



## ORIGINAL ARTICLE

Received: 2016/01/20

Accepted: 2016/05/6

# The Effect of Electron Beam Irradiation on lipid Oxidation in Susages

Atefeh Yousefi (M.Sc)<sup>1</sup>, Bahador Hajimohammadi (Ph.D)<sup>2</sup>, Fathollah Buzarjomehri (Ph.D)<sup>3</sup>, Vali Dad (M.Sc)<sup>4</sup>, Pejman SHirmardi (Ph.D)<sup>5</sup>, Naemeh Keyghobadi (M.Sc)<sup>6</sup>

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

2. Corresponding Author: Assistant Professor Department Food Hygiene and Safety, Research Center for Food Hygiene and Safety, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Email: b.hajimohammadi@gmail.com Tel: 09112751238

3. Professor, Department of Medical Physics and Mycology, Faculty of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

4. M.Sc in Medical Bacteriology Reference Laboratory of Water and Wastewater, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

5. Ph.D in Nuclear Medicine Engineering Radiation application school, Nuclear Science and Technology Research Institute of Atomic Energy Organization, Yazd, Iran

6. M.Sc in Epidemiology, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

## Abstract

**Introduction:** Irradiation treatment is one of the best techniques to extend the shelf-life of meat, without emerging the nutritional properties and sensory quality of irradiated meat products. However electron-beam may cause transformations in foods but has been known as to the most easily-applied irradiation technique in food industries. Electron-beam irradiation is an environment friendly, low cost and time effective alternative to other decontamination technologies. Lipid oxidation could produce of irradiated meat. This study aimed at evaluating the state of lipid oxidation of irradiated sausages. Its findings could help the control, improve food safety and quality properties to food industries.

**Methods:** Sausages were purchased in a local supermarket, minced sausages blended for thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) analysis and divided into 25 g pieces. The samples including one control group and four case groups. Packaged sausage were exposed at doses of 0 (control), 1, 2, 3 and 5 kGy and analyzed on various days 0, 5, 10 and 30.

**Results:** Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) has increased as time goes on ( $P < 0.05$ ). A significant relationship was observed on different Doses. But, the maximum of TBARS was observed in 3 kGy.

**Conclusion:** Utilizing of Electron-beam irradiation in low doses does not have significant difference on lipid oxidation. Irradiating of meat products by addition of antioxidants can minimize or avoid the development of rancidity.

**Keywords:** Irradiation, Electron beam, Lipid oxidation, TBARS

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



### This Paper Should be Cited as:

The Effect of Electron Beam Irradiation on lipid Oxidation in Susages  
J Toloobehdasht Sci 2017; 16(3):1-8. [Persian]



# اثرات باریکه الکترونی بر میزان

## اکسیداسیون چربی در سوسیس

نویسندگان: عاطفه یوسفی<sup>۱</sup>، بهادر حاجی محمدی<sup>۲</sup>، فتح الله بوذرجمهری<sup>۳</sup>، ولی داد<sup>۴</sup>، پژمان شیرمردی<sup>۵</sup>، نعیمه کیقبادی<sup>۶</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۲. نویسنده مسئول: استادیار مرکز تحقیقات سلامت و ایمنی غذا، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد تلفن تماس: ۰۹۱۱۲۷۵۱۲۸۳ Email: b.hajimohammadi@gmail.com
۳. استاد گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۴. کارشناسی ارشد باکتری شناسی پزشکی، مدیر آزمایشگاه‌های رفرانس استان یزد
۵. دکتری مهندسی پزشکی هسته‌ای، مجتمع پژوهشی ایران مرکزی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای
۶. کارشناس ارشد اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

### چکیده

**مقدمه:** تیمار پرتودهی یکی از بهترین روش‌ها برای افزایش عمر مفید گوشت بدون اثرات سوء مغذی و ویژگی‌های حسی است. اگرچه باریکه الکترونی امکان ایجاد تغییراتی در مواد غذایی را دارد، اما به عنوان آسان‌ترین روش پرتودهی شناخته شده است. باریکه الکترونی دوستدار محیط زیست، کم هزینه و یک جایگزین موثر غیر وقت گیر نسبت به دیگر روش‌های آلودگی‌زدایی است. اکسیداسیون چربی می‌تواند در گوشت پرتودهی شده تولید شود. هدف از این مطالعه ارزیابی میزان اکسیداسیون چربی در سوسیس‌های پرتودهی شده است. یافته‌های این مطالعه می‌تواند در کنترل، ارتقا ایمنی مواد غذایی و ویژگی‌های کیفیتی در صنایع غذایی اثر بخش باشد.

