

## تأثیر پرتودهی در امنیت و ایمنی مواد غذایی

نسترن علیزاده

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

شادی مهدیخانی\*

استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

فاطمه ماهری

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

میثم محبی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### چکیده:

امنیت غذایی و حق دسترسی به غذای کافی و سالم و رهایی از گرسنگی و سوء تغذیه از محورهای اصلی توسعه، سلامت جامعه و زیرساخت های نسل آینده کشور است. پرتو دهی با استفاده از امواج الکترومغناطیسی شامل اشعه گاما، اشعه ایکس و الکترون های پرانرژی، میکروارگانیسم های مضر و عوامل بیماری زا را غیرفعال می کند، در حالی که کیفیت تغذیه ای و خواص حسی مواد غذایی حفظ می شود. پرتودهی مواد غذایی می تواند از فساد زودهنگام جلوگیری کرده و ماندگاری آن ها را افزایش دهد، بدون این که نیازی به افزودن مواد نگهدارنده یا شیمیایی باشد. پرتودهی مواد غذایی به عنوان روشی ایمن و مؤثر، توسط نهادهای بین المللی نظیر سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) تأیید شده است. این روش نه تنها به کاهش بار میکروبی و کنترل عوامل بیماری زا کمک می کند، بلکه تأثیر بسزایی در کاهش ضایعات غذایی و بهبود توزیع مواد غذایی دارد. علاوه بر این، با توجه به رشد سریع جمعیت جهانی و افزایش تقاضا برای مواد غذایی سالم و ایمن، استفاده از پرتودهی به عنوان یک فناوری مؤثر در تأمین امنیت غذایی اهمیت ویژه ای یافته است. این فناوری می تواند جایگزین مناسبی برای روش های سنتی نگهداری مانند حرارت دهی، انجماد و افزودن مواد شیمیایی باشد. همچنین، پرتودهی مواد غذایی در حفظ کیفیت محصولات تازه و فرآوری شده، کاهش نیاز به سموم در کشاورزی، و کاهش وابستگی به سیستم های حمل و نقل سردخانه ای مؤثر است. در مجموع، پرتودهی می تواند راهکاری پایدار برای بهبود ایمنی و کاهش ضایعات مواد غذایی باشد و نقش مهمی در ارتقاء سلامت عمومی و امنیت غذایی ایفا کند.

**واژگان کلیدی:** پرتودهی، امنیت و ایمنی غذایی، آلودگی غذایی، بار میکروبی، غذا

## مقدمه:

هرساله مقادیر زیادی محصولات کشاورزی در مراحل پس از برداشت، بسته بندی و تا قبل مصرف، به لحاظ کمی و کیفی دچار آسیب می شوند. با توجه به معایب استفاده از روش های حرارتی مواد غذایی اعم از افت خواص حسی و تغذیه ای و هزینه های بالا، در دهه های اخیر تمایل به استفاده از روش های غیر حرارتی افزایش یافته است. با فرآوری مواد غذایی به روش پرتو دهی گاما و نگهداری محصولات با اشعه دهی در حد مطلوب، کیفیت مواد غذایی تا مدت زمان های مختلف ثابت مانده و با کنترل میکروارگانیسم ها عوامل فساد نیز کنترل می گردد پرتو دهی محصولات کشاورزی به معنای قرار گرفتن آنها در مقابل اشعه و جذب دز معینی از امواج الکترومغناطیس ایکس و گاما یا ذرات انرژی پرالکترون می باشد. روش پرتو دهی دمای ماده را افزایش نمی دهد به همین دلیل جز روش های پاستوریزاسیون سرد محسوب می شود. پرتو دهی از دو طریق زمان ماندگاری مواد غذایی را افزایش می دهد: نخست از طریق کاهش باکتری های بیماری زا و قارچ ها ، راه دوم زمان ماندگاری از طریق کند کردن فرایند رسیدگی میوه ها و سبزیجات میسر می شود. (حسن کیانی و همکاران، ۱۳۹۳)

