدهم بود.

جدول ۲: میزان اسید تیوباریتوریک (TBA) در نمونه‌های کنترل و پرتو دهی شده گوشت شتر مرغ در طول نگهداری در دمای  $1 \pm 4^\circ\text{C}$

روز آزمایش				دوز پرتو دهی (کیلوگرمی)	نوع آزمایش
۱۵	۱۰	۵	روز صفر		
$0/0 \pm 86/02^{a,z}$	$0/0 \pm 44/01^{a,y}$	$0/0 \pm 2/2^{a,x}$	$0/0 \pm 13/01^{a,w}$	کنترل	میزان تیوباریتوریک اسید
$1/0 \pm 29/02^{b,z}$	$0/0 \pm 68/02^{b,y}$	$0/0 \pm 5/01^{b,x}$	$0/0 \pm 3/01^{b,w}$	۱/۵	(TBA میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم گوشت)
$1/0 \pm 55/02^{c,z}$	$0/0 \pm 99/01^{c,y}$	$0/0 \pm 7/01^{c,x}$	$0/0 \pm 52/01^{c,w}$	۳	(کیلوگرم گوشت)
$2/0 \pm 01/02^{d,z}$	$1/0 \pm 32/02^{d,y}$	$0/0 \pm 89/01^{d,x}$	$0/0 \pm 69/01^{d,w}$	۵	

حروف غیر مشابه در یک سطر (w-z) و ردیف (a-d) نشان دهنده اختلاف معنی دار است ( $P < 0/05$ ).



نمودار ۱: ویژگی حسی (پذیرش کلی) در نمونه‌های کنترل و پرتودهی شده گوشت شترمرغ در طول نگهداری در دمای  $10 \pm 4^\circ\text{C}$

## بحث و نتیجه‌گیری

میزان اکسیداسیون به میزان چربی و پروفایل اسید چرب موجود در چربی گوشت بستگی دارد. محتوای چربی داخل عضلانی گوشت شترمرغ به‌طور میانگین  $2/3\%$  است که بیش از  $75\%$  آن از چربی غیراشباع تشکیل شده است (۲). گوشت شترمرغ حاوی سطح پایینی از اسیدهای چرب تک غیراشباع و سطح بالایی از اسیدهای چرب چندگانه غیراشباع در مقایسه با سایر گوشت‌ها است (۱۳، ۱۴). بنابراین چربی گوشت شترمرغ نسبت به پرتودهی حساس است. تماس با اکسیژن در طول نگهداری بعد از پرتودهی میزان اکسیداسیون چربی را افزایش می‌دهد. رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در طول پرتودهی با اکسیژن ترکیب می‌شوند و هیدروپروکسیدها را تشکیل می‌دهند که از تجزیه آن ترکیبات مختلف آلدئیدی تولید می‌شوند.

با افزایش دوز پرتودهی و مدت‌زمان نگهداری میزان TBA در نمونه‌ها افزایش می‌یابد (۹، ۱۵). نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق

با گزارش بسیاری از محققین تطابق دارد. فلاح زاده و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که پرتودهی اشعه گاما با دوزهای  $1/5$  و  $3$  کیلوگری و نگهداری در دمای  $4$  درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری باعث افزایش TBA در گوشت شترمرغ می‌شود (۹). در گزارشی دیگر گومز و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند پرتودهی گوشت مرغ با دوز  $3$  و  $4$  کیلوگری و نگهداری در دمای یخچال به مدت  $21$  روز به‌طور معنی‌داری میزان TBA را افزایش می‌دهد. همچنین ایاری و همکاران (۲۰۱۶)، اسویت و همکاران (۲۰۰۶)، و کیم و همکاران (۲۰۰۲) در پرتودهی گوشت گاو، مرغ، بره، بوقلمون، خوک و گاو نتایج مشابهی را گزارش کردند (۲۰-۱۶). در گزارشی اومیت و همکاران (۲۰۱۳) اعلام کردند پرتودهی پروفایل اسید چرب را در گوشت تغییر می‌دهد و باعث افزایش اسیدهای چرب اشباع و ترانس و کاهش اسیدهای چرب تک و چند غیراشباعی می‌شود و در نهایت به‌طور معنی‌داری میزان TBA را افزایش می‌دهد (۱۹). ژانگ و



میزان اسید تیوباریتوریک در نمونه‌های پرتودیده افزایش یافت اما تأثیر معنی‌داری بر خواص حسی گوشت شترمرغ نداشت. تغییرات طعم و رنگ در گوشت‌های پرتودیده به میزان زیادی به شرایط بسته‌بندی بستگی دارد. برور و همکاران (۲۰۰۴) به این نتیجه رسیدند که میزان تغییرات رنگ در گوشت‌های پرتودیده در بسته بندی‌های نفوذپذیر به اکسیژن ناچیز است (۲۵).