**روش بررسی:** سوسیس از مرکز تولیدی تهیه شد، سوسیس چرخ شده به منظور آنالیز تیوباروتیریک اسید مخلوط و به قسمت‌های ۲۵ گرمی تقسیم شد. نمونه‌ها شامل یک گروه شاهد و چهار گروه تیمار بودند. سوسیس‌های بسته‌بندی شده در معرض دوزهای ۰، ۱، ۲، ۳ و ۵ کیلوگری قرار گرفته و در روزهای مختلف ۰، ۵، ۱۰ و ۳۰ بررسی شدند.

**یافته‌ها:** میزان تیوباروتیریک اسید با گذر زمان افزایش یافت. در دوزهای مختلف ارتباط معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ )، اما بیشترین میزان تیوباروتیریک اسید در دوز ۳ کیلوگری مشاهده شد.

**نتیجه گیری:** بکارگیری باریکه الکترونی در دوزهای پایین تاثیر سویی بر اکسیداسیون چربی در سوسیس ندارد. پرتودهی این محصولات با افزودن آنتی اکسیدان‌ها می‌تواند در کاهش یا پیشگیری اکسیداسیون چربی موثر باشد.

**واژه‌های کلیدی:** پرتودهی، باریکه الکترونی، اکسیداسیون چربی، تیوباروتیریک اسید  
این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد می‌باشد.

### طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال شانزدهم

شماره: سوم

مرداد و شهریور ۱۳۹۶

شماره مسلسل: ۶۳

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۱۷



## مقدمه

طی دهه‌های اخیر، تقاضا برای فرآورده‌های غذایی آماده به مصرف و محصولات گوشتی فرآوری شده با زمان پخت کوتاه در ایران افزایش یافته است (۱)، که منجر به تولید محصولات مختلفی از قبیل سوسیس، همبرگر، پاته، ناگت و ... شده است (۲). سوسیس نوعی غذای آماده است که از گوشت چرخ کرده به همراه چربی حیوانی، نمک، ادویه و گاهی اوقات گیاهان معطر تهیه می‌شود. سوسیس از محبوب‌ترین محصولات گوشتی نزد عموم در جهان است (۳). میانگین مصرف سوسیس در انگلستان معادل ۶۰ گرم در هفته در سال ۲۰۰۰ برآورد شده است (۴). سوسیس دارای متنوع‌ترین روش‌های مصرف از جمله خام، پخته، کبابی، نیم‌پز، آب‌پز و سرخ شده می‌باشد (۵). بر اساس نظریه سازمان بهداشت جهانی (WHO) در سال ۱۹۸۱ فرآورده‌های غذایی که تا ۱۰ کیلوگرمی پرتو دریافت می‌کنند برای مصرف کننده سالم و بی‌خطر می‌باشند. به این منظور دوزهای ۲/۵ کیلوگرمی برای گوشت طیور، ۴ و ۷ کیلوگرمی به ترتیب برای گوشت قرمز تازه و منجمد پیشنهاد شده است (۶). پرتودهی از استراتژی‌های مداخله‌گر به منظور کنترل ایمنی میکروبی مواد غذایی و نگهداری آنها به حساب می‌آید. عدم تولید ضایعات رادیواکتیو، کوتاه بودن پروسه سترون‌سازی، نابودی اغلب باکتری‌های پاتوژن منتقله از غذا و پرتودهی در حجم وسیع از مزایای تابش دهی الکترونی است (۷). مزیت بزرگ این تکنیک در مقایسه با دیگر روش‌ها جلوگیری از آلودگی ثانویه است، زیرا پرتودهی در آخرین مرحله از پروسه تولید یعنی پس از بسته بندی انجام می‌شود. در بین تیمارهای مختلف برای افزایش مدت زمان نگهداری

گوشت، پرتودهی از بهترین تکنیک‌ها برای اطمینان از ایمنی میکروبی، حفظ ویژگی‌های مغذی و کیفیت حسی گوشت می‌باشد (۸). با این حال، نگرانی‌هایی در مورد تغییرات شیمیایی ناشی از پرتودهی در گوشت قرمز و طیور دیده می‌شود که استفاده از این روش را به منظور بهبود کیفیت در این محصولات مشکل می‌سازد، از جمله این مخاطرات می‌توان تسریع اکسیداسیون چربی‌ها را نام برد. هدف از این مطالعه تعیین اثرات باریکه الکترونی بر میزان اکسیداسیون چربی در سوسیس‌های صنعتی است.