ایران کشوری است که تمام چهار فصل سال در آن وجود دارد که این امر یک امتیاز مثبت برای کشور ما محسوب می شود. با این مزیت می توان انواع محصولات کشاورزی و دامی را در ایران تولید و صادر نمود. بشر از ابتدای خلقت به موازات تلاش برای معاش روزانه همیشه در فکر ذخیره و نگهداری مواد غذایی هم بوده و لذا روش های متعددی را پایه گذاری و اجرا نموده است. استفاده از روش های نوین نگهداری مواد غذایی نظیر پرتو دهی به عنوان یک روش ایمن و موثر در فراوری مواد غذایی مورد توجه موحققین بهداشت و مواد غذایی، متولیان صنایع غذایی و دولتمردان قرار گرفت. (سید رضا رفیعی و همکاران، ۱۳۹۵)

پرتو دهی مواد غذایی نوعی فرایند سرد کرد برای نگهداری مواد غذایی محسوب می گردد که در طول نیم قرن اخیر بطور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. از مزایای این روش افزایش زمان ماندگاری محصولات ریشه ای، کاهش میکروارگانیسم های عامل فساد، ضد عفونی کردن ادویه جات، میوه ها و غلات، بهبود ویژگی های حسی مواد غذایی و تخریب و یا کاهش عوامل بیماری زای غیر قابل اجتناب بویژه عوامل آلوده کننده مواد غذایی خام با منشا دامی می باشد. استفاده از اشعه گاما ارزان ترین شکل پرتو دهی مواد غذایی محسوب می گردد زیرا منبع تشعشع آن جزء فراورده های جنبی شکافت اتمی می باشد. (غلام رضا شاه حسینی و همکاران، ۱۳۹۹)

تشعشعات یونیزه شامل اشعه ایکس، اشعه گاما، اشعه کاتدی، اشعه بتا، پروتون ها، نوترون ها و اشعه آلفاست. نوترون ها در مواد غذایی خاصیت رادیواکتیویته ایجاد می کنند و پروتون ها و اشعه آلفا قدرت نفوذ کمی دارند. بنابراین استفاده از این اشعه ها برای نگهداری مواد غذایی عملی نیست. اشعه گاما شبیه اشعه ایکس است با این تفاوت که از محصولات جانبی حاصل از شکافت اتمی و یا محصولات مشابه آنها ساطع می شود. کبالت ۶۰ و سزیم ۱۳۷ از مهمترین منابع این اشعه هستند که در کارهای تحقیقاتی مورد استفاده قرار می گیرند. (مسعود دانش پژوه و نرگس حاجی عبدالرحیم خباز، ۱۳۹۹)

پرتو دهی مواد غذایی عبارت است از قرار دادن ماده غذایی در مقابل مقدار مشخصی از پرتو گاما، به منظور جلوگیری از جوانه زنی بعضی محصولات غذایی مانند پیاز و سیب زمینی و همچنین کنترل آفات انبارداری، کاهش بار میکروبی و قارچی بعضی از محصولات مانند زعفران و ادویه ها و تاخیر در رسیدن بعضی میوه ها به منظور افزایش زمان نگهداری آنها. در کودها مطالعات مربوط به تغذیه گیاهی نیز از این روش استفاده می شود مانند نحوه جذب کودها و عناصر که با استفاده از تکنیک پرتوتابی

هسته ای میتوان تغییرات ژنتیکی مورد نظر را برای اصلاح محصول در توده های گیاهی به کاربرد. (مسعود دانش پژوه و نرگس حاجی عبدالرحیم خباز، ۱۳۹۹)

#### ۱. لزوم استفاده از پرتودهی برای مواد غذایی:

مواد غذایی به منظور از بین بردن باکتری ها، قارچ ها و یا حشرات که منجر به بیماری انسان و یا از بین رفتن مواد غذایی می گردد و در نهایت برای افزایش عمر مفید، تحت تابش قرار می گیرند. (حسن کیانی و همکاران، ۱۳۹۳)

