

تأثیر پرتودهی گاما بر روی کنترل میکروبی سه رقم سیب‌درختی

آیت محمدرزاداری^۱، رحیم ابراهیمی^{۲*} و مرضیه سیحون^۳

چکیده

با فرآوری مواد غذایی به روش پرتودهی، میکروارگانیسم‌ها عوامل فساد کنترل شده و کیفیت و ماندگاری مواد غذایی افزایش می‌یابد. سه رقم سیب‌درختی رد دلشیز (Red Delicious)، گلدن دلشیز (Golden Delicious) و گرانی اسمیت (Granny Smith) از یک باغ در ارومیه خریداری شد، سپس تعداد ۱۰۰ عدد سیب در اندازه متوسط (۱۲۰ تا ۱۸۰ گرم) به طور کاملاً تصادفی انتخاب و به مدت یک هفته در سردخانه (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری و در کیسه‌های نایلونی استریل، به منظور پرتودهی بسته‌بندی و با دزهای شاهد، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ گری با اشعه گاما (کبالت ۶۰) پرتودهی شد. سپس برای مدت زمان‌های صفر، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ روز در دو شرایط متفاوت انبارمانی که عبارت بود از شرایط انبار با دمای 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ و شرایط یخچالی با دمای 3 ± 1 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰٪ نگهداری شدند. در هر دو ماه نمونه‌ها از نظر کل میکروب‌ها و قارچ‌ها (کپک‌ها و مخمرها) بررسی و با نمونه‌های شاهد (پرتو ندیده) مقایسه شدند. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان می‌دهد که شرایط مناسب از نظر کنترل میکروبی در مدت انبارمانی شش ماه برای تثبیت کیفیت ارقام سیب دز ۷۵۰ گری دز بهینه و مناسب در دمای یخچالی به منظور نگهداری است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی میکروبی، اشعه گاما، پرتودهی، رقم، سیب.

ارجاع: محمدرزاداری آ. ابراهیمی ر. و سیحون م. ۱۳۹۵. تأثیر پرتودهی گاما بر روی کنترل میکروبی سه رقم سیب‌درختی. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۵(۱): ۴۷-۵۲.

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۲- دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۳- مربی پژوهشیار، سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشکده کاربرد پرتوها.

* نویسنده مسئول: rahim.ebrahimi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۴

مقدمه

در دهه اخیر با افزایش میزان تولید سیب درختی در کشور، جایگاه ایران از نظر صادرات این محصول در رتبه بیست و نهم جهانی قرار گرفته است. نکته قابل توجه این است که ایران در تولید سیب درختی پس از چین، ایالات متحده و ترکیه در رتبه چهارم جهانی قرار دارد (فائو، ۲۰۱۲). این در حالی است که در کشورمان این محصول از نظر صادرات در بین سایر محصولات باغی، رتبه پانزدهم قرار گرفته است. تمامی این واقعیت‌ها نشان می‌دهد که در مسائل بعد از تولید سیب درختی مانند جمع‌آوری، بسته‌بندی، انبارداری، حمل‌ونقل، فرآوری، بازرسانی و صادرات کمتر توجه شده است و باید در این زمینه برنامه‌ریزی‌های اساسی در جهت کاهش هرچه بیشتر تلفات، از طریق طراحی و بهینه‌سازی در کلیه مواد پس از برداشت، انجام شود (محمدزاداری، ۱۳۹۳).

با به کارگیری فن‌آوری‌های نوین و در رأس آن‌ها فن‌آوری هسته‌ای می‌توان با استفاده بهینه از منابع موجود، مسیر تأمین امنیت غذایی را برای جامعه امروز و نسل‌های آینده هموار کرد و کشور را در زمینه تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه محصولات استراتژیک به خودکفایی رساند. تاکنون روش‌های زیادی برای کمک به جلوگیری از فساد و بهبود ایمنی مواد غذایی ابداع شده است (یوسفیان و همکاران، ۱۳۹۵).

