



contamination that it causes product spoilage and also it's a hazard for consumer for consumer wholesomeness. Irradiation is one of the most effective methods to decontaminate spices. In this research the optimum dose of E-beam to reduce microbial contamination of spices is determined. Samples of spices included: turmeric, black pepper, garlic powder, onion powder oregano and spice; were packaged in 10 gram, and they are irradiated at doses of 0-10 kGy by 10 MeV E_e beam. After irradiation, total microbial count were determined by pour Plating method. Bacterial contamination of different spices was between 10^5 to 4.7×10^7 cfu/gr and mold's was between 1.8×10^2 to 7.2×10^3 . The survival curve of bacteria was drew in terms of bioburden versus radiation doses. By determining D₁₀ value, minimum doses for reducing spices microbial contamination upto optimum limit, are identified.

Keywords: spices, food Irradiation, microbial decontamination, E-BEAM

۱- مقدمه

اهمیت ریزسازواره‌ها در مواد غذایی کم و بیش آشکار است. میکروبها با اثرگذاری کمی و کیفی بر مواد غذایی، سودمندی و قابل استفاده بودن آنها را تغییر می دهند. مناسب بودن مواد غذایی برای رشد میکروبها می‌تواند امکان فساد این مواد توسط ریزسازواره‌ها را فراهم آورد. مواد غذایی همچنین ممکن است ناقل عوامل بیماریزا باشند و موجب انتقال و گسترش بیماریها شوند [۱]. میکروبهای متعددی نیز وجود دارند که رشد آنها در مواد غذایی منجر به تولید سم و ایجاد مسمومیت می‌شود. مسأله مورد توجه در میکروبیشناسی غذایی، چگونگی کنترل میکروبها در مواد غذایی است [۲] و [۳].

مواد غذایی معمولاً به روشهای خشک کردن، نمک سود کردن، پختن، ضد عفونی کردن با گاز، کنسروکردن، مایکروویو و روشهای شیمیایی نگهداری می‌شوند [۲]. برای میکروبیزدایی از ادویه روشهای تیمار حرارتی، ضد عفونی با گاز اتیلن اکسید و متیل بروماید و مایکروویو مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند که اکنون نامناسب شناخته شده‌اند. این روشها باعث

کاستن آلودگی‌های میکروبی ادویه به وسیله پرتو دهی با باریکه الکترون

اقدس مهدیزاده شاهی، نیره فلاح نژاد
تفتی

مرکز تحقیقات و کاربردی پرتو فرابند یزد، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق
پستی: ۳۸۹-۸۹۱۷۵، یزد- ایران

چکیده: ادویه، روزمره به مقدار قابل ملاحظه‌ای در صنایع غذایی مصرف می‌شود. این مواد آلودگی میکروبی بالایی دارند. این آلودگی علاوه بر ایجاد فساد در محصول، باعث به خطر افتادن سلامت مصرف‌کنندگان نیز می‌گردد. پرتو دهی یکی از مؤثرترین روشهای میکروبیزدایی ادویه است. در این کار پژوهشی دز لازم برای کاستن بار میکروبی ادویه مختلف به وسیله پرتو دهی با باریکه الکترون تعیین شد. نمونه‌های ادویه از جمله زردچوبه، فلفل سیاه، پودر سیر، پودر پیاز، آویشن و ادویه در بسته‌های ۱۰ گرمی بسته‌بندی و با دزهای ۰-۱۰ کیلوگری پرتوهای الکترونی ۱۰ MeV پرتو دهی شدند. پس از پرتو دهی، شمارش کلی میکروبی این نمونه‌ها به روش مخلوط کردن نمونه با محیط کشت انجام گرفت. میزان آلودگی باکتریایی اولیه این مواد از 1.8×10^2 تا 7.2×10^3 کپک در گرم متغیر بود. نمودارهای تغییرات تعداد ریزسازواره‌ها بر حسب مقدار دز جذبی برای هر یک از این مواد جداگانه ترسیم و با تعیین ارزش D₁₀ جمعیت میکروبی هر ماده، کمترین مقدار دز لازم برای کاستن بار میکروبی آنها تا حد مطلوب تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: ادویه، پرتو دهی مواد غذایی، کاهش آلودگی میکروبی، باریکه الکترون