#### ۲. دلایل عدم استفاده از پرتودهی:

دلیل اول این است که اخیرا برای عمده مواد غذایی پرتودهی مورد تایید قرار گرفته است. بنابراین تقاضا به اندازه کافی نبوده زیرا محصولات به آسانی در دسترس عموم قرار ندارد. دلیل دوم این است که پرتودهی یک تکنولوژی پیشرفته است بنابراین طول می کشد تا با صنعت پردازش مواد غذایی ادغام شود. همچنین تجهیزات پرتودهی به سرمایه گذاری قابل توجهی نیاز دارد. (حسن کیانی و همکاران، ۱۳۹۳)

#### ۳. مکانیسم پرتودهی مواد غذایی:

پرتودهی فرایندی است که مواد غذایی در سطوح کنترل شده ای در معرض تابش یونیزه کننده (ذرات بتا، اشعه گاما و اشعه ایکس) به منظور کشتن باکتری های بیماری زا، انگل ها، قارچ ها و حشرات، افزایش مدت زمان ماندگاری از طریق حذف میکروارگانیسم عامل فساد و... قرار می گیرند. فرایند پرتو دهی اغلب پاستوریزاسیون سرد نامیده می شود زیرا باکتری های مضر بدون حرارت از بین می روند. هنگامی که مواد غذایی تحت تابش اشعه رادیواکتیو قرار بگیرند مقداری از اتم های آن یونیزه می شوند و این امر باعث نابودی باکتری ها می شود ولی هیچگونه اثر مضر به مواد غذایی گذاشته نمی شود. (سید رضا رفیعی و همکاران، ۱۳۹۵)

#### ۴. علامت پرتودهی در دنیا:

درج علامت پرتودهی بر روی محصولات پرتودیده سبب می گردد تا مصرف کنندگان آگاهانه دست به انتخاب محصولاتی بزنند که به شیوه ای مطمئن عاری از میکروب شده اند. علامت جهانی محصولات پرتودهی شده، علامت سبز رادورا می باشد که تمامی سامانه های پرتودهی موظف می باشند این علامت را بر روی محصولات پرتودیده درج نمایند. (سید رضا رفیعی و همکاران، ۱۳۹۵)



شکل ۱- علامت پرتو دهی در دنیا

## ۵. مزایای پرتو دهی مواد غذایی:

پرتو دهی نسبت به روش های دیگر نگهداری مواد غذایی، مزایای زیادی دارد که به شرح زیر است:

۱. عدم تغییر در طعم، رنگ و رایحه محصولات پس از پرتو دهی
۲. کنترل و نابودی حشرات و آفات محصولات کشاورزی
۳. توقف جوانه زنی محصولات کشاورزی (مثل سیب زمینی و پیاز)
۴. به تاخیر انداختن زمان رسیدن میوه جات
۵. از بین بردن تقریباً تمامی میکروارگانیسم ها و عوامل بیماری زای ناشی از مواد غذایی
۶. عدم ایجاد پسماند بعد از عملیات پرتو دهی
۷. عدم افزایش دمای مواد در هنگام پرتو دهی
۸. عدم تأثیر گذاری شرایط محیطی (گرما و فشار و...) بر کارایی پرتو دهی
۹. قابلیت استفاده از محصولات بلافاصله بعد از پرتو دهی
۱۰. قابل استفاده برای هردوی محصولات تازه و منجمد و... (سید رضا رفیعی و همکاران، ۱۳۹۵)

## ۱۱) افزایش ایمنی مواد غذایی:

پرتو دهی با از بین بردن میکروارگانیسم ها، ایمنی مواد غذایی را افزایش می دهد و خطر ابتلا به بیماری های ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده را کاهش می دهد. این روش به ویژه برای گوشت، مرغ و غذاهای آماده مؤثر است. (WHO, ۲۰۱۷)

## ۱۲) حفظ ارزش تغذیه ای:

در مقایسه با روش های دیگر مانند حرارت دهی، پرتو دهی تأثیر کمتری بر ویتامین ها و مواد معدنی دارد. مطالعات نشان داده اند که ویتامین C و سایر مواد مغذی در مواد غذایی پرتو دهی شده کمتر از مواد غذایی حرارت دیده کاهش می یابند. (Diehl, ۱۹۹۵)