فرآیند پرتو دهی برای افزایش طول عمر و افزایش کیفیت مواد غذایی با کاهش بار میکروبی سبب کاهش فساد مواد غذایی می‌شود. این روش از جمله راه‌های مناسب در کنترل جوندگان حبوبات، فلفل‌ها، دانه‌های خشک و دانه‌ها می‌گردد (البشیر، ۲۰۱۵). اهمیت فرآیند پرتو دهی به دلیل نابود ساختن میکروارگانیسم‌ها و افزایش طول عمر است و همچنین روی خواص فیزیکی و شیمیایی، مواد مغذی و مشخصه‌های بیولوژیکی مواد تأثیرگذار است (مدراسنتا و همکاران، ۲۰۱۶).

هر ساله مقدار زیادی از محصولات کشاورزی در مراحل پس از برداشت و بسته‌بندی و تا قبل از مصرف، از نظر کمی و کیفی دچار آسیب می‌شوند. گذشته از حشرات عوامل دیگری نیز می‌توانند سبب فساد و تخریب محصولات در مدت انبارداری شوند. عوامل بیماری‌زای گیاهی نقش منفی خود را (پس از برداشت) به صورت تخریب و فساد بروز داده و سبب افت کمی و کیفی

محصولات کشاورزی می‌شوند. بررسی‌های دهه‌های اخیر دانشمندان نشان داد که کاربرد مواد شیمیایی علاوه بر خطرات زیست‌محیطی سبب بیماری‌های زیاد در مصرف‌کنندگان به دلیل انتقال باقیمانده سم به بدن آن‌ها خواهد شد. پس جهت‌گیری مدیریت شیوه‌های نگهداری محصولات غذایی به سمت کاهش و حذف مواد شیمیایی و تعیین جایگزین‌های مناسب حرکت کرده است به نحوی که برای حذف تعدادی از مهم‌ترین سموم تدخینی، محدوده زمانی مشخصی مقرر شد. کاربرد پرتوهای یونیزه کننده (گاما، ایکس و الکترون) به عنوان روشی جدید در راستای حفظ و نگهداری محصولات کشاورزی از حدود ۳۵ سال قبل مطرح شد (گونز و همکاران، ۲۰۰۱).

مصطفوی و همکاران (۲۰۱۲) شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی (شامل رطوبت، مواد جامد به طور کامل قابل حل، فعالیت آنتی‌اکسیدان، سفتی و مقدار فنولیک) گونه پرورشی سیب رد دلشز در معرض پرتوگاما به منظور قابلیت‌شان برای جلوگیری از کپک بعد از برداشت را ارزیابی کردند. میوه‌های تحت مراقبت با مقدار ۰، ۳۰۰، ۶۰۰، ۹۰۰ و ۱۲۰۰ گری پرتو دهی کردند و در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد ذخیره کردند. نتایج نشان داد که نگهداری در دمای پایین برای جلوگیری از رشد کپک کافی نیست. همان قدر که مقدار و زمان نگهداری افزایش می‌یابد سفتی سیب‌ها کم می‌شود همچنین میکروب‌های بیماری‌زا (Pathogens) سبب تسریع نرم شدن سیب‌های ذخیره شده می‌شوند. این بررسی نشان داد که مقدار کم پرتو دهی (۳۰۰ و ۶۰۰ گری) همراه با نگهداری در هوای سرد شیوه‌ای مناسب برای به حداقل رسانیدن آسیب کیفیت سیب در دوره ۹ ماه انبار مانی است. هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر دزهای پرتو دهی مختلف گاما بر افزایش زمان ماندگاری سیب رقم گلدن دلشز و افزایش کیفیت و صادرات است.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها

سه رقم سیب درختی رد دلشز (Red Delicious)، گلدن دلشز (Golden Delicious) و گرانی اسمیت (Granny Smith) و نمونه‌های کنترل (پرتو ندیده) از یک باغ در ارومیه خریداری شد. سیب‌هایی با اندازه و رسیدگی یکسان بدون آسیب یا پوسیدگی در این پژوهش استفاده

نتایج و بحث

کنترل میکروبی

بیش از ۹۰ درصد در هر دو نوع محیط کشت آگار از خانواده قارچ‌ها، به طور عمده کپک‌ها و بعد مخمرها بودند. برای محاسبه کلی کلنی‌ها و قارچ‌ها علاوه بر رقت‌های مختلف از نمونه‌ها، میانگین تعداد دفعات تکرار در نظر گرفته شد. انحراف معیار نیز محاسبه و در جدول‌های مربوطه در نظر گرفته شد.