Microbial Decontaminations Of Turmeric by E-BEAM

A. Mehdizadeh, N. Fallahnejad
Yazd Radiation Processing Center, AEOL, P.O. Box: 89175- 389,
Yazd - Iran

Abstract: Spices are used significantly in food industry. These substances have high microbial



یکی از مؤثرترین روشهای میکروبی زدایی ادویه است [۱، ۳ و ۵]. در این کار پژوهشی برای کاهش بار میکروبی ادویه مختلف تا حد مطلوب، از پرتودهی با باریکه الکترون 10MeV استفاده شده و حداقل دز لازم تعیین گردیده است. در کشورهای بلژیک، کانادا، برزیل، فنلاند، فرانسه و ... پرتودهی ادویه با دزی حدود 10 کیلوگری صورت می‌گیرد [۴ و ۵].

۲- روش کار

۲-۱ آماده‌سازی نمونه‌ها: نمونه‌های ادویه را در بسته‌های 10 گرمی تحت شرایط استریل در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی کرده و با 5 دز مختلف، بین 10 تا 100 کیلوگری پرتو داده ایم. بسته‌بندی نمونه‌ها به نحوی بوده است که از آلودگی مجدد نمونه‌ها پس از پرتودهی جلوگیری شود. دز صفر آلودگی اولیه این مواد را نشان می‌دهد که به عنوان شاهد در نظر گرفته شده است. برای هر دز تعداد 4 نمونه و در مجموع برای هر ماده 20 نمونه مورد آزمایش قرار گرفت [۷]. تعداد کل نمونه‌های مورد آزمایش در این بررسی 120 نمونه بود.

۲-۲ کشت و شمارش میکروبی

تهیه سوسپانسیون و رقت‌های اولیه: مقدار 10 گرم نمونه بسته‌بندی شده را در کیسه‌های جداگانه با 90 میلی‌لیتر آب پپتون‌دار^(۱) 1 درصد به عنوان محلول رقیق کننده، مخلوط کرده ایم؛ بدین ترتیب رقت 10^{-1} بدست آمده است. برای شمارش دقیق میکروبی، معمولاً نمونه‌ها را به رقت 10^{-6} می‌رسانند [۸].

کشت نمونه‌های رقیق تهیه شده: در این تحقیق، پشک شمارش آگار^(۷) برای شمارش باکتریهای مزوفیل هوازی و «سابورو دکستروز آگار»^(۸) برای شمارش قارچها (کپکها و مخمرها) به عنوان محیط کشت بکار رفته‌اند. روش کشت و شمارش میکروبی، مخلوط کردن نمونه با محیط کشت است.

از بین رفتن رنگ، طعم و عطر ادویه می‌شود [۱، ۲، ۴ و ۵].

تا مدتی قبل، گسترده‌ترین روش میکروبی زدایی ادویه استفاده از گاز اتیلن اکسید بود؛ اما به علت باقی ماندن آن در مواد غذایی و سرطانزا بودن، استفاده از آن از سال 1990 (1368) ممنوع شده است و روش پرتودهی جایگزین مناسب روشهای پیشین برای میکروبی زدایی از ادویه خواهد بود [۱، ۲ و ۴].

این روش مزایای زیادی دارد، از جمله: عدم افزایش درجه حرارت در ماده غذایی، عدم تغییر طعم و عطر و رنگ ادویه، از بین رفتن باکتریهای گرمادوست، کپکها و حشرات در دزهای بین 3 تا 10 کیلوگری، تغییر نکردن ترکیب شیمیایی و خواص پاد اکسیدان ادویه، قابل قبول بودن بسته‌بندی های رایج آنها برای پرتودهی [۶]، دوام بیشتر ادویه پرتودهی شده در شرایط انبار، بی‌خطر بودن ادویه پرتودهی شده برای سلامت انسان [۲ و ۴].

بیشترین جمعیت میکروبی ادویه را باکتریهای مزوفیل هوازی اسپوردار^(۱) تشکیل می‌دهند که منشأ خاکی دارند. باکتریهای بیماریزا در ادویه شامل باسیلوس سرئوس^(۲) و سالمونلا^(۳) می‌باشند. باکتریهای غیرهوازی اجباری در ادویه نسبتاً اندکند. کپکهای آلوده‌کننده ادویه، بیشتر از نوع اسپرژیلوس^(۴) و پنی سیلیوم^(۵) می‌باشند و در بعضی از موارد، کپکهای سمی هم مشاهده شده است [۱، ۲ و ۵].