## روش بررسی

یک برند سوسیس با ۷۰٪ گوشت گاو از مرکز تولیدی آن تهیه شد، نمونه‌های ۲۵ گرمی در کیسه‌های وکیوم با اندازه ۱۰ × ۱۲ سانتی‌متر و قطر ۳-۵ میلی‌متر، قرار گرفته و کمتر از یک ساعت جعبه‌های عایق شده پلی‌استایرن به مرکز پرتودهی (مرکز پژوهشی ایران مرکزی) منتقل شد. اشعه دهی در دمای ۱۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد (دمای اتاق) انجام شد و پس از اشعه دهی تا زمان آنالیز شیمیایی، نمونه‌ها در دمای ۰/۵ ± ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نمونه‌ها طی روزهای مختلف صفر، پنج، ده، سی و چهل و پنج بررسی شدند.

اشعه دهی با باریکه الکترونی با بکارگیری شتاب دهنده رودترون مرکز پژوهشی ایران مرکزی واقع در شهرستان تفت در استان یزد انجام شد. نمونه‌ها در معرض دوزهای ۱، ۲، ۳ و ۵ کیلوگرمی در ابعاد ۶۰ × ۶۰ سانتیمتر و سرعت نوار نقاله ۲۵-۲۰ متر بر دقیقه بود. دوزیمتری به وسیله فیلم‌های FWT صورت گرفت. این فیلم‌ها که برای فرآیند پرتودهی طراحی شده‌اند، فیلم‌های بی‌رنگ و نازکی هستند که به تدریج در اثر جذب



گوشت را با ۵ میلی لیتر از محلول تیوباریوتیک اسید ۰/۰۱ مولار (۰/۲۸۸۳ گرم از تیوباریوتیک اسید را در محلول اسید استیک ۹۰ درصد با کمی گرم کردن حل نموده و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد) در یک لوله آزمایش مخلوط کرده و به مدت ۱ ساعت در حمام ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا رنگ ایجاد گردید. نهایتاً رنگ حاصل در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت شد.

#### یافته‌ها

آزمایشات با ۲ تکرار انجام گرفت و داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 20 تحلیل شد. آزمون ANOVA برای بیان معنی دار بودن به کار رفت و مقایسه درون گروهی در دوز و روزهای مختلف با آزمون Post Hoc Tests (LSD) صورت گرفت. معنی داری اختلاف‌ها در حد  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد. در هر دو گروه کنترل و شاهد، کلیه بازه‌های زمانی مورد نظر شاخص به طور معنی داری بیشتر از روز صفر بود ( $P < 0/05$ )، اما در روزهای ۵، ۱۰ و ۳۰ اختلاف معنی داری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ).

پرتو، آبی رنگ می‌شوند. دوزیمتری قبل از هر تیمار صورت گرفت و نمونه‌ها به صورت یک ردیف روی پالت قرار گرفتند. از رسیدن پالت تا تابش پرتو ۳ دقیقه، پرتو دهی با باریکه الکترونی ۲ دقیقه و تا خروج پالت از محفظه پرتو دهی ۱۵-۱۲ دقیقه طول کشید، بطور میانگین هر فرآیند ۲۰-۱۶ دقیقه به طول انجامید.