جدول ۱ نشان دهنده محتوای میکروبی نمونه‌های سه نمونه سیب در دو شرایط انبار با دمای 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ و شرایط یخچالی با دمای 3 ± 1 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰٪ در زمان ورود است. در زمان ورود در نمونه شاهد انباری و یخچالی از آلودگی بالایی در نوع سیب گلدن دلشیز نسبت به رقم گرانی اسمیت و رد دلشیز مشاهده شد. در دزهای اعمال شده ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ گری آلودگی میکروبی در محیط انباری بیشتر از محیط یخچالی بود.

جدول ۲ نشان دهنده محتوای میکروبی نمونه‌های سه رقم سیب در دو شرایط انبار با دمای 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ و شرایط یخچالی با دمای 3 ± 1 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰٪ پس از گذشت ۶۰ روز است. از آنجایی که کپک‌ها و مخمرها نسبت به تغییرات محیطی مقاوم‌تر بودند، کاهش آن‌ها با ریتمی ملایم انجام شده است؛ زیرا رطوبت یکی از عوامل مهم در رشد و پایداری میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه قارچ‌ها است.

جدول ۳ نشان دهنده محتوای میکروبی نمونه‌های سه رقم سیب در شرایط انبار با دمای 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ و شرایط یخچالی با دمای 3 ± 1 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰٪ پس از گذشت ۱۲۰ روز است. به طور کلی تا آخرین مراحل آزمایش در نمونه‌های شاهد و دزهای اعمال شده رقم گرانی اسمیت تعداد کلنی در دز ۷۵۰ و ۱۰۰۰ گری بدون آلودگی میکروبی قابل توجهی مشاهده شد. شمارش‌ها بیانگر کاهش تدریجی در هر دو محیط کشت در دمای یخچالی بود. این کاهش آرام، به طور دقیق اثبات کننده همین موضوع است که وجود رطوبت در پایداری محتوای میکروبی به ویژه کپک‌ها و مخمرها نقش اساسی دارد.

شدند. بلافاصله پس از برداشت، سیب‌ها به آزمایشگاهی در پژوهشکده کاربرد پرتوها در تهران منتقل و به وسیله گاما سل با چشمه کبالت ۶۰ پرتو دهی شد. دزهای به کار رفته صفر (شاهد)، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ گری بود.

محیط کشت

محیط کشت‌های مورد استفاده آب پپتونه^۱ (PW) برای تهیه رقت‌ها، آگار پلیت کانت (PCA)^۲ برای شمارش کلی (توتال) و آگار سابورا دکستروز (SDA)^۳ برای شمارش قارچ‌ها بودند. آنتی‌بیوتیک به کار رفته در محیط کشت آگار سابورا دکستروز، کلرامفنیکل ۰/۵ درصد بود (زارع و همکاران، ۱۹۸۹).

تهیه نمونه‌ها

از هر نمونه، یکسری در زیر میکرو فلو به طوری که دچار آلودگی ثانویه نشوند ۱۰ گرم وزن کرده و سپس ۹۰ میلی‌لیتر محیط کشت آب پپتونه (۱:۱۰) اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد. سیب‌های باقیمانده (شاهد و پرتو دیده) برای آزمون‌های مورد نظر به انبار و یخچال منتقل شدند.