ادویه به مقدار قابل توجهی روزانه در صنایع غذایی توسط عموم مردم مصرف می‌شوند و آلودگی میکروبی بالایی دارند [۱ و ۲]. این محصولات در مراحل برداشت، خشک کردن و حمل و نقل به ریزسازواره‌های زیادی آلوده می‌شوند که آنها علاوه بر ایجاد فساد در محصول، در مواد غذایی مانند سس‌ها، پودرهای سوپ فوری، ... که بطور مؤثری حرارت داده نمی‌شوند، سلامتی مصرف‌کنندگان را به خطر می‌اندازند [۲، ۴ و ۶]. پرتودهی



شمارش میکروبی: شمارش باکتریها پس از گذشت ۴۸ تا ۷۲ ساعت و شمارش قارچها پس از یک هفته و دو هفته انجام گرفت.

۳- یافته‌ها و نتایج

نتایج شمارش باکتریها و کپکها در نمونه‌های مختلف در هر دُز پرتودهی در جدولهای ۱ تا ۶ درج شده‌اند.

برای تعیین دُز پرتودهی لازم، سه عامل مورد نیاز است:

- بار میکروبی اولیه ماده غذایی
- ارزش D_{10}
- حد مجاز آلودگی میکروبی ماده خاص

در چهار ظرف کشت میکروب ۱ میلی لیتر از هر رقت تهیه شده (10^{-1} تا 10^{-6}) را با پیپت استریل شده منتقل کرده و به دو ظرف، محیط کشت طشتک شمارش آگار استریل شده و به دو ظرف دیگر محیط کشت سابورو دکستروز آگار حاوی کلرامفنیکول ۰/۵ درصد^(۹) استریل شده اضافه شد (اضافه کردن کلرامفنیکول، به منظور جلوگیری از رشد باکتریها در این محیط کشت است). طشتک‌های حاوی محیط کشت طشتک شمارش آگار، درون گرمخانه (انکوباتور) با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و طشتک‌های حاوی سابورو دکستروز آگار، درون گرمخانه با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

جدول ۱- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه فلفل پرتودهی شده.

دُز (KGy)	۰		۳		۶		۸		۱۰	
	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری
۱	۵/۲ × ۱۰ ^۷	۷ × ۱۰ ^۳	۰	۱ × ۱۰ ^۵ ۹/۸	۱۰	۱ × ۱۰ ^۳ ۹/۶	-	۱ × ۱۰ ^۲ ۶/۶	-	۵۰
۲	۴/۹ × ۱۰ ^۷	۲ × ۱۰ ^۳ ۷/	۵۰	۱ × ۱۰ ^۵ ۹/۶	-	۱ × ۱۰ ^۴	-	۱ × ۱۰ ^۳	-	۱۰۰
۳	۴/۶ × ۱۰ ^۷	۴ × ۱۰ ^۳ ۷/	۱۰	۱ × ۱۰ ^۵ ۹/۷	۲ × ۱۰ ^۴	-	۱ × ۱۰ ^۲ ۸/۴	-	۷۰	
۴	۳/۹ × ۱۰ ^۷	۱ × ۱۰ ^۳ ۷/	۷۰	۱ × ۱۰ ^۶ ۱/۲	-	۱ × ۱۰ ^۳ ۸/۴	-	۳ × ۱۰ ^۲	-	۶۰
میانگین	۴/۷ × ۱۰ ^۷	۲ × ۱۰ ^۳ ۷/	۸۰	۱ × ۱۰ ^۵ ۹/۹	-	۱ × ۱۰ ^۴	-	۱ × ۱۰ ^۲ ۷	-	۷۰

جدول ۲- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه پودر سیر پرتودهی شده.