در مطالعه فلاح و همکاران (۲۰۱۰) و البشیر و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده شد، پرتودهی با دوز ۱-۳ کیلوگری اثر معنی‌داری بر خواص حسی بر گوشت شتر ندارد (۹،۲۶). اطلاعات زیادی در رابطه با تغییرات حسی پرتودهی گوشت شترمرغ وجود ندارد اما مطالعات بسیاری بر روی خواص حسی سایر گوشت‌های پرتودیده انجام شده و نتایج نشان داده پرتودهی ۲-۶ کیلوگری تأثیر معنی‌داری بر کیفیت حسی گوشت و فراورده‌های گوشتی ندارد (۲۹-۲۳،۲۷).

نتایج این مطالعه نشان داد، پرتودهی باریکه الکترونی گوشت شترمرغ میزان کل ازت فرار تام که شاخصی برای اندازه‌گیری فساد میکروبی است را کاهش داد. اگرچه پرتودهی میزان اسید تیوباریتوریک را افزایش می‌دهد ولی این میزان افزایش تأثیر منفی بر خواص ارگانولپتیکی گوشت شترمرغ ندارد. پرتودهی با کاهش میکروارگانسیم‌های مولد فساد و بهبود کیفیت میکروبی، با حفظ خواص حسی باعث افزایش مدت نگهداری حداقل به مدت دو هفته در دمای یخچال گردید.

با توجه به افزایش میزان اکسیداسیون در دوزهای بالای باریکه الکترونی و نبود تفاوت معنی‌دار در دوزهای مورد مطالعه در کاهش میزان کل ازت فرار تام به‌منظور حفظ سلامت غذایی گوشت شترمرغ علاوه بر افزایش میزان مدت نگهداری

همکاران (۲۰۱۶) و هاكاوغل و همکاران (۲۰۱۲) نیز با مطالعه بر روی گوشت ماهی سوریمی و میگو نشان دادند که پرتودهی اثر معنی‌داری بر افزایش TBA دارد (۲۱،۲۲).

مقدار کل ازت فرار تام شاخص شیمیایی برای اندازه‌گیری میزان فساد میکروبی است. میزان ۲۰-۵ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم کل بازهای ازت ی نشان‌دهنده کیفیت بالای گوشت می‌باشد و میزان بالاتر از ۳۰ میلی‌گرم نشان‌دهنده فساد میکروبی است (۲۱). پرتودهی با باریکه الکترونی با کاهش باکتری‌های مولد فساد باعث کاهش TVN می‌شود. در این مطالعه میزان TVN بین نمونه شاهد و کنترل در روز اول معنی‌دار نبود، در طی مدت‌زمان نگهداری به علت فساد میکروبی در نمونه‌های شاهد میزان TVN به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در نمونه‌های پرتودهی شده، با افزایش میزان دوز میزان TVN کاهش یافت.

در مطالعه فلاح زاده و همکاران (۲۰۰۸) اثر پرتودهی با اشعه گاما (۱/۵ و ۳ کیلوگری) بر گوشت شتر در دمای یخچال، به مدت ۱۵ روز بررسی شد. در این مطالعه میزان TVN به‌طور معنی‌داری در نمونه‌های پرتودیده کاهش یافت، اما تفاوت معنی‌داری نبود (۹).

در مطالعه‌ای ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند پرتودهی ماهی سوریمی با باریکه الکترونی (۱،۳،۵،۷ کیلوگری) و نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ روز به‌طور معنی‌داری میزان TVN را در تمام دوزهای مورد استفاده کاهش داده است (۲۱). گزارش محققین، ایاری و همکاران (۲۰۱۶)، بدر (۲۰۰۴)، سده و همکاران (۲۰۰۷) نتیجه به‌دست‌آمده را تصدیق می‌کنند (۲۴،۲۳،۱۶).





### تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

### مشارکت نویسندگان

علی حیدری در تحصیل داده‌ها، سید علی یاسینی و حمیدرضا قیصری در نگارش مقاله و تایید نسخه نهایی آن، مرتضی محمدزاده در تحلیل و تفسیر داده‌ها و فاطمه اکرمی مهاجری در طراحی مطالعه و عهده گرفتن مسئولیت عمومی در مورد مقاله مشارکت داشتند.

محصول، توصیه می‌شود از دوزهای ۱/۵ و ۳ برای پرتودهی گوشت شترمرغ استفاده شود.

### تقدیر و تشکر

این مقاله بخشی از پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد گروه بهداشت و ایمنی مواد غذایی در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری آزمایشگاه گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی دانشکده دامپزشکی شیراز تشکر و قدردانی نمایند.