کشت و شمارش میکروبی

از هر نمونه سوسپانسیون به دست آمده، رقت‌های 10^{-2} و 10^{-3} تهیه و بلافاصله به محیط کشت‌های مذکور انتقال یافت. پلیت‌های حاوی نمونه و آگار پلیت کانت و آگار سابورا دکستروز به ترتیب در دمای 37°C و 25°C انکوبه شدند. شمارش کلی تا ۴۸ ساعت و شمارش قارچ‌ها (کپک‌ها و مخمرها) پس از ۷۲ ساعت انجام شد.

نمونه‌های شاهد و پرتو دیده سه رقم سیب برای بررسی تغییرات میکروبی در طول مدت نگهداری در شرایط انبار با دمای 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ و شرایط یخچالی با دمای 3 ± 1 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰٪ نگهداری شدند. در دوره‌های ۱۲۰، ۶۰ و ۱۸۰ روز نمونه‌های باقی‌مانده از سه رقم سیب به طور جداگانه بررسی میکروبی شده و نتایج به دست آمده باهم مقایسه شد (زارع و همکاران، ۱۹۹۳).

1- Peptone Water
2- Plate Count Agar
3- Sabouraud Dextrose Ager

جدول ۱- دزهای اعمال شده (Gy) و شمارش تعداد کلنی (CFU) موجود در محیط کشت های PCA و شمارش تعداد کپک و مخمر در

محیط SDA در زمان ورود

رقم سیب	دز (گری) محیط کشت	۰	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
گلدن دلیشز	PCA	۸۰۰±۶/۴۳	۶۷۶±۲/۰۹	۴۵۵±۱/۷۰	۲۵۴±۹/۰۷	۲۵۱±۳۱/۰۹
	SDA	۶۰۰±۱۱/۸۶	۱۳۰±۴/۷۲	۴۰±۱۴/۶۶	۲۸±۴۸/۸۴	۸۰±۴۹/۸۰
گرانی اسمیت	PCA	۵۵۰±۶/۱۹	۵۵±۲/۲۸	۴۰±۲/۰۹	۳۵±۸/۶۸	۸۰±۳/۷۱
	SDA	۱۳۵±۱۰/۵۸	۱۱۵±۶/۰۰	۳۸±۲۷/۹۷	۲۸±۱۴/۴۹	۲۱±۱۵/۱۲
رد دلیشز	PCA	۵۵±۲/۹۵	۵۰±۲/۱۶	۴۵±۲/۱۳	۲۵±۸/۹۱	۷۵±۳/۹۲
	SDA	۳۵±۱/۰۷	۱۱±۷/۲۱	۳۵±۱۷/۹۹	۲۸±۴۸/۰۲	۲۲±۵۱/۵۶

جدول ۲- دزهای اعمال شده (Gy) و شمارش تعداد کلنی (CFU) موجود در محیط کشت های PCA و شمارش تعداد کپک و مخمر در

محیط SDA در زمان پس از گذشت ۶۰ روز

رقم سیب	دز (گری) محیط کشت	۰	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
گلدن دلیشز	PCA	۱۵۵۵±۵/۸۵	۹۹۳±۲/۳۳	۷۵۴±۰/۳۵	۴۵±۲/۶۵	۶۶±۵۵/۵۱
	SDA	۱۴۱۰±۱۱/۸۳	۲۵±۳/۳۳	۳±۲/۲۵	۳۰±۶/۵۹	۱۱±۷/۰۹
گرانی اسمیت	PCA	۹۳±۴/۲۳	۷۷±۲/۷۵	۶۷±۰/۳۵	۴۵±۲/۷۱	۶۸±۵۶/۸۹
	SDA	۱۸۶۵±۱۴/۷۵	۲۸±۱/۳۶	۲۰±۱/۱۶	۱۹±۱۲/۹۶	۳۵±۱/۱۲
رد دلیشز	PCA	۸۰±۱/۴۳	۶۷±۲/۰۷۵	۶۶±۰/۳۵	۵۸±۳/۰۹	۷۱±۵/۸۴
	SDA	۲۰۷۰±۱۴/۷۵	۲۳±۲/۷۲	۳±۲/۸۳	۱۱۰±۷/۲۶	۱۶۰±۷/۰۶
		۱۰۳۵±۷۶/۵۵	۳۰±۱/۱۴	۲۵±۱/۱۱	۵±۱۶/۶۴	۱۰±۴/۰۳

