

## کاربرد توأمان پرتو دهی اشعه گاما و روش انجماد جهت افزایش زمان ماندگاری گوشت مرغ

غلامرضا شاه حسینی<sup>۱\*</sup>، مجید جوانمرد<sup>۲</sup>، نوردهر رکنی<sup>۲</sup>

۱. پژوهشکده کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، کرج، ایران.

۲. دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

\*نویسنده مسئول: gshahhosseini@nrcam.org.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۶

## چکیده

پرتو دهی یکی از موثرترین فناوری‌ها برای کاهش بار میکروبی مواد غذایی است. از این روش می‌توان در بهبود سلامت فرآورده‌های غذایی و افزایش مدت زمان ماندگاری آنها کمک گرفت. هدف از این مطالعه بررسی اثر پرتو دهی اشعه گاما و نگهداری در شرایط انجماد به عنوان یک روش ترکیبی برای بهبود مدت زمان ماندگاری گوشت مرغ می‌باشد. نمونه‌های مرغ به چهار تیمار شامل پرتو ندیده (شاهد) و پرتو دیده با دوز ۰/۷۵، سه و پنج کیلوگری و نگهداری در شرایط انجماد برای صفر، سه، شش و نه ماه بود. نمونه‌ها در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و سپس آنالیزهای میکروبی و شیمیایی و کیفیت حسی آنها در هر سه ماه انجام گرفت. آنالیز میکروبی نشان داد پرتو دهی و نگهداری در انجماد باعث کاهش باکتری‌های مزوفیل، کلیفرم، سالمونلا و شریشیا کولی شد ( $P < 0/05$ ). بر اساس نتایج بدست آمده، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در پارامترهای کیفیت حسی و آنالیز شیمیایی مثل ازت تام فرار تفاوت معناداری ( $P > 0/05$ ) در گروه‌های تحت تیمار و کنترل وجود ندارد اما افزایش معناداری ( $P < 0/05$ ) در میزان شاخص پراکسید مشاهده شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده توأم از پرتو دهی و انجماد باعث کاهش بار باکتریایی و افزایش زمان ماندگاری گوشت مرغ می‌شود اگرچه در کیفیت حسی و آنالیزهای بیوشیمیایی تغییری ایجاد نکرده است.

**کلید واژه‌ها:** پرتو دهی گاما، گوشت مرغ، انجماد، آنالیز میکروبی، پراکسید، ازت تام فرار، کیفیت حسی.

## مقدمه

بسته بندی خود خارج نشوند و مصرف نگردند آلودگی احتمالی از آنها رفع می‌گردد (Farkas, 1998). اشعه‌های مورد استفاده در پرتو دهی مواد غذایی شامل اشعه ماوراء بنفش (UV)؛ باریکه بتا؛ اشعه گاما؛ اشعه ایکس آ و امواج میکروویو<sup>۵</sup> است. در این میان استفاده از اشعه گاما ارزاترین شکل پرتو دهی مواد غذایی محسوب می‌گردد، زیرا منبع تشعشع آن جزء فرآورده‌های جنبی شکافت اتمی می‌باشد. علاوه بر این اشعه گاما برخلاف اشعه بتا و UV دارای قدرت نفوذ زیادی می‌باشد. این اشعه از دسته امواج

پرتو دهی مواد غذایی نوعی فرایند سرد برای نگهداری مواد غذایی محسوب می‌گردد که در طول نیم قرن اخیر بطور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۱). از مزایای این روش افزایش زمان ماندگاری محصولات ریشه‌ای، کاهش میکروارگانسیم‌های عامل فساد، ضد عفونی کردن ادویه‌جات، میوه‌ها و غلات، بهبود ویژگی‌های حسی مواد غذایی و تخریب و یا کاهش عوامل بیماری‌زای غیر قابل اجتناب بویژه عوامل آلوده کننده مواد غذایی خام با منشا دامی می‌باشد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۱). علاوه براین در این روش می‌توان مواد غذایی را درحالی‌که در داخل بسته‌بندی قرار می‌گیرند، طی فرایند نهایی تحت تاثیر اشعه قرار داده و تا زمانی که از

1. Ultraviolet
2. BRay
3. Gamma Ray
4. XRay
5. Micro wave

## روش کار

### نمونه گیری

تعداد ۳۰ قطعه لاشه مرغ با وزن  $100 \pm 250$  گرم پس از خروج از سردکن و در پایان خط آبچکان از کشتارگاه صنعتی طیور ایران طیبهو واقع در شهریار، تهران تهیه شدند. هریک از نمونه‌ها تحت شرایط کاملاً بهداشتی به ۱۶ قسمت مساوی تقسیم شدند. در این تقسیم بندی حتی الامکان از اعضا قرینه استفاده گردید. ۱۶ قطعه از تقسیمات انجام شده بر روی مرغ‌ها را به چهار گروه چهارتایی تقسیم نموده و چهار نمونه به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شد و در هریک از سر گروه‌ها چهار نمونه از هر مرغ قرار داده شد. در مجموع هر گروه شامل ۱۲۰ نمونه بود. نمونه‌ها در پوشش‌هایی از جنس پلی اتیلن بسته‌بندی و جهت پرتودهی در مجاورت یخ به مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای کرج منتقل شدند.