### ۱۳) کاربرد بدون مواد شیمیایی:

برخلاف روش های معمول نگهداری مواد غذایی که در آنها از مواد شیمیایی مانند نگهدارنده ها استفاده می شود، پرتو دهی بدون نیاز به افزودن مواد شیمیایی صورت میگیرد. این ویژگی باعث میشود که محصولات پرتو دهی شده برای مصرف کنندگان سالمتر باشند. (IAEA, ۲۰۰۵)

### ۱۴) افزایش عمر انبارداری و صادرات:

با استفاده از پرتو دهی، مواد غذایی میتوانند مدت بیشتری بدون فساد در شرایط مناسب نگهداری شوند. این ویژگی برای صادرات مواد غذایی به کشورهای دیگر و کاهش ضایعات بسیار مهم است. (Molins, ۲۰۰۱)

### ۶. تکنیک های تابش مواد غذایی:

تابش دهنده های پرتو گاما، شتاب دهنده های پرتو الکترونی و تابش کننده های اشعه ایکس سه فناوری مختلف تابشی هستند که در تابش مواد غذایی استفاده میشوند. روش پرتو دهی بر اساس زمان فرآیند، مقدار دوز، هزینه عملیات و هدف تابش (به عنوان مثال ضد عفونی کردن، غیر فعال کردن، و غیره) و ویژگی های مختلف غذا مانند چگالی، اندازه، شکل و ضخامت انتخاب می شود. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

### ۷. اصول پرتو دهی مواد غذایی:

پرتو دهی مواد غذایی فرآیند قرار دادن مواد غذایی در معرض تابش اشعه های یونیزان است. این اشعه ها قادرند ساختار سلولی میکروارگانیسم ها را تخریب کرده و از تکثیر آنها جلوگیری کنند. انواع مختلف اشعه هایی که در پرتو دهی استفاده می شوند عبارتند از: (FAO, ۲۰۱۷)

#### ۷-۱ پرتو گاما:

پرتو های گاما با تجزیه رادیونوکلید ها ی کبالت-۶۰ ( $^{60}\text{Co}$ ) یا سزیم-۱۳۷ ( $^{137}\text{Cs}$ ) به مواد رادیواکتیو (به نام رادیوایزوتوپ) تولید می شوند. روش های مختلف شتاب برای تولید پرتوهای الکترونی با توان و انرژی بالا استفاده می شود. (Sahoo et al, ۲۰۲۳) از اشعه گاما معمولاً در درمان و ضد عفونی کردن مواد غذایی به ویژه گوشت و سبزیجات استفاده میشود. (FAO, ۲۰۱۷)

#### ۷-۲ شتاب دهنده های پرتو الکترونی (الکترون های پر انرژی):

شتاب دهنده های پرتو الکترونیکی همراه با سیستم اسکن و آگروز برای حذف آزن از محیط استفاده می شوند و سیستم انتقال مواد (نقاله) بخشی از تأسیسات تابش شتاب دهنده است. در تابش پرتو الکترونیکی، غذا باید در جهت عمودی روی تسمه نقاله برای پایداری بهتر فرآیند عملیات نگه داشته شود. (Sahoo et al, ۲۰۲۳) این نوع پرتو دهی با استفاده از شتاب دهنده های الکترونی با انرژی بالا انجام می شود و معمولاً برای محصولات سطحی مانند غلات، خشکبار و برخی سبزیجات کاربرد دارد. در پرتو دهی، میزان دوز اشعه بسته به نوع محصول و هدف از پرتو دهی، متغیر است. اشعه های یونیزان انرژی زیادی دارند که می توانند ساختار DNA میکروارگانیسم ها را تغییر دهند و آنها را غیر قابل تکثیر کنند. این ویژگی باعث میشود که پرتو دهی بتواند به طور مؤثر از فساد مواد غذایی جلوگیری کرده و زمان نگهداری آنها را افزایش دهد. (IAEA, ۲۰۰۲)

### ۱-۲-۷ روش های مستقیم:

در روش مستقیم، میدان شتاب دهنده با ایجاد گرادیان پتانسیل بالا در یک ستون عایق درجه بندی شده برانگیخته می شود و به عنوان رابط خلاء نیز عمل می کند. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