جدول ۳- دزهای اعمال شده (Gy) و شمارش تعداد کلنی (CFU) موجود در محیط کشت های PCA و شمارش تعداد کپک و مخمر در

محیط SDA در زمان پس از گذشت ۱۲۰ روز

رقم سیب	دز (گری) محیط کشت	۰	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
گلدن دلیشز	PCA	۱۵۶±۵/۸۵	۸۷±۲/۳۳	۸۷±۰/۳۵	۸۵±۲/۶۵	۸۶±۵/۵۱
	SDA	۱۴۱±۱۱/۸۳	۸۷±۲/۷۵	۶۵±۱/۰۳	۶۸±۴/۷۵	۶۸±۳/۳۳
گرانی اسمیت	PCA	۳±۵/۰۰	۱۰±۸/۱۶	۳±۵/۰۰	۰	۰
	SDA	۹۵۰±۶/۴۳	۷۷۵±۶/۴۳	۴۳۵±۶/۴۳	۴۴۳±۶/۴۳	۴۲۰±۶/۴۳
رد دلیشز	PCA	۱۰±۶/۴۳	۲±۶/۴۳	۵±۶/۴۳	۳±۶/۴۳	۲±۶/۴۳
	SDA	۷۰±۲۵/۰۰	۶۹±۳۰/۹۵	۴۲±۲۳/۸۰	۳۶±۹/۵۷	۳۶±۱۸/۹۳
		۸۵±۲۸/۷۲	۵۰±۵۲/۵۲	۲۷±۴۹/۲۴	۲۵±۷۳/۶۵	۲۵±۲۰/۵۶

می‌باشد. در حالیکه نمونه‌های موجود در دمای انباری به طور کامل دچار فساد شده بودند و قابل آزمایش نبودند، نمونه‌های پرتودیده از الگوی منظم کاهش پیروی می‌کرد و این کاهش در دمای یخچالی به روشنی فراوان است.

جدول ۴ نشان دهنده محتوای میکروبی نمونه‌های سه رقم سیب در شرایط انبار با دمای 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ و شرایط یخچالی با دمای 3 ± 1 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰٪ پس از گذشت ۱۸۰ روز

جدول ۴- دزهای اعمال‌شده (Gy) و شمارش تعداد کلنی (CFU) موجود در محیط کشت‌های PCA و شمارش تعداد کپک و مخمر در محیط SDA در زمان پس از گذشت ۱۸۰ روز

رقم سیب	دز (گری) محیط کشت	۰	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
گلدن دلشیز	PCA	انباری	×	×	×	×
	یخچالی	$180 \pm 6/43$	$110 \pm 6/43$	$68 \pm 6/43$	$68 \pm 6/43$	$68 \pm 6/43$
گرانی اسمیت	PCA	انباری	×	×	×	×
	یخچالی	$140 \pm 6/43$	$120 \pm 6/43$	$85 \pm 6/43$	$87 \pm 6/43$	$80 \pm 6/43$
رد دلشیز	PCA	انباری	×	×	×	×
	یخچالی	$160 \pm 6/43$	$99 \pm 6/333$	$65 \pm 6/13$	$50 \pm 6/43$	$20 \pm 6/13$
	SDA	انباری	×	×	×	×
	یخچالی	$130 \pm 6/33$	$113 \pm 6/23$	$113 \pm 6/23$	$110 \pm 6/18$	$113 \pm 6/11$

* به علت فساد نمونه (کپک)، بررسی میکروب انجام نشد.