### پرتودهی اشعه گاما

دستگاه پرتودهی (Gamma cell- PX-30- ISSIE, Russia) دارای دو بازو بوده که هر بازو دارای یک کفه که به طریق مکانیکی و به تناوب پس از قرارگرفتن نمونه‌ها در داخل کفه‌ی یکی از بازوها، آن بازو به داخل دستگاه رفته و تا عمق حدود دو متری در زیر زمین قرار می‌گرفت. در زیر زمین نیز ۱۲ قلم مجهز به رادیوایزوتوپ کبالت ۶۰ به صورت متحدالمرکز جاگرفته‌اند که دور آنها پوشش سربی حفاظت کننده وجود دارد. در هنگام پرتودهی نمونه‌ها از کنار یخ خارج شده و با کبالت ۶۰ در مقادیر ۷۵٪، سه و پنج کیلوگرمی پرتودهی شدند. ابتدا نمونه‌ها از یک جهت پرتودهی شده و سپس با چرخشی ۱۸۰ درجه‌ای از تمام جهات دوز لازم را دریافت نمودند. میزان دوزهای جذب شده نیز با کمک دوز سنج‌های سولفات مس آهن مشخص شد. در هنگام پرتودهی دمای نمونه‌ها به حدود  $4 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد رسید و عمل پرتودهی نیز یک شبانه روز طول کشید. پس از پرتودهی نمونه‌ها

الکترومغناطیس محسوب شده که از هسته‌های برانگیخته عناصری نظیر کبالت ۶۰ و سزیم ۱۳۷ ساطع شده که در نگهداری مواد غذایی اهمیت زیادی دارند (کریم، ۱۳۷۸). همچنین انجماد نیز یکی از راههای متداول جهت محافظت و افزایش زمان نگهداری مواد غذایی می باشد چون این روش تغییرات محسوسی در کاهش کیفیت محصول ایجاد نمی کند هرچند که ننگه داری طولانی مدت می تواند به دنبال تشکیل کریستال های یخ در بافت، تخریب سلولی و فیبر های ماهیچه ای را به همراه داشته باشد (Soyer et al. 2010).

مطالعات انجام گرفته توسط محققین نشان داد که پرتودهی گوشت مرغ تا حد زیادی باعث افزایش مدت زمان ماندگاری گوشت مرغ از طریق از بین بردن عوامل میکروبی عامل فساد و بیماری‌زا خواهد شد (Urban et al., 1992, Mulder et al., 1977).

در مورد اثر پرتودهی اشعه گاما بر کیفیت گوشت مرغ در ایران تحقیقات زیادی انجام نشده است. از آنجایی که استفاده از اشعه در مقادیر بالا موجب تغییرات ارگانولپتیک در گوشت می‌گردد و همچنین خطراتی را برای مصرف کنندگان ایجاد می‌نماید، لزوماً انجام تحقیقات در این زمینه بر روی گوشت مرغ تولید شده در ایران برای دستیابی به پایین ترین دوز اشعه جهت تقلیل آلودگی‌های میکروبی و افزایش مدت زمان ماندگاری و نیز بررسی امکان استفاده از پرتودهی برای لاشه مرغ در سطح تجاری ضروری به نظر می‌رسد.

از طرف دیگر، امکان ترکیب اثرات ضد میکروبی پرتودهی و نگهداری در انجماد بر روی پاتوژن‌ها در لاشه طیور گوشتی و ماهی نشان داده شده است (Niemira et al., 2003). انجماد باعث کاهش تعداد سلول‌های زنده تا حد یک تا دو لگاریتم می‌شود و با طولانی کردن مدت زمان ماندگاری این اثر افزایش می‌یابد (Katta et al., 1991). بنابراین هدف نهایی از این تحقیق بررسی اثر توأم پرتودهی و انجماد در نگهداری لاشه مرغ بود.

آبگوشت (BGB) Brilliant green bile broth و گرمخانه گذاری در دما و زمان مذکور، این پرگنه‌ها تایید نهایی گردیدند. شمارش میکروب‌ها بر اساس لگاریتم تعداد کلنی باکتری زنده در هر گرم (Log CFU/g) گزارش شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۶۹).

#### جستجوی/شریشیا کولای

از نمونه‌های BGB گرمخانه‌گزار شده یک لوپ به هر لوله تلقیح نموده و یک لوپ نیز در لوله‌های آب پیتونه برای آزمون ایندول تلقیح شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۶۹). برای بررسی/شریشیا کولای از آزمون IMViC و اوره برای تشخیص انواع/شریشیا کولای استفاده شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۶۹).

#### جستجو و جداسازی سالمونلا

۲۵ گرم از نمونه را با ۲۲۵ میلی‌لیتر لاکتوز برات مخلوط کرده و به مدت ۲۴ ساعت در ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گزار گردیدند، سپس مقدار یک میلی‌لیتر از این محیط به‌ترتیب به ۱۵ میلی‌لیتر از محیط‌های تتراتیونات و سلنیت سیستمین اضافه شد. محیط تتراتیونات در دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد و محیط سلنیت سیستمین در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. سپس به اندازه یک لوپ از هر کدام از محیط‌های مذکور بر روی محیط Salmonella Shigella agar (SSA) و Brilliant green agar (BGA) به صورت خطی کشت داده شد. پس از ۲۴ ساعت گرمخانه‌گزار در ۳۷ درجه سانتی‌گراد، در محیط کشت SSA پرگنه‌های مشخص با مرکز سیاه رنگ و در محیط کشت BGA پرگنه‌های قرمز و یا صورتی را به عنوان پرگنه‌های مشکوک به سالمونلا جدا شده و برای تایید تشخیص آنها از محیط‌های Triple sugar iron agar (TSI) و Lysine Iron Agar (LIA) و محیط اوره استفاده شد. برای تایید تشخیص روش بیوشیمیایی از روش سروتایپینگ استفاده گردید که سوش جدا شده با

دوباره در کنار یخ قرار گرفت و به آزمایشگاه گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران منتقل گردید.

#### نگهداری نمونه‌ها

نمونه‌ها در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در زمان‌های صفر، ۳، ۶، ۹ ماه بعد مورد آزمایش باکتریایی و شیمیایی قرار گرفتند. در هر زمان تعداد ۱۲۰ نمونه در چهار تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند. تغییرات دمایی در مدت ۹ ماه  $\pm 1$  درجه سانتی‌گراد بود. گروه‌ها شامل دز ۰،۷۵، ۳ و ۵ کیلو گری پرتو تابی شده و بعد در دمای ۱۸- نگهداری شده بودند و گروه کنترل بدون پرتو تابی در شرایط انجماد نگهداری شد.