تیوباریوتیک اسید هنگام پراکسداسیون لیپید تولید می‌گردد، که با استفاده از روش فلاح و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد (۹). دو گرم گوشت چرخ شده را با ۵ میلی لیتر محلول ۲۰ درصد تریکلرواستیک اسید (۲۰ گرم تری کلرواستیک اسید را در یک بشر توزین نموده و در مقدار کمی اسید فسفریک ۲ مولار حل کرده و پس از انتقال به بالن ۱۰۰ میلی لیتری با اسید فسفریک به حجم رسانده شد) به مدت نیم ساعت در دستگاه اولتراسونیک مخلوط نموده، سپس ظرف مخلوط کن با ۵ میلی لیتر آب مقطر شستشو داده و به مخلوط قبلی اضافه گردید. در پایان کل مخلوط با یک فیلتر کاغذی (واتمن شماره ۱ با قطر ۹ سانتیمتر) صاف گردید. پنج میلی لیتر از عصاره تری کلرواستیک اسید

جدول ۱: میانگین شاخص تیوباریوتیک اسید در نمونه‌های گروه کنترل در بازه‌های زمانی مختلف

سطح معناداری	فاصله اطمینان ۹۵٪		انحراف معیار	میانگین	تعداد	روز
	کمینه	بیشینه				
۰/۰۰۲	۰/۱۲۴۹۱	۰/۲۹۰۰۹	۰/۰۰۹۱۹۲	۰/۲۰۷۵۰	۲	۰
	۰/۲۱۹۰۶	۰/۳۹۶۹۴	۰/۰۰۹۸۹۹	۰/۳۰۸۰۰	۲	۵
	۰/۰۵۲۰۲	۰/۵۷۲۹۸	۰/۰۲۸۹۹۱	۰/۳۱۲۵۰	۲	۱۰
	۰/۲۳۸۷۳	۰/۳۰۲۲۷	۰/۰۰۳۵۳۶	۰/۲۷۰۵۰	۲	۳۰



جدول ۲: میانگین شاخص تیوباروتیریک اسید در نمونه‌های گروه تیمار در بازه‌های زمانی مختلف

روز	تعداد	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪		سطح معناداری
				کمینه	بیشینه	
۰	۸	۰/۲۲۴۸۸	۰/۰۲۵۶۶۰	۰/۲۶۶۳۳	۰/۲۲۳۴۲	۰/۰۰۹
۵	۸	۰/۲۹۵۲۵	۰/۰۳۷۷۳۱	۰/۳۲۶۷۹	۰/۲۶۳۷۱	
۱۰	۸	۰/۲۹۰۳۸	۰/۵۱۲۵۸	۰/۳۲۳۲۳	۰/۲۴۷۵۲	
۳۰	۸	۰/۲۶۹۷۵	۰/۵۳۵۹۸	۰/۳۱۴۵۶	۰/۲۲۴۹۴	

جدول ۳: میانگین شاخص تیوباروتیریک اسید در نمونه‌های گروه تیمار در دوزهای مختلف

دوز	تعداد	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪	
				کمینه	بیشینه
۱	۱۰	۰/۲۴۸۴۰	۰/۰۳۵۸۲۷	۰/۲۷۴۰۳	۰/۲۲۲۷۷
۲	۱۰	۰/۲۳۷۴۰	۰/۰۱۵۸۲۷	۰/۲۴۸۷۲	۰/۲۲۶۰۸
۳	۱۰	۰/۳۰۳۷۰	۰/۰۵۴۵۸۹	۰/۳۴۲۷۵	۰/۲۶۴۶۵
۵	۱۰	۰/۲۷۵۵۰	۰/۰۳۸۰۵۳	۰/۳۰۲۷۲	۰/۲۴۸۲۸

چربی در آنها می‌شود. در واقع پرتوهای یونیزان باعث تولید رادیکالهای هیدروکسیل در سیستم آبی می‌شوند و از آنجا که سوسیس حاوی میزان زیادی آب است، پرتودهی باعث شتاب بخشیدن به تغییرات اکسیداتیو در آن می‌گردد.

کانات و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند، پرتودهی گوشت مرغ، گوسفند و بوفالو به طور معنی‌داری باعث افزایش میزان تیوباروتیریک اسید در روز صفر و طی نگهداری به مدت چهار هفته در دمای ۰-۳ درجه سانتی‌گراد می‌شود (۱۲).

هم چنین گومز و همکاران (۲۰۰۶) در پرتودهی گوشت مرغ، به طور معنی‌داری افزایش میزان تیوباروتیریک اسید طی ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد را مشاهده کردند (۱۳). فلاح و همکاران (۲۰۰۸) هنگام بررسی میزان تیوباروتیریک اسید بر گوشت شتر پرتودهی شده، شاهد افزایش میزان اکسیداسیون چربی در مقایسه با نمونه‌های گروه شاهد بودند (۸).