دُز (KGy)	۰		۳		۶		۸		۱۰	
	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری
۱	۳ × ۱۰ ^۶	۱/۵ × ۱۰ ^۳	۱۰	۱ × ۱۰ ^۳ ۲/۶	-	۱ × ۱۰ ^۲	-	۸۰	-	-
۲	۹ × ۱۰ ^۵	۲/۹ × ۱۰ ^۳	۱۰	۱ × ۱۰ ^۳ ۴/۲	-	۱ × ۱۰ ^۲ ۲/۱	-	۲۰	-	-
۳	۱/۹ × ۱۰ ^۶	۲ × ۱۰ ^۳	۱۰	۱ × ۱۰ ^۳ ۱/۸	-	۱ × ۱۰ ^۲ ۸	-	۴۵	-	-
۴	۱/۸ × ۱۰ ^۶	۹/۵ × ۱۰ ^۲	-	۱ × ۱۰ ^۳ ۳/۴	-	۵ × ۱۰ ^۲ ۵/	-	۵۵	-	-
میانگین	۱/۹ × ۱۰ ^۶	۱/۸ × ۱۰ ^۳	۱۰	۳ × ۱۰ ^۳	-	۱ × ۱۰ ^۲ ۶/۴	-	۵۰	-	-



جدول ۳- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه پودر پیاز پرتودهی شده.

۱۰		۸		۶		۳		۰		دُز (KGy) تکرار
کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	
-	-	-	۵۰	-	$\times 10^2$ ۱/۸	۲۰	$\times 10^2$ ۶	$\times 10^2$ ۷/۳	10^5 ۹/۲	۱
-	-	-	۱۰	-	$\times 10^2$ ۷/۳	۶۰	$\times 10^2$ ۴/۲	$\times 10^2$ ۶/۴	$\times 10^5$ ۷/۹	۲
-	-	-	-	-	$\times 10^2$ ۹/۱	۵۰	$\times 10^2$ ۵/۲	$\times 10^2$ ۵/۴	$\times 10^6$ ۱/۶	۳
-	-	-	۲۰	-	10^2	۷۰	$\times 10^2$ ۳/۸	$\times 10^2$ ۶/۵	$\times 10^6$ ۱/۵	۴
-	-	-	۲۰	-	$\times 10^2$ ۷	۵۰	$\times 10^2$ ۴/۸	$\times 10^2$ ۵/۵	$\times 10^6$ ۱/۲	میانگین ن

جدول ۴- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه پودر آویشن پرتودهی شده.

۱۰		۸		۶		۳		۰		دُز (KGy) تکرار
کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	
-	-	-	-	-	$\times 10^2$ ۲/۱	-	$\times 10^2$ ۲/۷	$\times 10^2$ ۴	10^4 ۷/۴	۱
-	-	-	-	-	$\times 10^2$ ۳/۹	-	10^2	10^2	$\times 10^4$ ۶/۲	۲
-	-	-	۱۰	-	10^2	-	$\times 10^2$ ۳/۲	$\times 10^2$ /۵	$\times 10^5$ ۱/۲	۳
-	-	-	۱۰	-	$\times 10^2$ ۵	-	$\times 10^2$ ۱/۹	$\times 10^2$ ۱/۵	$\times 10^5$ ۱/۴	۴
-	-	-	۱۰	-	$\times 10^2$ ۳	-	$\times 10^2$ ۲/۲	$\times 10^2$ ۳	10^5	میانگین ن

جدول ۵- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه ادویه پرتودهی شده.

۱۰		۸		۶		۳		۰		دُز (KGy) تکرار
کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	
-	۲۰	-	$\times 10^2$ ۱/۲	-	$\times 10^2$ ۴/۷	۱۰۰	$\times 10^4$ ۴/۳	$\times 10^4$ ۹/۸	10^7 ۱۰	۱
-	۸۰	-	10^2	۱۰	$\times 10^2$ ۲	۱۶۰	$\times 10^4$ ۸	$\times 10^4$ ۸/۲	$\times 10^7$ ۲	۲
-	۵۰	-	$\times 10^2$ ۲	-	$\times 10^2$ ۴	۶۰	$\times 10^4$ ۵/۱	$\times 10^4$ ۶	$\times 10^6$ ۹/۱	۳
-	۱۰	-	$\times 10^2$ ۱/۴	۱۰	$\times 10^2$ ۱/۳	۸۰	$\times 10^4$ ۷/۵	$\times 10^4$ ۴/۹	$\times 10^6$ ۶	۴
-	۴۰	-	$\times 10^2$ ۱/۴	۱۰	$\times 10^2$ ۳	۱۰۰	$\times 10^4$ ۶/۲	$\times 10^4$ /۲	$\times 10^7$ ۱/۱	میانگین

جدول ۶- تعداد باکتریها و کپکها در هر گرم نمونه زردچوبه پرتودهی شده.