#### شمارش کلی میکروبی

شمارش کلی میکروبی طبق استاندارد ملی ایران و در محیط کشت به صورت کشت سطحی انجام گرفت. ابتدا ۲۵ گرم نمونه از چند ناحیه (گوشت و پوست) توسط بیستوری استریل جدا شده و در یک دستگاه مخلوط‌کن استریل به همراه ۲۲۵ میلی‌لیتر رقیق کننده استریل (آب پیتونه) همگن گردید. از این نمونه همگن رقت‌های سریال تهیه و از آنها به‌صورت سطحی روی محیط کشت milk protein hydrolyze agar گسترش تهیه شد. پس از تهیه گسترش، پلت‌ها به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی-گراد گرمخانه‌گزار گردیدند. سپس براساس روش کشت سطحی تعداد باکتری در گرم نمونه و بر حسب Log CFU/g شمارش گردید (استاندارد ملی ایران، ۱۳۶۹).

#### شمارش کلی فرم‌ها

شمارش کلی فرم‌ها در محیط کشت (VRBA) Crystal-violet neutral red bile agar به‌صورت کشت مخلوط انجام شد و مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گزار شد. سپس با انتقال یک پرگنه مشکوک به کلیفرم از محیط VRBA به

آگلوتیناسیون O و H مطابق جدول های استاندارد مشخص گردید (کریم، ۱۳۷۸).

اندازه‌گیری ازت تام فرار

۱۰ گرم گوشت مرغ را به همراه ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در یک هاون چینی خرد و مخلوط کرده و سپس به همراه ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر ۲ گرم اکسید منیزیم به بالن تقطیر منتقل گردید. ظرف گیرنده حاوی ۲۵ میلی‌لیتر اسید بوریک دو درصد و چند قطره معرف متیل رد بود. با حرارت دادن بالن تقطیر و جوش آمدن محتویات آن به مدت ده دقیقه، عمل تقطیر به مدت ۲۵ دقیقه ادامه یافت و در نهایت محلول تقطیر شده با اسیدسولفوریک ۱/۱ نرمال تیترا گردید و با توجه به اینکه هر سانتی متر مکعب اسیدسولفوریک ۱/۱ نرمال معادل ۱/۴ میلی‌گرم ازت می‌باشد طبق رابطه زیر مقدار TVN بر حسب میلی‌گرم درصد محاسبه گردید. برای هر ۱۶ آزمون یک نمونه شاهد که حاوی ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۲ گرم اکسید منیزیم بود استفاده گردید (Mwanseymela, 1993).

$TVN (mg N/100gr) = 14 \times \text{حجم اسید سولفوریک}$   
مصرفی (سی سی)

اندازه‌گیری عدد پراکسید

در حدود یک گرم از چربی که از لاشه مرغ استخراج شد را در یک لوله آزمایش خشک و تمیز دقیقاً توزین کرده و یک گرم یدور پتاسیم به شکل پودر به آن افزوده و ۲۰ سانتی متر مکعب از محلول حلال (اسیاستیک و کلروفرم) به آن افزوده و لوله آزمایش را در یک بشر آب در حال جوش قرار داده و می‌گذاریم در حدود ۳۰ ثانیه بجوشد. سپس محتوی لوله آزمایش را سریعاً در یک ارلن مایر محتوی ۲۰ سانتی متر مکعب یدور پتاسیم پنج درصد ریخته و لوله آزمایش دو مرتبه و هر بار با ۲۵ سانتی متر مکعب آب شسته و به ارلن مایر اضافه می‌شد و سپس آن را با محلول هیپوسولفید سدیم یک پانصدم نرمال تیترا نموده و از چسب نشاسته به عنوان معرف استفاده شد. در کنار آزمایش از نمونه شاهد نیز

استفاده شد. عدد پراکسید عبارتست از مقدار مصرف هیپوسولفید سدیم بر حسب سانتی‌متر مکعب. عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان پراکسید برای هزار گرم ماده چرب عبارتست از عدد پراکسید ضرب در دو (Pearson, 2012).

آزمون‌های ارگانولپتیک (حسی)

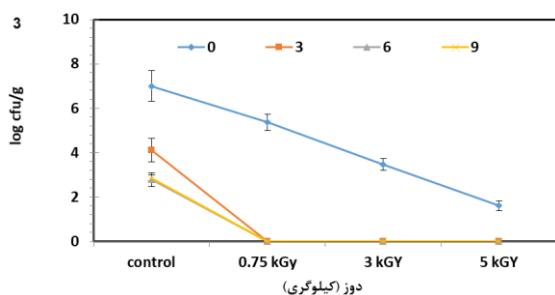
برای ارزیابی وضعیت رنگ، بو و طعم نمونه‌ها، بعد از پرتودهی در روز صفر و پس از گذشت سه، شش و نه ماه نگهداری در انجماد، رنگ زیر نور طبیعی مورد قضاوت پنج نفر داور که وضعیت بینایی و بویایی طبیعی داشتند قرار گرفت. برای اندازه‌گیری بو و طعم از آزمایش پختن استفاده گردید. بدین صورت که مقدار پنج گرم از گوشت نمونه‌ها را در داخل ارلن حاوی آب مقطر ریخته و بر روی شعله مستقیم تا مرحله جوشیدن پخته و سپس طعم و بوی حاصل از جوشیدن مورد آزمون قرار گرفت. برای هر فاکتور نمرات صفر، ۱، ۲، ۳ در نظر گرفته شد که به ترتیب بیانگر وضعیت بهترین کیفیت، متوسط، ضعیف و بد بود و در نهایت درجه کیفیت بر اساس حروف A و B تعیین شد که حرف A نشان دهنده کیفیت بالاتر است (Badr, 2004).