### ۲-۲-۷ روش های القایی:

رویکرد روش القایی این است که یک پرتو را چندین بار از بخش های شتاب دهنده کوچکتر عبور دهیم. این افزایش های شتاب دهنده با تغییر میدان مغناطیسی با زمان القا می شوند. بتاترون و شتاب دهنده خطی دو مورد عملی اصل شتاب القایی هستند. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

### ۳-۲-۷ روش های میکروویو یا فرکانس رادیویی:

شتاب از میدان های الکترومغناطیسی که در ساختار حفره های تشدید قرار گرفته اند سرچشمه می گیرد. ساختار شتاب دهنده از حفره های منفرد یا چندگانه تشکیل شده است و پرتو می تواند یک بار یا چند بار عبور کند. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

### ۳-۷ اشعه ایکس:

اشعه ایکس یک تابش الکترومغناطیسی با طول موج کوتاه و فرکانس بالا است. آنها با انتقال الکترون اتمی تحریک می شوند و در مقایسه با پرتو های گاما انرژی کمتری دارند. پرتو های گاما و ایکس دارای خواص یکسان و اثرات مشابه بر مواد غذایی هستند، اما منشاء آنها تفاوت اصلی بین آنهاست. مانند اشعه گاما، اشعه ایکس می تواند از طریق غذا های متراکم نفوذ کند و برای ایمنی نیاز به محافظ سنگین دارد. ژنراتور اشعه ایکس درجات مختلفی از انرژی اشعه ایکس را تولید می کند و بازده تولید آنها تا حدودی کمتر است. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

## ۸. عوامل مؤثر بر تابش مواد غذایی:

### (۱) محتوای آب:

تابش مواد غذایی با رطوبت بیش از حد، در دمای بالاتر (بیش از ۴۵ درجه سانتیگراد) و در محیط هوازی، به دلیل مقاومت کمتر میکروارگانیسم در برابر رادیو، وسیله موثری برای غیرفعال کردن میکروب ها است. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

### (۲) دما:

غذا در دمای معین درمان می شود ممکن است بر مقاومت در برابر تشعشع میکروارگانیسم ها تأثیر بگذارد. تابش سلول های رویشی، در دمای (بالای ۴۵ درجه سانتیگراد) به طور هم افزایی باعث افزایش اثر کشنده می شود. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

### (۳) اکسیژن:

تشعشعات یونیزه کننده، حضور اکسیژن باعث افزایش اثر کشنده بر روی سلول های میکروبی می شود. در شرایط مرطوب و در غیاب اکسیژن، مقاومت در برابر تشعشع حدود ۲-۴ برابر افزایش می یابد، از طرف دیگر در شرایط خشک مقاومت در برابر تشعشع حدود ۱۷-۸ برابر افزایش می یابد. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

## ۹. کاربرد تابش بر روی کالاهای مختلف غذایی:

تابش مواد غذایی یکی از محدود فناوری هایی است که به دلیل توانایی آن در از بین بردن فساد و میکروارگانیسم های بیماری زای موجود در غذا بدون تأثیر قابل توجهی بر ویژگی های غذا، هم کیفیت و هم ایمنی غذا را مورد توجه قرار می دهد. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

#### ۱) افزایش ماندگاری مواد غذایی:

یکی از اصلی ترین کاربردهای پرتودهی در مواد غذایی، افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت محصولات است. اشعه های یونیزان با از بین بردن میکروارگانیسم های مضر مانند باکتری ها و قارچ ها، فساد مواد غذایی را به تأخیر می اندازند. به عنوان مثال، پرتوده می تواند ماندگاری میوه ها و سبزیجات تازه را برای چند هفته افزایش دهد و از فساد زودهنگام آنها جلوگیری کند. (Chauhan et al, ۲۰۱۵)

#### ۲) ضد عفونی و کاهش بیماری های غذایی:

پرتودهی از عوامل بیماری زای شایع در مواد غذایی مانند سالمونلا، اشریشیا کلی و لیستریا جلوگیری می کند. در یک مطالعه بر روی گوشت مرغ، نشان داده شد که پرتودهی می تواند میزان سالمونلا را تا ۹۹٪ کاهش دهد. این ویژگی برای پیشگیری از بیماری های ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده بسیار مهم است. (Diehl, ۱۹۹۵)