۱۰		۸		۶		۳		۰		دُز (KGy) تکرار
کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	کپک	باکتری	



-	۵۰	-	$\times 10^2$ ۲/۷	-	$\times 10^3$ ۵/۳	-	3×10^4	۱۰۰	10^7 ۱/۲x	۱
-	۱۰۰	-	3×10^2	-	$\times 10^3$ ۵/۳	-	$\times 10^4$ ۵/۲	۳۰۰	2×10^7	۲
-	۱۵	-	$\times 10^2$ ۳/۵	-	3×10^3	-	$\times 10^4$ ۵/۲	۱۰۰	$\times 10^7$ ۱/۶	۳
-	۵۲/۵	-	$\times 10^2$ ۱/۸	-	$\times 10^3$ ۵/۵	-	$\times 10^4$ ۸/۵	۲۰۰	2×10^7	۴
-	۵۴/۴	-	$\times 10^2$ ۲/۸	-	$\times 10^3$ ۶/۸	-	5×10^4 ۸	۱۷۵	$\times 10^7$ ۱/۷	میانگین



شده، به زیر حد مطلوب مورد نظر رسیده است.

در بعضی از نمونه‌های ادویه قبل از پرتو دهی میکروبهایی از قبیل اشرشیاکلی^(۱۱)، همچنين ساير کليفرمهاي^(۱۲) مدفوعي موجود بود، اما پس از پرتو دهی با دز بهینه، این میکروبها در نمونه‌های مورد آزمایش مشاهده نشد [۱۱ و ۱۲].

جدول ۷- حداقل دز لازم برای کاهش بار میکروبی ادویه.

نمونه‌ها	آلودگی اولیه (تعداد باکتریها و کپکها)	D ₁₀ (KGy)	حداقل دز لازم (KGy)
زردچوبه	1.7×10^7	۱/۹	۸
فلفل	4.7×10^7	۱/۷	۷/۷
پودرسیر	1.9×10^6	۱/۹	۶/۱
پودرپیاز	1.2×10^6	۱/۸	۵/۶
آویشن	10^5	۲/۱	۴/۲
ادویه	1.1×10^7	۱/۸	۷/۴

جدول ۸- مقدار آلودگی میکروبی ادویه پرتو دهی شده با حداقل دز لازم.

نمونه‌ها	شاهد (پرتو دهی نشده)	پرتو دهی شده
زردچوبه	باکتری	1.7×10^7
	کپک	10^3
فلفل	باکتری	4.7×10^7
	کپک	7.2×10^3
پودرسیر	باکتری	1.9×10^6
	کپک	1.8×10^3
پودرپیاز	باکتری	1.2×10^6
	کپک	5.5×10^3
آویشن	باکتری	10^5
	کپک	3×10^3
ادویه	باکتری	1.1×10^7
	کپک	7.2×10^4

- تعیین ارزش D₁₀

ارزش D₁₀^(۱۰) دُزی است که تعداد ریزسازواره‌ها را یک سیکل لگاریتمی کاهش می‌دهد. ارزش D₁₀ را می‌توان با رسم نمودار دُز-پایندگی ریزسازواره‌ها حساب کرد [۹ و ۱۰].

با استفاده از داده‌های به دست آمده مندرج در جدولها، نمودارهای کاهش تعداد ریزسازواره‌ها بر حسب دُز پرتو دهی برای هر ماده ترسیم شده‌اند (شکلهاي ۱ تا ۶).

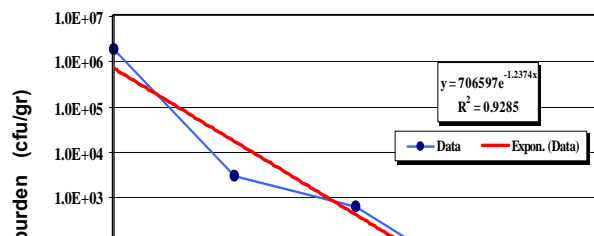
با استفاده از معادله حاصل از برازش منحنی، مقادیر دُز (محور افقی) را در سیكلهاي لگاریتمی متوالی حساب کرده و از تفاضل دو دُز متوالی مقدار میانگین را معین کرده‌ایم. مقدار حساب شده D₁₀ باکتریهای مزوفیل هوازی در مورد زردچوبه معادل ۱/۹، فلفل سیاه ۱/۷، پودرسیر ۱/۹، پودرپیاز ۱/۸، آویشن ۲/۱ و ادویه ۱/۸ کیلوگري بدست آمد. بالا بودن مقدار D₁₀ نشانه مقاومت بیشتر ریزسازواره‌ها در مقابل پرتو دهی است.