تجزیه و تحلیل آماری

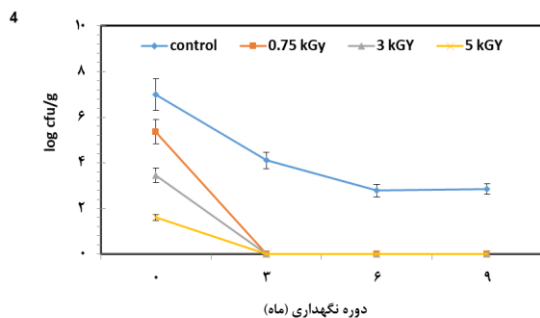
تفاوت معنی دار ( $P < 0.05$ ) در سطح اطمینان ۹۵ درصد در میزان شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل، کلی فرم‌ها، شاخص‌های T.V.N و پراکسید در تیمارهای مختلف (صفر، ۷۵/۰، سه و پنج کیلوگری) و در زمان‌های نگهداری (روز صفر، سه، شش و نه ماهگی) از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه (Two Way ANOVA) استفاده شد. برای مقایسه آماری شاخص‌های ارگانولپتیک از آزمون Non parametric (Friedman) استفاده گردید. داده‌های حاصل از جداسازی باکتری *E.coli* با کمک آزمون مربع کای با تصحیح Yates مورد آنالیز قرار گرفت.

## نتایج

تمام گروه‌های تیمار منجر به کاهش میزان کلی فرم‌ها گردید (نمودار ۳). نگهداری در انجماد برای سه، شش و نه ماه باعث شد میزان باکتری به صفر برسد که تفاوت معناداری با گروه شاهد داشت (نمودار ۴). پرتودهی با دوزهای سه و پنج کیلوگری به شکل معنی داری باعث کاهش باکتری‌های کلی فرم گوشت مرغ گردید که میزان این باکتری‌ها پس از سه ماه نگه داری در انجماد در تمام نمونه‌های پرتو دیده به صفر رسید اما در نمونه‌های پرتو ندیده همچنان باکتری‌های کلی فرم وجود داشت.



نمودار ۳. اثر دوزهای متفاوت پرتودهی در انجماد (۱۸- درجه سانتی گراد) بر جمعیت باکتری‌های کلیفرم در گوشت مرغ در دوره‌های زمانی مختلف نگهداری.



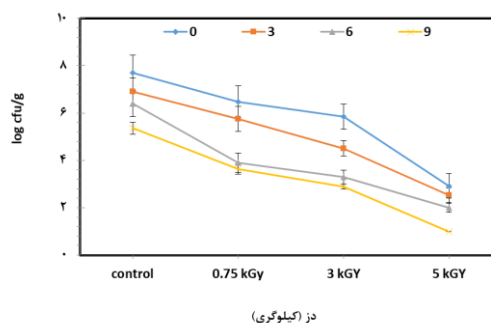
نمودار ۴. اثرات دوزهای متفاوت پرتودهی و دوره‌های مختلف نگهداری در انجماد (۱۸- درجه سانتی گراد) بر جمعیت باکتری‌های کلیفرم در گوشت.

## شمارش سالمونلا

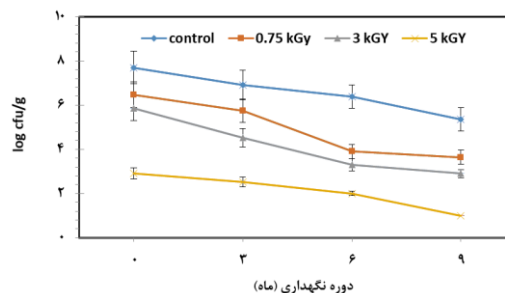
از میان ۳۰ نمونه مورد آزمون تنها در یک نمونه سالمونلا (سالمونلا تیفی مریوم) جدا گردید که نمونه مثبت (پس از تایید نهایی با آزمون‌های بیوشیمیایی و سرم شناسی) نیز از گروه شاهد بود.

شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل

بین سطوح پرتودهی و زمان نگهداری در انجماد از لحاظ اثر روی میزان باکتری‌های مزوفیل اثر متقابلی وجود نداشت و دو فاکتور مستقل از یکدیگر عمل کرده و جداگانه روی میزان باکتری تاثیر گذاشته‌اند. می‌توان این تاثیر جداگانه را روی نمودار ۱ مشاهده کرد. در اثر پرتودهی بار میکروبی در همه گروه‌های پرتو دیده کاهش یافت (نمودار ۱). همچنین با افزایش دوره نگهداری در انجماد میزان باکتری کاهش می‌یابد (نمودار ۲). اما این دو به صورت مستقل از هم عمل می‌کنند.



نمودار ۱. اثر دوزهای متفاوت پرتودهی در انجماد (۱۸- درجه سانتی گراد) بر جمعیت باکتری‌های مزوفیل.



نمودار ۲. اثرات دوزهای متفاوت پرتودهی و دوره‌های مختلف نگهداری در انجماد (۱۸- درجه سانتی گراد) بر جمعیت باکتری‌های مزوفیل.

شمارش کلی فرم‌ها

پرتودهی و نگهداری در شرایط انجماد در میزان کلی فرم دارای برهم کنش معناداری بود و بین سطوح مختلف هر فاکتور نیز تفاوت معنادار بود به طوریکه پرتودهی در

## اشریشیا کولی

از میان ۳۰ نمونه مورد آزمون در روز اول (زمان صفر) در گروه کنترل دو نمونه از نظر اشریشیا کولی منفی بوده و ۲۸ نمونه حاوی این باکتری بود. در گروه پرتودیده با مقدار ۰/۷۵ کیلوگری از ۳۰ نمونه ۱۴ نمونه (۴۶/۶ درصد) از نظر این باکتری مثبت بودند. در گروه پرتو دیده با مقدار ۳ و ۵ کیلوگری هیچ کدام از نمونه‌ها از نظر وجود اشریشیا کولی مثبت نبودند. در گروه کنترل در زمان‌های سه، شش و نه ماهگی به ترتیب چهار، شش و ۱۵ نمونه از گروه کنترل از نظر وجود اشریشیا کولی مثبت بوده و در تیمارها به غیر از زمان صفر هیچ باکتری جدا نگردید.