#### ۳) کنترل حشرات و آفات:

پرتودهی یکی از روش های مؤثر برای از بین بردن حشرات و تخم آنها در محصولات کشاورزی است. در مطالعه هایی که در سال ۲۰۱۸ انجام شد، مشخص گردید که پرتودهی می تواند آلودگی حشرات در خشکبار را به طور مؤثری کاهش دهد. (FAO, ۲۰۲۰)

#### ۴) جلوگیری از جوانه زنی در غلات و سبزیجات:

این فناوری برای جلوگیری از جوانه زنی در محصولاتی مانند سیب زمینی و پیاز به کار می رود. پرتودهی باعث می شود که این محصولات در طول دوره نگهداری خود تازه باقی بمانند و از لحاظ اقتصادی سودآورتر شوند. (Molins, ۲۰۰۱)

#### ۱۰. سالم بودن غذا های پرتودهی شده:

ارزیابی ایمنی مواد غذایی پرتودهی شده سالم را می توان به چهار جنبه ایمنی تقسیم کرد:

۱) ایمنی در برابر تشعشعات

۲) ایمنی سم شناسی

۳) ایمنی میکروبیولوژیکی

۴) مقبولیت تغذیه ای

تمامی نتایج و داده های علمی در مورد سالم بودن محصولات غذایی پرتودهی شده توسط کارشناسان کشورهای مختلف، سازمان بهداشت جهانی، آژانس بین المللی انرژی اتمی و سازمان غذا و کشاورزی اداره می شود. طبق گفته کمیته مشترک متخصص، (FAO/WHO/IAEA) تابش مواد غذایی با دوز حداکثر ۱۰ کیلوگری هیچ گونه خطر سمی از جمله مشکلات تغذیه

ای و میکروبی ندارد. بنابراین، حداکثر حد مجاز دوز کلی تابش پذیرفته شده توسط کمیسیون Codex Alimentarius ۱۰ کیلوگری است. (Sahoo et al, ۲۰۲۳)

#### ۱۱. محصولات پرتو دهی شده:

غذاهایی مانند ادویه جات و گیاهان معطر که در معرض تابش تابش یونیزه قرار می گیرند، برای از بین بردن باکتری ها، قارچ ها و حشرات استفاده می شوند. (IAEA, ۲۰۲۱) تابش یونیزه اغلب برای فرآورده های گوشتی و مرغی استفاده می شود تا پاتوژن هایی مانند: سالمونلا و اشرشیاکلی (E. coli) را کاهش دهد. (FDA, ۲۰۲۰) تابش یونیزه برای میوه ها و سبزیجات مختلف استفاده می شود تا از رسیدن آنها جلوگیری کرده و عمر مفیدشان را افزایش دهد. (FAO, ۲۰۱۸) غلاتی مانند گندم، برنج و ذرت اغلب در معرض تابش یونیزه قرار می گیرند تا از آلودگی توسط آفات مانند سوسک ها و پروانه ها جلوگیری شود. (WHO, ۲۰۱۹)

جدول ۱- محصولات غذایی مناسب پرتو دهی [Sterigenics Food Safety, ۲۰۱۵]

سال تصویب	مواد غذایی	دوز	هدف از پرتو دهی
۱۹۶۳	آرد گندم	۰/۲-۰/۵ کیلوگری	کنترل کپک زدگی
۱۹۶۴	سیب زمینی	۰/۰۵-۰/۱۵ کیلوگری	مهار جوانه زنی
۱۹۸۶	میوه ها و سبزیجات	۱ کیلوگری	کنترل حشرات و افزایش زمان ماندگاری
۱۹۹۰	ادویه جات و ترشی جات	۳۰ کیلوگری	استرلیزاسیون
۱۹۹۲	مرغ	۱/۵-۳ کیلوگری	کاهش باکتری های بیماری زا
۲۰۰۰	گوشت	۴/۵ کیلوگری	کاهش باکتری های بیماری زا
۲۰۰۰	تخم مرغ	۳ کیلوگری	کاهش باکتری های بیماری زا