- تعیین دُز پرتو دهی

با توجه به آلودگی اولیه مواد مختلف و با فرض اینکه حد مطلوب آلودگی میکروبی ادویه ۱۰^۳ باکتری در هر گرم ماده (بر اساس پیشنهاد شرکتهای استفاده‌کننده ادویه) باشد، بار میکروبی زردچوبه باید به میزان ۴/۲، فلفل سیاه ۴/۵، پودر سیر ۳/۲، پودرپیاز ۳/۱۲، آویشن ۲ و ادویه ۴/۱۱ سیکل لگاریتمی کاهش یابد. با در نظر گرفتن ارزش D₁₀ حساب شده برای هر ماده، حداقل دُز لازم برای کاهش بار میکروبی مواد مختلف بدست آمد (جدول ۷).

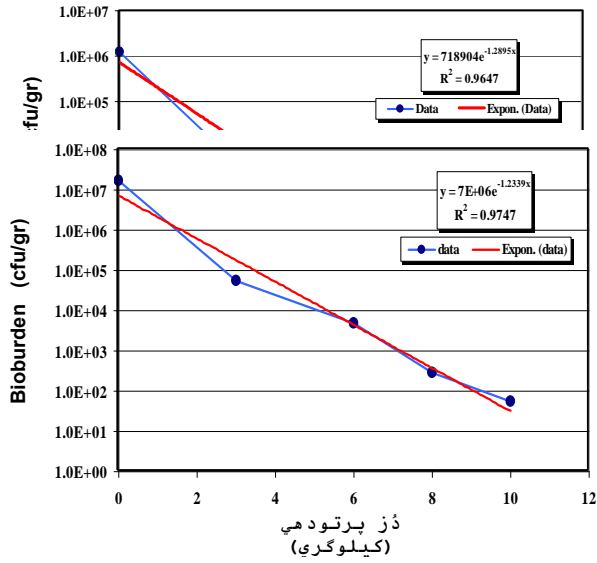
پس از پرتو دهی ادویه با حداقل دُز لازم برای هر نمونه، مقدار آلودگی میکروبی قبل و بعد از پرتو دهی با هم مقایسه شد و مناسب بودن این دُز مورد تأیید قرار گرفت. نتایج این بررسی در جدول ۸ درج شده است.

اعداد مندرج در جدول ۸ نشان می‌دهد که آلودگی میکروبی نمونه‌ها پس از پرتو دهی با دُزهای تعیین

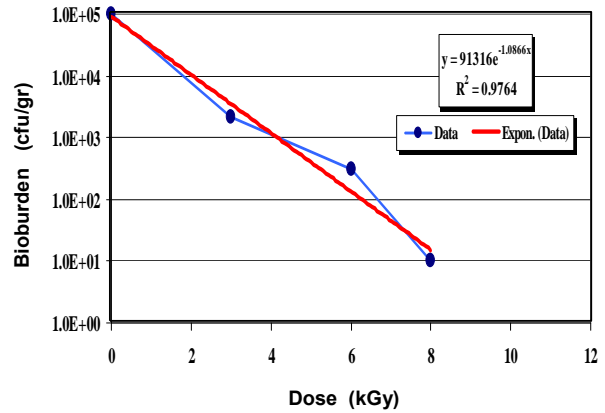




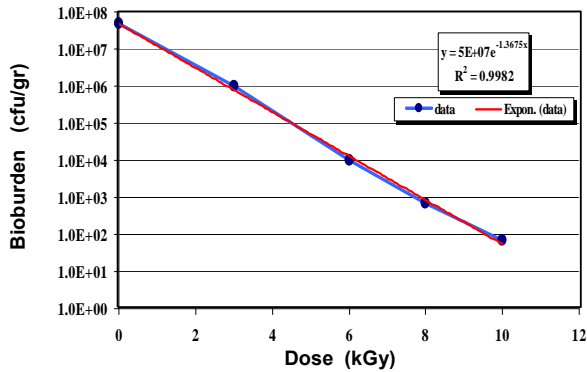
شکل ۱- نمودار دز- پایدگی ریزسازواره های پودر سیر پس از پرتو دهی با باریکه الکترون.