## ارزیابی شیمیایی TVN

براساس آزمون Two way ANOVA مشخص شد میزان پرتودهی و دوره نگهداری در انجماد برهمکنش ندارند و مستقل از هم عمل می‌کنند. نتایج نشان داد که دوز پرتودهی تا پنج کیلوگری هیچ تفاوت معناداری روی TVN نمونه‌ها ایجاد نمی‌کند. همچنین مشخص شد میزان TVN در نمونه‌های پرتودهی با دوز ۰/۷۵ مشابه گروه پرتو ندیده (شاهد) است. همچنین نتایج نشان داد که دوره‌های نگهداری در انجماد با فواصل سه ماه با یکدیگر تفاوت معناداری را در میزان TVN ایجاد نمی‌کند، به طوریکه TVN در روز اول با میزان آن در انتهای ماه سوم نگهداری در انجماد مشابه است ولی با میزان آن در شش و نه ماه به طور معناداری بیشتر است (جدول ۱).

## شاخص پراکسید

پرتودهی و انجماد هم به طور جداگانه و هم به صورت هم زمان بر شاخص پراکسید تاثیر گذار بودند. نتایج نشان داد که به طور کلی پرتو دهی به طور معناداری باعث افزایش میزان PV می‌شود و در حالیکه پرتودهی با دوز ۰/۷۵ و سه کیلوگری اثر مشابهی روی میزان پراکسید دارند، دوز پنج کیلوگری افزایش بیشتر پراکسید را نسبت به ۰/۷۵ و سه کیلوگری نشان

می‌دهد. همچنین افزایش دوره نگهداری باعث افزایش معنادار پراکسید در هر سه دوز پرتودهی شد و تنها درمیزان پراکسید تیمار شاهد و نگهداری سه ماهه تفاوت معنادار نبود (جدول ۲).

## ارزیابی ارگانولپتیک (حسی)

یافته‌های ارزیابی حسی نشان داد در طول دوره نه ماهه آزمون گروه پرتو ندیده و پرتو دیده ۰/۷۵ و سه کیلوگری تفاوتی از نظر کیفیت حسی (رنگ و بو) با یکدیگر نداشتند و تمامی تیمارها رتبه B گرفتند، ولی در نمونه‌های پرتو دیده با دوز پنج کیلوگری از ابتدا تا انتهای دوره نگهداری و همچنین نمونه‌های پرتو دیده با دوز سه کیلوگری پس از نه ماه نگهداری در شرایط انجماد کیفیت بهتری نسبت به سایر گروه‌ها داشت و رتبه A گرفتند (جدول ۳).

## بحث

با توجه به تجزیه و تحلیل آنالیز واریانس، تعداد باکتری‌های مزوفیل با افزایش دوز پرتودهی و در طول زمان ذخیره سازی (نمودار ۱) کاهش یافته است. در این مطالعه، پرتودهی و ذخیره سازی در شرایط انجماد به صورت توأم موثرتر از اثر آنها به تنهایی در کاهش تعداد کلی فرمها بود. پرتودهی در جمعیت باکتریایی متناسب با افزایش دوز کاهش می‌یابد (نمودار ۱). در مطالعه‌ای که توسط Katta و همکاران (۱۹۹۱) انجام شد نشان داد که دوز تابش صفر و دو کیلوگری یا بیشتر از آن ۹۹ درصد از بار میکروبی در لاشه مرغ را غیر فعال می‌کند (Katta et al., 1991)

پرتودهی باعث کاهش *E. faecalis*, *L. S. aureus* و *enterobacteriaceae* و *monocytogenes* بیش از ۳/۳، ۱/۴ و ۴ (Log CFU/g) در گوشت خرگوش شد.

جدول ۱- اثرات پرتودهی و نگهداری در شرایط انجماد (۱۸- درجه سانتی گراد) بر میزان TVN گوشت مرغ

حالت انجماد (ماه)	TVN (mg/100g)			
	شاهد	۰,۷۵	۳	۵
۰	۱۷/۱۱±۰/۶۹ <sup>ab</sup> <sub>A</sub>	۱۸/۰۶±۰/۶۱ <sup>a</sup> <sub>A</sub>	۱۸/۲۲±۰/۶۳ <sup>ab</sup> <sub>A</sub>	۱۶/۹۱ <sup>b</sup> <sub>A</sub> ±۰/۶
۳	۱۶/۱±۰/۵۵ <sup>n.s</sup> <sub>A</sub>	۱۶/۶۸±۰/۵۰ <sup>n.s</sup> <sub>B</sub>	۱۶/۴۷±۰/۵۷ <sup>n.s</sup> <sub>B</sub>	۱۶/۴۵±۰/۶۱ <sup>n.s</sup> <sub>A</sub>
۶	۱۴/۳۱±۰/۶۳ <sup>b</sup> <sub>B</sub>	۱۶/۱۲±۰/۵۴ <sup>a</sup> <sub>B</sub>	۱۴/۷۴±۰/۴۶ <sup>b</sup> <sub>C</sub>	۱۴/۳۳±۰/۵۰ <sup>b</sup> <sub>B</sub>
۹	۱۴/۷۷±۰/۴۸ <sup>b</sup> <sub>B</sub>	۱۶/۸۶±۰/۴۶ <sup>a</sup> <sub>B</sub>	۱۵/۲۷±۰/۴۶ <sup>b</sup> <sub>C</sub>	۱۵/۱۷±۰/۴۲ <sup>ab</sup> <sub>A</sub>

اعداد کوچک در یک ردیف (تیمار) و ب اعداد بزرگ در یک ستون (زمان) با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند

جدول ۲- اثرات پرتودهی و نگهداری در شرایط انجماد (۱۸- درجه سانتی گراد) بر میزان PV گوشت مرغ