نتیجه‌گیری

سه ماه در محیط نگهداری شود. اگر مصرف‌کننده مایل به نگهداری ارقام سیب در یخچال است دز پرتودهی ۷۵۰ گری بدین منظور بهیه است. از نتایج این پژوهش می‌توان در صنعت برای کنترل میکروبی مواد غذایی از جمله میوه‌ها، سبزیجات، لبنیات، فرآورده‌های گوشتی و سایر مواد غذایی با در نظر گرفتن دز مربوط به ماده غذایی استفاده کرد.

با توجه به اینکه بحث ایمنی و سلامت مواد غذایی در چند سال اخیر مورد توجه اکثر پژوهشگران بوده است، فرایند پرتودهی به عنوان یکی از کاربردهای صلح‌آمیز انرژی هسته‌ای سبب ایمنی و سلامت مطرح است. به طور کلی گسترش استفاده از پرتودهی نیازمند برداشتن قدم‌های جهانی مانند استاندارد کردن فناوری پرتودهی، افزایش ارتباطات و آموزش است.

نتایج نشان می‌دهد که نمونه‌های انباری با دمای 15 ± 2 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ شامل شاهد و پرتودیده دارای آلودگی میکروبی بیشتری نسبت به نمونه‌های یخچالی با دمای 3 ± 1 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰٪ بودند. زیرا میکروارگانیسم‌ها، به‌ویژه قارچ‌ها در محیط مرطوب رشد کرده و برای ادامه حیات نیاز به رطوبت دارند. از طرف دیگر، نگهداری ارقام سیب در دمای انباری با اعمال دز سبب کاهش میکروارگانیسم‌ها می‌شود، اما با مرور زمان پس از گذشت ۱۸۰ روز نمونه‌ها کامل شده و قابل استفاده برای مصرف‌کننده نیست.

بنابراین با توجه به نتایج حاصل از جدول‌های ۱ تا ۴ پیشنهاد می‌شود که ارقام سیب (گلدن دلشیز، گرانی اسمیت و رد دلشیز) معادل ۷۵۰ گری پرتودیده و بیش از

منابع

۱. محمدرزادری آ. ۱۳۹۳. مطالعه و بررسی تأثیر پرتودهی گاما بر زمان ماندگاری سیب درختی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد، ۸۳ ص.

۲. یوسفیان س. ه. محمدزرداری آ. سیحون م. و کیانی ح. ۱۳۹۵. تعیین شرایط بهینه با روش سطح پاسخ و مقایسه دو روش شبکه عصبی و رگرسیون در خشک کردن سیبزمینی پرتو دیده با اشعه گاما. فصلنامه علمی پژوهشی علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳(۵۹): ۸۵-۹۶.

3. Al-Bachir M. 2015. Studies on the physicochemical characteristics of oil extracted from gamma irradiated pistachio (*Pistacia vera* L.). Food chemistry. 167(52): 175-179.
4. FAO. 2012. Food and Agriculture Organization Statistics, FAOSTAT. www.fao.org
5. Gunes G. Hotchkiss J. and Watkins C. 2001. Effects of gamma irradiation on the texture of minimally processed apple slices. Journal of food science. 66(42): 63-67.
6. Mostafavi H. A. Mirmajlessi S. M. Mirjalili S. M. Fathollahi H. and Askari H. 2012. Gamma radiation effects on physico-chemical parameters of apple fruit during commercial post-harvest preservation. Radiation Physics and Chemistry. 81(30): 666-67.
7. Madera-Santana T. J. Meléndrez R. González-García G. Quintana-Owen P. and Pillai S. D. 2016. Effect of gamma irradiation on physicochemical properties of commercial poly (lactic acid) clamshell for food packaging. Radiation Physics and Chemistry. 123(16): 6-13.
8. Zare Z. Sayhoon M. and Maghsoudi V. 1989. Irradiation Disinfestation and Decontamination of Iranian Dates During Storage, Proc. Natl. Food Conver. Tech. Cong. Tehran University.
9. Zare Z. Sayhoon M. Maghsoudi V. 1993. Irradiation Disinfestation and Decontamination of Iranian Dates and Pistachio Nuts, "Radiation Physics and Chemistry, Beijing, China, July-September. 42(1-3): 301-305.