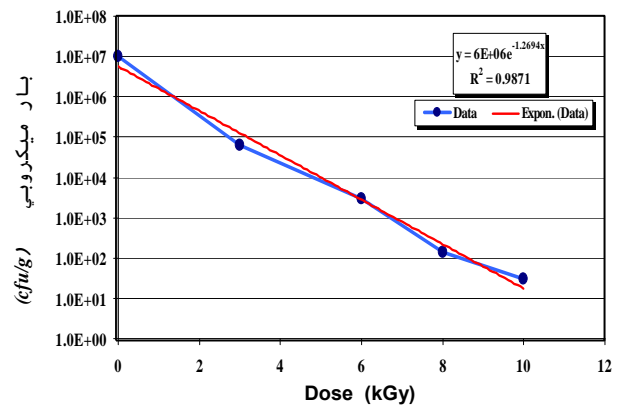
شکل ۲- نمودار دز- پایدگی ریزسازواره های پودر پیاز پس از پرتو دهی با باریکه الکترون.



شکل ۳- نمودار دز- پایدگی ریزسازواره های زردچوبه پس از پرتو دهی با باریکه الکترون.



شکل ۴- نمودار دز- پایدگی ریزسازواره های آویشن پس از پرتو دهی با باریکه الکترون.



شکل ۵- نمودار دز- پایدگی ریزسازواره های فلفل سیاه پس از پرتو دهی با باریکه الکترون.

پینوشتها :

- ۱- Sporeforming Aeromesophilic Bacteria
- ۲- Bacillus Cereus
- ۳- Salmonella
- ۴- Aspergillus
- ۵- Penicillium



- ۶- Pepton Water
- ۷- Plate Count Agar
- ۸- Sabouraud Dextrose Agar
- ۹- Chloramphenicol 0.5 %
- ۱۰- D₁₀ Value
- ۱۱- E. Coli
- ۱۲- Coliform



References:

- 1- D.W. Thayer and E.S. jansephson, "Radiation pasteurization of food," CAST, The Science Source for Food, Agricultural and Environmental Issues, Issue Paper No. 7 (April 1996).
- 2- W. Stachowicz, "Irradiation of spices and herbs," Institue of Nuclear Chemistry and Technology (1997).
- 3- K. M. Shea, "Technical report: Irradiation of food," Pediatrics **106(6)**, 1505-1510 (Dec 2000).
- 4- M. Marcotte, "Effect of irradiation on spices , herbs and seasonings-comparison with ethylen oxide fumigation,"
www.food-irradiation.com
- 5- J. Wolf, "Flavoring healthful diets-spices continue to show steady gain in popularity," Focus No. **54** (March 1995).
- 6- O. Bennett Wood, MPH, RD, Ch. M. Bruhn, PhD, "Food irradiation," American Dietic Association, **100**, 246-253 (2000).
- 7- "میکروبیولوژی - آئین کاربرد روشهای عمومی آزمایشهای میکروبیولوژی،" استاندارد ملی ایران، شماره ۲۳۲۵ (مهرماه ۱۳۸۰).
- 8- "Sterilization of medical devices microbiological methods-Part 1: Estimation of population of microorganisms on product," ISO 11737-1, First edition (1995).
- 9- "سترونی محصولات پزشکی - شناساگرهای زنده - قسمت اول: کلیات،" استاندارد ملی ایران، شماره ۵۶۱۰-۱ (شهریور ماه ۱۳۸۰).
- 10- Y. Tabata and Y. Ito, "Food Irradiation," CRC Handbook of Radiation Chemistry, 820 - 827 (1991).
- 11- "روش جستجو و شمارش بیشترین تعداد احتمالی اشرشیاکلی در مواد غذایی،" استاندارد ملی ایران، شماره ۲۹۴۶ (شهریور ۱۳۷۳).
- 12- "روش جداسازی، شناسایی و شمارش کلی فرمها،" استاندارد ملی ایران، شماره ۴۳۷ (آذر ۱۳۶۸).