حالت انجماد (ماه)	PV (mEq/kg)			
	شاهد	۰,۷۵ کیلوگری	۳ کیلوگری	۵ کیلوگری
۰	۰/۲۵±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۳۸±۰/۰۶ <sup>a</sup> <sub>A</sub>	۰/۴۵±۰/۰۵	۰/۷۲±۰/۱۲
۳	۰/۲۸±۰/۰۵ <sup>b</sup>	۰/۶۰±۰/۰۹	۰/۳۲±۰/۰۶	۰/۵۵±۰/۰۹
۶	۰/۳۰±۰/۰۴	۰/۷۰±۰/۱۰	۰/۵۸±۰/۰۵	۰/۶۳±۰/۰۸
۹	۰/۵۰±۰/۰۶	۰/۷۷±۰/۰۶	۱/۰±۰/۱۹	۱/۲±۰/۰۹ <sup>abc</sup>

اعداد کوچک در یک ردیف (تیمار) و ب اعداد بزرگ در یک ستون (زمان) با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند

جدول ۳. اثرات پرتودهی و نگهداری در شرایط انجماد (۱۸- درجه سانتی گراد) بر ویژگی های ارگانولپتیک گوشت مرغ

ماه های نگهداری				بو	رنگ	میانگین	درجه کیفیت
۹	۶	۳	۰				
۱/۵۹±۰/۱۳	۱/۹۱±۰/۴۳	۱/۳۱±۰/۰۶	۱/۴۸±۰/۱۷	بو	رنگ	میانگین	کنترل
۱/۲±۰/۹۸	۱/۲۱±۰/۴۳	۱/۳۱±۰/۸۳	۱/۱۶±۰/۷۲	رنگ	میانگین	درجه کیفیت	
۱/۳۹±۰/۵۵	۱/۵۶±۰/۴۳	۱/۳۱±۰/۴۴	۱/۳۲±۰/۴۴	میانگین	درجه کیفیت	بو	
B	B	B	B	درجه کیفیت	بو	رنگ	
۱/۷۹±۰/۰۱	۱/۶۷±۰/۱۹	۱/۲۱±۰/۱۶	۱/۶۱±۰/۱۸	بو	رنگ	میانگین	۰,۷۵ کیلوگری
۱/۳۷±۰/۹۸	۱/۴۱±۰/۱۹	۱/۲۱±۰/۱۶	۱/۱۹±۰/۱۵	رنگ	میانگین	درجه کیفیت	

۱/۵۸±۰/۵۴	۱/۵۴±۰/۱۹	۱/۲۱±۰/۱۶	۱/۴۰±۰/۱۶	میانگین	۳ کیلوگری
B	B	B	B	درجه کیفیت	
۲/۴۵±۰/۱۳	۱/۸۸±۰/۲۶	۱/۹۴±۰/۶۶	۲/۲۴±۰/۲۲	بو	
۱,۹۷±۰,۱۶	۱/۶۴±۰/۲۶	۱/۳۴±۰/۶۶	۱/۴۶±۰/۹۲	رنگ	
۲,۲۱±۰,۱۴	۱/۷۶±۰/۲۶	۱/۶۸±۰/۶۶	۱/۸۵±۰/۵۷	میانگین	۵ کیلوگری
A	B	B	B	درجه کیفیت	
۲/۵۰±۰/۱۲	۲/۱۴±۰/۲۶	۲/۴۴±۰/۳۳	۱/۳۴±۰/۲۲	بو	
۲/۷۲±۰/۰۸	۲/۴۴±۰/۲۶	۲/۴۸±۰/۳۳	۲/۵۲±۰/۴۳	رنگ	
۲/۶۱±۰/۱۰	۲/۲۹±۰/۲۶	۲/۴۶±۰/۳۳	۲/۴۳±۰/۳۲	میانگین	
A	A	A	A	درجه کیفیت	

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه در نمونه های پرتو تابی شده با دز ۳ و ۵ کیلوگری هیچ نوع رشدی برای باکتری/شیرشیا کولی مشاهده نشد و از نظر وجود این باکتری پس از نگهداری منفی بودند. Thayer و Boyd (1993) شاخص D را برای گوشت مرغ مقادیر ۰/۲۷ کیلوگری در پنج درجه سانتی گراد و ۰/۴۲ کیلوگری در ۵- درجه سانتی گراد گزارش کردند (Thayer and Boyd, 1993).

از لحاظ شاخص پراکسید، بین گروه های مختلف پرتودهی و گروه شاهد تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P>0.05$ ). در بین گروه های پرتودهی نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P>0.05$ ). Hampson و همکاران (1996) نشان دادند که شاخص پرکسید و یدیک در دوزهای پرتودهی پایین (کمتر از ۱۰ کیلوگری) تغییر معناداری را در لیپید گوشت ایجاد نمی کند (Hampson et al., 1996). همچنین هیچ ارتباط معنی داری در مقادیر پراکسید و ید با افزایش در سطح تابش دوز در گوشت سینه بوقلمون وجود نداشت (Hampson et, 1996, Leistner, 2000).

از سوی دیگر، پرتودهی با دوز ۱/۵ کیلوگری و سه کیلوگری بطور معنی داری باعث کاهش تعداد باکتری- های هوازی مزوفیل، قارچ و مخمر شد و نمونه های نگهداری شده در انجماد برای ۱۲ و ۲۱ روز نسبت به نمونه های پرتو ندیده که ۶ روز در شرایط انجماد بودند ماندگاری بیشتری داشتند (Badr, 2004). پرتودهی به طور معناداری ( $p< 0.05$ ) شمار کلی باکتری های هوازی را کاهش داد. دوزهای پرتودهی یک، دو و سه کیلوگری باعث کاهش دو، سه و چهار لوگ باکتری های هوازی در گوشت گاو شد (Ouattara et al., 2002).