#### ۱۲. پرتو دهی مواد غذایی در ایران و جهان:

##### ایران:

در ایران، استفاده از پرتو دهی در مواد غذایی هنوز به طور گسترده در صنایع مختلف گسترش نیافته است. با این حال، سازمان انرژی اتمی ایران و دیگر مؤسسات علمی کشور در تلاش هستند تا این فناوری را به صنایع غذایی معرفی کنند. در برخی موارد، پرتو دهی برای محصولات خاص مانند خرما، میوه ها و سبزیجات به کار گرفته شده است. همچنین، مراکز تحقیقاتی به بررسی و تجزیه و تحلیل این فناوری در راستای تولید محصولات ایمن تر و با ماندگاری بیشتر می پردازند. یکی از چالش های اصلی در ایران، کمبود زیرساخت های مناسب و سرمایه گذاری برای توسعه این فناوری است. (سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۴۰۰)

##### جهان:



در سطح جهانی، کشورهای پیشرفته‌ای مانند ایالات متحده، اتحادیه اروپا و ژاپن از پرتودهی به‌طور گسترده‌ای در صنایع غذایی استفاده می‌کنند. در آمریکا، سازمان غذا و داروی این کشور (FDA) استفاده از پرتودهی را برای انواع مختلفی از مواد غذایی تأیید کرده است. در اتحادیه اروپا نیز، قوانین سختگیرانه‌ای برای استفاده از پرتودهی وضع شده و برخی از کشورها مانند فرانسه و آلمان از این فناوری در سطح صنعتی استفاده می‌کنند (IAEA, ۲۰۲۰). در سطح بین‌المللی، سازمان‌هایی مانند سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) با حمایت از استفاده از پرتودهی، به توسعه استانداردهای بین‌المللی در این زمینه پرداخته‌اند. این سازمان‌ها به کشورهای در حال توسعه کمک می‌کنند تا بتوانند این فناوری را به‌طور مؤثر و ایمن در صنایع غذایی خود به کار گیرند (WHO, ۲۰۱۷).

### بحث و نتیجه گیری:

پرتودهی یک فناوری نوین و مؤثر در صنعت غذایی است که می‌تواند به بهبود ایمنی، ماندگاری و کیفیت مواد غذایی کمک کند. این فناوری با از بین بردن میکروارگانیسم‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌های مضر، سلامت مصرف‌کنندگان را تضمین می‌کند. با این حال، چالش‌هایی مانند مقاومت مصرف‌کنندگان، هزینه‌های بالا و نبود قوانین مناسب در کشورهای در حال توسعه، ممکن است مانع از گسترش این فناوری شود. در نهایت، با پیشرفت‌های علمی و کاهش هزینه‌های فناوری، انتظار می‌رود که پرتودهی در آینده‌ای نزدیک به یکی از ابزارهای اصلی در بهبود ایمنی و کاهش ضایعات غذایی تبدیل شود. با ارتقای سطح آگاهی، توسعه فناوری و تدوین مقررات جامع، کشورهای در حال توسعه می‌توانند از مزایای این فناوری بهره‌مند شوند و بحران‌های غذایی خود را کاهش دهند.

### منابع:

۱. اعظم فیضی، ۱۳۹۳، پرتودهی مواد غذایی: اثر پرتوی گاما بر روی عسل، دانشکده علوم پایه، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، پوستر: دزیمتری و حفاظت پرتویی در پزشکی و محیط زیست، ۳۸۳
۲. حسن کیانی، محمد هاشم رحمتی، عباس رضایی اصل، ۱۳۹۳، بررسی پتانسیل پرتو دهی در امنیت مواد غذایی، اولین همایش ملی فناوری های نوین برداشت و پس از برداشت محصولات کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی مشهد مقدس، ۲۹ و ۳۰ بهمن ماه
۳. سید رضا رفیعی، یاسمن غلامی، احسان افتخاری زاده، ۱۳۹۵، افزایش ایمنی و ماندگاری مواد غذایی با استفاده از پرتودهی گاما، کنفرانس دستاوردهای نوین در صنایع غذایی و تغذیه سالم، سازمان بسیج مهندسين کشاورزی و منابع طبیعی استان البرز، ۲۷ و ۲۸ مرداد ماه، کدمقاله: Foodcnf-۱۰۱۲۸
۴. غلام رضا شاه حسینی، مجید جوانمرد، نور دهر رکنی، شهریور ۱۳۹۹، کاربرد توامان پرتو دهی اشعه گاما و روش انجماد جهت افزایش زمان ماندگاری گوشت مرغ، مجله میکروب شناسی مواد غذایی، سال هفتم، شماره ۳، پاییز ۹۹
۵. مسعود دانش پژوه، نرگس حاجی عبدالرحیم خباز، مهر ۱۳۹۹، کاربرد پرتودهی در صنایع غذایی، مجله نخبگان علوم و مهندسی، جلد ۵، شماره ۴