شاخص تیوباروتیریک اسید در دوز ۳ کیلوگری به طور معنی‌داری بیشتر از دیگر دوزها بود و ارتباط معنی‌داری با دوزهای ۱ و ۲ کیلوگری مشاهده شد. هم چنین این شاخص در دوز ۵ کیلوگری ارتباط معنی‌داری با دوز ۲ کیلوگری داشت، در حالیکه در سایر دوزها ارتباط معنی‌داری از نظر این شاخص مشاهده نشد.

### بحث و نتیجه گیری

اکسیداسیون چربی و میزان تیوباروتیریک اسید در گوشت به عوامل مختلفی از قبیل گونه حیوان، موقعیت تشریحی عضلات بدن یک دام، دوز پرتودهی، مدت زمان نگهداری، روش‌های بسته‌بندی و افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها دارد (۱۰). در این مطالعه میزان تیوباروتیریک اسید بر حسب میلی‌گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم سوسیس در نمونه‌های کنترل و تیمار در جدول ۱ نمایش داده شده است. بسیاری از محققین گزارش کردند که پرتودهی گوشت و فرآورده‌های آن باعث افزایش اکسیداسیون



نمونه‌های تیمار با دوزهای بالاتر از ۱۵ کیلوگرمی در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی‌دار نمایان شد (۲۰). ترینداد و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی میزان اکسیداسیون چربی برگر گاو دریافتند که میزان تیوباربوتیریک اسید در نمونه‌های کنترل نسبت به نمونه‌های تیمار با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد، آنها دریافتند که مواد آنتی‌اکسیدان طبیعی در برگر از جمله رزماری و پونه کوهی به تنهایی یا همراه با آنتی‌اکسیدان‌های شیمیایی بوتیل هیدروکسی آنیزول (BHA) و بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) اکسیداسیون چربی را به تاخیر می‌اندازد (۲۱). با توجه به نتایج این تحقیق، می‌توان استنتاج کرد که کاربرد دوزهای پایین باریکه الکترونی حداکثر تا دوز ۲ کیلوگرمی هیچ اثر سوئی بر شاخص فساد شیمیایی ندارد، در صورت لزوم کاربرد دوزهای بالاتر مشروط به استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها بلامانع است، لذا از این روش می‌توان در صنایع گوشت استفاده کرد.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه با مساعدت بی‌نهایت واحد دوزیمتری مرکز پژوهشی ایران مرکزی، جناب آقای مهندس طحامی، همکاری و پیگیری‌های جناب آقای مهندس حمید جعفری، راهنمایی‌های جناب آقای دکتر امین صالحی صورت گرفت. نهایت سپاس و قدردانی از زحمات این عزیزان به عمل می‌آید.

### تضاد منافع

در این مقاله هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

### مشارکت نویسندگان

آقای دکتر بهادر حاجی محمدی: ویرایش نهایی، آقای دکتر بوذرجمهری: نگارش قسمت پرتودهی، آقای مهندس داد: بخش شیمی مقاله، آقای دکتر شیرمردی: رایگان بودن پرتودهی

بدر (۲۰۰۳)، در بررسی میزان تیوباربوتیریک اسید گوشت پرتودهی شده خرگوش، ضمن مشاهده میزان بالاتر اکسیداسیون چربی در نمونه‌های تیمار در مقایسه با گروه شاهد، به ارتباط معنی‌دار میان افزایش دوز با میزان اکسیداسیون چربی و افزایش مدت زمان نگهداری پی برد (۳). در مقابل برخی محققین گزارش کردند که پرتودهی گوشت تاثیر معنی‌داری بر اکسیداسیون چربی‌ها ندارد. سده و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش پرتودهی گوشت گاو با دوزهای مختلف دریافتند که هر چند پرتودهی باعث افزایش عدد پراکسید می‌شود اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های کنترل و تیمار مشاهده نشد (۱۴). جوانمرد و همکاران (۲۰۰۶) و چن و همکاران (۲۰۰۷) به ترتیب در پرتودهی گوشت مرغ و گاو با دوزهای مختلف به نتایج مشابهی دست یافتند (۱۶، ۱۵). در مطالعه البشیر و زینوس (۲۰۰۹)، میزان اکسیداسیون چربی گوشت چرخ شده شتر پرتودهی شده در روز صفر به میزان چشمگیری کمتر از نمونه‌های کنترل مشاهده شد، در حالیکه نگهداری طی ۲ هفته میزان بالاتر اکسیداسیون چربی در نمونه‌های تیمار در مقایسه با نمونه‌های شاهد نمایان شد (۱۷). کانات و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند، میزان تیوباربوتیریک اسید در نمونه‌های محصولات گوشت قرمز منجمد به میزان چشمگیری کمتر از نمونه‌های تیمار بود، در حالیکه در گوشت‌های مرغ منجمد این میزان چشمگیر نبود (۱۸)، که احتمالاً به دلیل کاربرد ادویه‌جات با خاصیت فعالیت آنتی‌اکسیدانی هنگام آماده سازی محصول باشد (۱۹). پارک و همکاران (۲۰۱۰)، تفاوت معنی‌داری در نمونه‌های پاته سوسیس تیمار با پرتوهای گاما و باریکه الکترونی تا ۱۰ کیلوگرمی در مقایسه با گروه کنترل، مشاهده نکردند؛ اما در