دوز کم بین دو و سه کیلوگری در کاهش سطح سالمونلا در طیور بسیار موثر است زیرا آنها در سطوح بسیار پایین وجود دارند (Lacroix et al., 1991). Lamulaka و همکاران (1992) نیز حذف کامل سالمونلا از لاشه تازه مرغ فرآوری شده با دوز ۲/۵ کیلوگری گزارش کردند (Lamuka et al., 1992). پرتودهی با دوز ۱/۵ کیلوگری برای حذف کامل سالمونلا از گوشت خرگوش کافی نبود (Badr, 2004).



حسی ابتدایی نمونه گوشت نداشت. داوران رتبه های ترجیحی مشابهی را برای نمونه های پرتو دیده و پرتو ندیده اعلام کردند که نشان داد همه نمونه ها به میزان زیادی از لحاظ بو و ظاهر مورد قبول داوران بود. به علاوه نمونه های پرتو دیده و ندیده رتبه های قابل قبولی را برای صفات حسی در زمان نگهداری در انجماد کسب کردند و هم گروه شاهد و هم پرتو دیده از نظر بو، رنگ و مزه رد نشدند. پرتو گاما اثر معناداری روی ویژگی های حسی گوشت تازه خرگوش نداشت (Badr, 2004). تابش ۵ کیلوگری یا زیر آن و نگهداری در شرایط انجماد اثری منفی روی ویژگی های ارگانولپتیک گوشت مرغ ندارد و حتی باعث بهبود آن می شود. در مطالعه ای که بر روی گوشت میگو انجام شد نتایج نشان داد که پرتو تابشی گوشت میگو با دوز ۶ کیلوگری تاثیر منفی بر پارامترهای حسی گوشت نداشته است و تمام پارامترهای آن مانند بو و مزه در حد قابل قبول بوده است (Wang et al. 2010).

### نتیجه گیری کلی

در نتیجه، دوز پرتو دهی پنج کیلوگری می تواند در کنترل پاتوژن های باکتریایی در گوشت مرغ موثر باشد این در حالی است که دوره ماندگاری در شرایط انجماد نیز در این دوز افزایش می یابد بدون هیچ گونه اثر قابل توجهی در کیفیت حسی. بنابراین پرتو دهی با دوز ۵ کیلوگری و ذخیره سازی در شرایط انجماد (۱۸- سانتی گراد) می تواند به عنوان راه حلی مناسب برای حذف پاتوژن ها از گوشت مرغ و کاهش بار میکروبی آن در طی دوره نگهداری در نظر گرفته شود. این فن آوری توام می تواند باعث ماندگاری گوشت مرغ تا نه ماه بدون تغییر کیفیت شیمیایی و حسی شود. به طور کلی نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که ترکیب پرتو دهی و نگهداری در انجماد منجر به کاهش قابل ملاحظه رشد باکتری ها و تثبیت خصوصیات بیوشیمیایی می شود که این روش فراروری کنندگان

Quattara و همکاران (2002) نشان دادند که پرتو دهی اشعه گاما اکسیداسیون لیپید را در نمونه های گوشت گاو افزایش می دهد (Ouattara et al., 2002). این مطلب با گزارش Lambert و همکاران (1992) که دریافت پرتو دهی ۰/۲۵ تا یک کیلوگری منجر به اکسیداسیون سریع چربی تحت شرایط نفوذ اکسیژن در گوشت گاو می شود هم راستا است (Lambert et al., 1992). در این مطالعه نیز PV در نمونه های پرتو دیده بیشتر بود، اما تفاوت معناداری بین گروه های پرتو دیده و شاهد نبود (جدول 1). میزان PV کمتر در گروه تیمار شده با پنج کیلوگری نشان دهنده چربی تازه یا هیدروپروکسید تنزل پیدا کرده به کتون است و در دوز تابش بین پنج کیلوگری و ۱۰ کیلوگری مقدار پراکسید افزایش پیدا کرده که این نشان دهنده شروع تند شدگی است (Gracey, 1981).

در مطالعه Badr (2004) نشان داد که نمونه های گوشت خرگوش که با اشعه گاما بین دوز صفر، ۱/۵ و سه کیلوگری پرتو دهی شده بود مقدار TBARS آن به طور معناداری افزایش یافت اما اثری روی TVN نداشت، در حالیکه نگهداری به طور معناداری میزان TBARS و TVN را هم برای گروه های پرتو دیده و هم کنترل افزایش داد. افزایش دوز اعمال شده میزان تشکیل TVN در طول دوره نگهداری از طریق کاهش سطوح اولیه باکتری های عامل فساد رایج است (Badr, 2004). این نتایج با یافته های ما مطابقت دارد. در مطالعه ای که بر روی گوشت بوقلمون انجام شده است نشان داده است که مقادیر TVN و TBARS ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند (Kim et al., 2002). ما می توانیم روش اندازه گیری TVN را به عنوان یک روش عملی و سریع برای تجزیه و تحلیل شیمیایی در گوشت مرغ تحت تابش استفاده کنیم.

پرتو دهی گاما روی گوشت مرغ در دوز های مورد استفاده در این مطالعه اثر منفی روی ویژگی های