### References

- 1- Balog A, Almeida Paz I. Ostrich (*Struthio camellus*) carcass yield and meat quality parameters. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2007;9(4):215-20.
- 2- Poławska E, Marchewka J, Krzyzewski J, Bagnicka E, Wójcik A. The ostrich meat—an updated review .I. Physical characteristics of ostrich meat. *Anim Sci Pap Rep* 2011;29:5-18.
- 3- Poławska E, Marchewka J, Cooper R, Sartowska K, Pomianowski J, Jozwik A, et al. The ostrich meat—an updated review. *Animal Science Papers and Reports* 2011;29(2):89-97.
- 4- Botha S, Hoffman L, Britz T. Effect of hot-deboning on the physical quality characteristics of ostrich meat. *South African Journal of Animal Science* 2007;36(3):197-208.
- 5- Iran IoSaIRo. Fresh red meat - Specifications 2008. 1:[Available from: <http://www.isiri.org/portal/files/std/9717.pdf>.
- 6- Fallah AA, Saei-Dehkordi SS, Rahnema M. Enhancement of microbial quality and inactivation of pathogenic bacteria by gamma irradiation of ready-to-cook Iranian barbecued chicken. *Radiation Physics and Chemistry* 2010;79(10):1073-8.
- 7- Canovas Gvb. *Nonthermal Preservation Of Food*. 2011.
- 8- Kwon JH, Kwon Y, Nam K-C, Lee EJ, Ahn DU. Effect of electron-beam irradiation before and after cooking on the chemical properties of beef, pork, and chicken. *Meat science* 2008;80(3):903-9.
- 9- Fallah AA, Tajik H, Farshid AA. Chemical quality, sensory attributes and ultrastructural changes of gamma irradiated camel meat. *Journal of Muscle Foods* 2010;21(3):597-613.



- 10- Botsoglou NA, Fletouris DJ, Papageorgiou GE, Vassilopoulos VN, Mantis AJ, Trakatellis AG. Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1994;42(9):1931-7.
- 11- Paul P, Venugopal V, Nair P. Shelf Life Enhancement of Lamb Meat under Refrigeration by Gamma Irradiation. *Journal of Food Science* 1990;55(3):865-6.
- 12- Peryam DR, Pilgrim FJ. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food technology* 1957.
- 13- Horbanczuk J, Sales J, Celeda T, Konecka A, Zieba G, Kawka P. Cholesterol content and fatty acid composition of ostrich meat as influenced by subspecies. *Meat Science* 1998;50(3):385-8.
- 14- Raes K, Balcaen A, Dirinck P, De Winne A, Claeys E, Demeyer D, et al. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. *Meat science* 2003;65(4):1237-46.
- 15- Javanmard M, Rokni N, Bokaie S, Shahhosseini G. Effects of gamma irradiation and frozen storage on microbial, chemical and sensory quality of chicken meat in Iran. *Food Control* 2006;17(6):469-73.
- 16- Ayari S, Han J, Vu KD, Lacroix M. Effects of gamma radiation, individually and in combination with bioactive agents, on microbiological and physicochemical properties of ground beef. *Food Control* 2016;173:64-80.
- 17- Kim Y, Nam K, Ahn D. Volatile profiles, lipid oxidation and sensory characteristics of irradiated meat from different animal species. *Meat Science* 2002;61(3):257-65.
- 18- Kanatt SR, Chander R, Sharma A. Effect of radiation processing of lamb meat on its lipids. *Food chemistry* 2006;97(1):80-6.
- 19- Gecgel U. Changes in some physicochemical properties and fatty acid composition of irradiated meatballs during storage. *Journal of food science and technology* 2013;50(3):505-13.
- 20- De Azevedo Gomes H, da Silva EN, Cardello HMAB, Cipolli KMVAB. Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. *Meat science* 2003;65(2):919-26.
- 21- Zhang H-f, Wang W, Zhang S-f, Wang H-y, Ye Q-f. Influence of 10-MeV E-Beam Irradiation and Vacuum Packaging on the Shelf-Life of Grass Carp Surimi. *Food and Bioprocess Technology* 2016:1-9.



- 22-Hocaoğlu A, Demirci AS, Gümüş T, Demirci M. Effects of gamma irradiation on chemical, microbial quality and shelf life of shrimp. *Radiation Physics and Chemistry* 2012;81(12):1923-9.
- 23-Badr HM. Use of irradiation to control foodborne pathogens and extend the refrigerated market life of rabbit meat. *Meat Science* 2004;67(4):541-8.
- 24-Sedeh F, Arbabi K, Fatolahi H, Abhari M. Using gamma irradiation and low temperature on microbial decontamination of red meat in Iran. *Indian journal of microbiology* 2007;47(1):72-6.
- 25-Brewer S. Review: Irradiation effects on meat color. *Meat Science* 2004;68:1-17.
- 26-Al-Bachir M, Zeinou R. Effect of gamma irradiation on microbial load and quality characteristics of minced camel meat. *Meat science* 2009;82(1):119-24.
- 27-Al-Bachir M. Effect of gamma irradiation on the microbial load, chemical and sensory properties of borak: Prepared chilled meals. *Acta Alimentaria* 2007;36(1):15-25.
- 28-Rady A, Badr H, Abdel-Daiem M. Improving the quality of ready-to-eat meals by gamma irradiation, cooked meat balls and mashed potatoes 2005;53(3):117-24.
- 29-Jo C, Lee J-W, Cho K-H, Yook H-S, Byun M-W. Quality properties of sausage made with gamma irradiated natural casing from intestine of pork or lamb. *Radiation Physics and Chemistry* 2002;63(3):365-7.