نمونه ها (رئیس مرکز پژوهشی ایران مرکزی، خانم کیقبادی: آمار پایان نامه و خانم یوسفی: نگارنده.

## References

- 1- Jo C, Lee NY, Kang H, Hong S, Kim Y, Kim HJ, et al. Radio-sensitivity of pathogens in inoculated prepared foods of animal origin. *Food microbiology*. 2005;22(4):329-36.
- 2-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.
- 3-Badr HM. Elimination of Escherichia coli O 157: H7 and Listeria monocytogenes from raw beef sausage by  $\gamma$ -irradiation. *Molecular nutrition & food research*. 2005;49(4):343-9.
- 4-Lozada-Castro J, Gil-Díaz M, Santos-Delgado M, Rubio-Barroso S, Polo-Díez L. Effect of electron-beam irradiation on cholesterol oxide formation in different ready-to-eat foods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2011;12(4):519-25.
- 5-Mattick K, Bailey R, Jørgensen F, Humphrey T. The prevalence and number of Salmonella in sausages and their destruction by frying, grilling or barbecuing. *Journal of applied microbiology* . 2002;93(4):541-7.
- 6-Kwon J-H, 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.
- 7-Kim H-J, Chun H-H, Song H-J, Song K-B. Effects of electron beam irradiation on the microbial growth and quality of beef jerky during storage. *Radiation Physics and Chemistry*. 2010;79(11):1165-8.
- 8-Fallah AA, Tajik H, Rohani SMR, Rahnema M. Microbial and sensory characteristics of camel meat during refrigerated storage as affected by gamma irradiation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2008;11(6):894-9.
- 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-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.
- 11-Ahn D, Lee E, Mendonca A. Meat decontamination by irradiation. *Food science and technology-new york-marcel dekker*. 2006;158:155.



- 12-Kanatt S, Paul P, D'SOUZA S, Thomas P. Effect of gamma irradiation on the lipid peroxidation in chicken, lamb and buffalo meat during chilled storage. *Journal of Food Safety*. 1997;17(4):283-94.
- 13-Gomes H, da Silva E. Effects of ionizing radiation on mechanically deboned chicken meat during frozen storage. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*. 2006;270(1):225-9.
- 14-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.
- 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-Chen Y, Zhou G, Zhu X, Xu X, Tang X, Gao F. Effect of low dose gamma irradiation on beef quality and fatty acid composition of beef intramuscular lipid. *Meat science*. 2007;75(3):423-31.
- 17-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.
- 19-Kanatt SR, Chander R, Sharma A. Effect of radiation processing on the quality of chilled meat products. *Meat science*. 2005;69(2):269-75.
- 19-Nakatani N, editor *Natural antioxidants from spices*. ACS symposium series (USA); 1992.
- 20-Park J, Yoon Y, Park J, Han I, Song B, Kim J, et al. Effects of gamma irradiation and electron beam irradiation on quality, sensory, and bacterial populations in beef sausage patties. *Meat science*. 2010;85(2):368-72.
- 21-Trindade R, Mancini-Filho J, Villavicencio A. Natural antioxidants protecting irradiated beef burgers from lipid oxidation. *LWT-Food Science and Technology*. 2010;43(1):98-104.