- Meat from Different Animal Species. Meat science, 61: 257-265.
10. Lacroix, M., Jobin, M., Hamel, S., Stahl, V., Gagnon, M. 1991. Effects of 3 and 7 Kgy Gamma Irradiation Doses on Oder and Flavor of Fresh Chicken Breast. MAN Microbiologie, aliments, nutrition, 9: 375-379.
  11. Lambert, A.D., Smith, J.P., Dodds, K.L. 1992. Physical, Chemical and Sensory Changes in Irradiated Fresh Pork Packaged in Modified Atmosphere. Journal of food science, 57: 1294-1299.
  12. Lamuka, P., Sunki, G., Chawan, C., Rao, D., Shackelford, L. 1992. Bacteriological Quality of Freshly Processed Broiler Chickens as Affected by Carcass Pretreatment and Gamma Irradiation. Journal of food science, 57: 330-332.
  13. Leistner, L. 2000. Basic Aspects of Food Preservation by Hurdle Technology. International journal of food microbiology, 55: 181-186.
  14. Mulder, R., Notermans, S., Kampelmacher, E. 1977. Inactivation of Salmonellae on Chilled and Deep Frozen Broiler Carcasses by Irradiation. journal of applied bacteriology, 42: 179-185.
  15. Mwanseymela, N. 1993. Report on Studies of Routine Analysis for Food Chemistry at the Institute for Fisher Products Tno at Ijmuiden. Holland from 2nd April to 15th September,
  16. Niemira, B.A., Sommers, C.H., Boyd, G. 2003. Effect of Freezing, Irradiation, and Frozen Storage on Survival of Salmonella in Concentrated Orange Juice. Journal of food protection, 66: 1916-1919.
  17. Ouattara, B., Giroux, M., Yefsah, R., Smoragiewicz, W., Saucier, L., Borsa, J., Lacroix, M. 2002. Microbiological and Biochemical Characteristics of Ground Beef as Affected by Gamma Irradiation, Food Additives and Edible گوشت مرغ را قادر خواهد ساخت مقادیر بیشتری گوشت مرغ با کیفیت بالا و با مدت زمان نگهداری بالاتر و همچنین ایمنی نگهداری بهتر نگهداری و به بازار ارائه دهند.
- منابع**
۱. استاندارد ملی ایران (۱۳۶۹) شمارش کلی میکروبی، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران شماره ۳۵۶.
  ۲. کریم، گ. (۱۳۷۸). آزمون میکروبی مواد غذایی. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۱۰۳.
  ۳. مرتضوی، س. معتمدزادگان، ع. ع. ضیاء الحق، س. ح. (۱۳۸۱) روش‌های غیر حرارتی نگهداری مواد غذایی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۸۱-۱۹۳.
  4. Badr, H.M. 2004. Use of Irradiation to Control Foodborne Pathogens and Extend the Refrigerated Market Life of Rabbit Meat. Meat science, 67: 541-548.
  5. Farkas, J. 1998. Irradiation as a Method for Decontaminating Food: A Review. International journal of food microbiology, 44: 189-204.
  6. Gracey, J.F. 1981. *Thornton's Meat Hygiene*: Bailliere Tindall.
  7. Hampson, J., Fox, J., Lakritz, L., Thayer, D. 1996. Effect of Low Dose Gamma Radiation on Lipids in Five Different Meats. Meat science, 42: 271-276.
  8. Katta, S.R., Rao, D., Sunki, G., Chawan, C. 1991. Effect of Gamma Irradiation of Whole Chicken Carcasses on Bacterial Loads and Fatty Acids. Journal of food science, 56: 371-372.
  9. Kim, Y., Nam, K., Ahn, D. 2002. Volatile Profiles, Lipid Oxidation and Sensory Characteristics of Irradiated

- Appl. Environ. Microbiol., 59: 1030-1034.
22. Urbain, W.M. 1989. Food Irradiation: The Past Fifty Years as Prologue to Tomorrow. Food technology, 43: 76, 92.
23. Wang, H., Yang, R., Liu, Y., Zhang, W., Zhao, W., Zhang, Y., Hua, X. 2010. Effects of Low Dose Gamma Irradiation on Microbial Inactivation and Physicochemical Properties of Fried Shrimp (*Penaeus Vannamei*). International journal of food science & technology, 45: 1088-1096.
- Coating Film. Radiation Physics and Chemistry, 63: 299-304.
18. Pearson, A.M., Gillett, T.A. 2012. *Processed Meats*: Springer.
19. Soyer, A., Özalp, B., Dalmış, Ü., Bilgin, V. 2010. Effects of Freezing Temperature and Duration of Frozen Storage on Lipid and Protein Oxidation in Chicken Meat. Food chemistry, 120: 1025-1030.
20. Thayer, D.O.W., Dickerson, C.A.Y., Rao, D.R., Boyd, G.L., Chawan, C.H.B. 1992. Destruction of Salmonella Typhimurium on Chicken Wings by Gamma Radiation. Journal of food science, 57: 586-589.
21. Thayer, D.W., Boyd, G. 1993. Elimination of Escherichia Coli O157: H7 in Meats by Gamma Irradiation.

## Combined application of gamma irradiation and frozen technique to increase the shelf life of a chicken

Shahhosseini G<sup>1\*</sup>, Javanmard M<sup>2</sup>, Rokni N<sup>2</sup>

1. Nuclear Agricultural Research School - Nuclear Science & Technology Research Institute, Karaj, Iran.

2. Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

\*Corresponding author: [gshahhosseini@nrcam.org.ir](mailto:gshahhosseini@nrcam.org.ir)

Received: 24 March 2020

Accepted: 5 June 2020

### Abstract

Irradiation is one of the most effective technologies for reducing the microbial load of food. This method can help improve the health of food products and increase their shelf life. This study aimed to evaluate the effects of gamma irradiation and freezing storage as a combined method to improve the shelf life of a chicken. Chicken samples were divided into four treatments: untreated (control) and irradiated (0.75, three, and five kg) and stored in freezing conditions for 0, 3, 6, and 9 months. The samples were stored at -18°C, and then microbial and chemical analyzes and their sensory quality were performed every three months. Microbial analysis showed that irradiation and freezing maintenance decreased mesophilic, *coliform*, *Salmonella*, and *E. coli* ( $P < 0.05$ ). Results showed that there was no significant difference in sensory quality and chemical analysis parameters such as volatile total nitrogen ( $P > 0.05$ ) in treated and control groups but increased significantly ( $p > 0.05$ ). Peroxide index was observed. The results of this study indicate that the combined use of irradiation and freezing reduces the bacterial burden and increases the shelf-life of chicken meat. However, there is no change in sensory quality and biochemical analyzes.

**Keywords:** Nuclear technique, irradiation, chicken meat, freezing, microbial analyses, sensory quality, PV, TVN.