۶. Chauhan, R., et al. (۲۰۱۵). The effect of gamma irradiation on the shelf life of mangoes in India. International Journal of Food Science.
۷. Diehl, J. F. (۱۹۹۵), Safety of irradiated foods, Marcel Dekker
۸. FAO. (۲۰۲۰). Food irradiation: Applications and safety
۹. Food and Agriculture Organization (FAO). (۲۰۱۸). "Irradiation of Food: Principles and Practices."
۱۰. IAEA, (۲۰۰۲), Food irradiation: A guide for public authorities
۱۱. IAEA, (۲۰۰۵), Manual on the application of food irradiation
۱۲. International Atomic Energy Agency (IAEA). (۲۰۲۱). "Food Irradiation: A Tool for the Future."
۱۳. Molins, R. A. (۲۰۰۱), Food Irradiation: Principles and Applications. Wiley
۱۴. Monalisa Sahoo, Pramod Aradwad, Chirasmitha Panigrahi, Vivek Kumar<sup>۱</sup> and S. N. Naik<sup>۱</sup>, ۲۰۲۳, Irradiation of Food, ۳۳۴ NOVEL TECHNOLOGIES IN FOOD SCIENCE, Scrivener Publishing LLC
۱۵. Sterigenics Food Safty M ۲۰۱۵ Spring Road, Suite ۶۵۰ M Oak Brook, IL ۶۰۵۲۳ M ۸۰۰, ۴۷۲, ۴۵۰۸ M  
www.sterigenics.com
۱۶. U.S. Food and Drug Administration (FDA). (۲۰۲۰). "Irradiation in the Production, Processing, and Handling of Food."
۱۷. WHO, (۱۹۹۹), High-dose irradiation: Wholesomeness of food irradiated with doses above ۱۰ kGy
۱۸. World Health Organization (WHO). (۲۰۱۹). "Irradiated Food: Health and Safety"

## The effect of irradiation on food security and safety

**Nastaran Alizadeh**

Master's student, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Shadi Mahdikhani\***

Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Fatemeh Maheri**

Master's student, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Meysam Mohebi**

Master's student, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

### **Abstract:**

Food security and the right to access sufficient and safe food and freedom from hunger and malnutrition are the main axes of development, community health and infrastructure for the country's future generation. Irradiation, using electromagnetic waves including gamma rays, X-rays and high-energy electrons, inactivates harmful microorganisms and pathogens, while maintaining the nutritional quality and sensory properties of food. Irradiation of food can prevent premature spoilage and increase its shelf life, without the need to add preservatives or chemicals. Food irradiation has been approved as a safe and effective method by international institutions such as the World Health Organization (WHO), the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the US Food and Drug Administration (FDA). This method not only helps to reduce the microbial load and control pathogens, but also has a significant impact on reducing food waste and improving food distribution. In addition, due to the rapid growth of the global population and the increasing demand for healthy and safe food, the use of irradiation as an effective technology in ensuring food security has gained special importance. This technology can be a suitable alternative to traditional preservation methods such as heating, freezing and adding chemicals. Also, food irradiation is effective in maintaining the quality of fresh and processed products, reducing the need for pesticides in agriculture, and reducing dependence on cold storage transportation systems. Overall, irradiation can be a sustainable solution to improve safety and reduce food waste and play an important role in promoting public health and food security.

**Keywords:** irradiation, food safety and security, food contamination, microbial load, food