ارزیابی دوزهای مختلف پرتوتابی الکترون سریع بر ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و عمر انباری سیر صورتی (*Allium sativum* L.)

فریبا بیات[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۷)

چکیده

با فرآیند پرتوتابی می‌توان ماندگاری سیر را در مدت نگهداری در انبار افزایش داد، به این منظور برای تعیین دوز مناسب پرتوتابی، سوخ‌های سیر صورتی رقم مازند، ۳۰ روز پس از برداشت با دوزهای ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری پرتوهای الکترون سریع پرتودهی شدند. طی ۸ ماه نگهداری در دو شرایط انبار سرد و غیر فنی عوامل کمی و کیفی آنها هر دو ماه یک مرتبه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، در هر دو شرایط نگهداری، مقدار پیرووات آنزیمی، پیرووات غیر آنزیمی، افت وزنی و تغییرات رنگ، افزایش و سفتی بافت، کاهش یافت. کمترین تخریب آنزیمی ترکیب‌های عطر و طعم دهنده در انبار سرد و در دوزهای ۵۰ و ۷۵ گری مشاهده شد ولی در انبار غیر فنی بین مقادیر پیرووات آنزیمی تیمارهای شاهد و پرتوتابی شده اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. کمترین تغییرات رنگ در انبار سرد برای دوزهای ۵۰ و ۷۵ گری و در انبار غیر فنی برای دوزهای ۷۵ و ۱۰۰ گری مشاهده شد. بین مقادیر سفتی بافت تیمارهای پرتوتابی شده اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ولی مقدار آن در شاهد بیش از دیگر تیمارها بود. افت وزنی تیمارهای شاهد و دوز ۲۵ گری بیش از سایر دوزهای پرتوتابی بود و دوزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ گری کمترین مقدار افت وزنی را داشتند. جوانه‌زنی فقط در سیرچه‌های شاهد مشاهده شد و سوخ‌های پرتوتابی شده علایم جوانه‌زنی درونی را نشان ندادند. در مجموع دوز مناسب برای پرتوتابی سیر نگهداری شده در انبار سرد، ۵۰ گری و در انبار غیر فنی ۷۵ گری است.

واژه‌های کلیدی: سیر، پرتوتابی، افت وزنی، جوانه‌زنی، کیفیت

۱. مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: bayat.fariba@gmail.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

مقدمه

عمر انباری خانواده پیازها از جمله سیر به رقم، شرایط آب و هوایی فصل رشد، زمان و روش برداشت، مقدار و زمان کوددهی، آبیاری، تنظیم کننده‌های رشد مانند اتفون و شرایط نگهداری در انبار بستگی دارد که بر کیفیت، جوانه‌زنی، ریشه‌زنی و نرخ تنفس آنها اثر می‌گذارد (۳). نگهداری سیر در انبار بر ترکیب‌های عطر و طعم دهنده آن نیز اثرگذار است. تشکیل ترکیب عطر و طعم دهنده در سیر خرد شده به‌علت واکنش بین آنزیم آلکیل، ال- سیستئین سولفوکسیدلیاز (آنزیم آلی‌ایناز با کد آنزیمی ۴.۴.۱.۴) و پیش ماده‌های عطر و طعم دهنده است که منجر به تشکیل تیوسولفینات‌ها، اسیدپیرورویک و آمونیاک می‌شود (۳۰). اندازه‌گیری اسید پیرورویک به‌عنوان محصول جانبی واکنش یاد شده به‌خوبی با ترکیب‌های عطر و طعم دهنده سیر همبستگی دارد (۲۸). نگهداری سیر در شرایطی با بیش از ۱۵ درصد دی‌اکسید کربن، پس از ۴ تا ۶ ماه به جوانه‌زنی سوخ‌ها سرعت می‌بخشد و غلظت تیوسولفینات‌ها و پیرووات را نیز افزایش می‌دهد (۸). پرتوتابی به‌عنوان نوعی فناوری سالم و مؤثر جهت نگهداری سیر، ضایعات ناشی از جوانه‌زنی را کاهش و ماندگاری آنها را در مدت نگهداری در انبار افزایش می‌دهد (۱۷). در این روش نگهداری که نوعی فرآیند سرد نیز محسوب می‌شود، ترکیب‌های سمی یا رادیواکتیو در ماده غذایی ایجاد نمی‌شود. سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۸۱ گزارش داد، میانگین دوز مورد استفاده برای پرتوتابی مواد غذایی نباید بیش از ۱۰ کیلوگری باشد (۱۴). مواد غذایی به‌طور معمول با اشعه گاما و به کمک یک منبع رادیوایزوتوپ (مانند کبالت ۶۰ یا سزیم ۱۳۷)، الکترون‌ها و یا اشعه ایکس تولید شده از طریق یک شتاب دهنده الکترونی پرتوتابی می‌شوند. شتاب دهنده‌های تجاری الکترون، پرتوهای الکترونی را با سطح انرژی مورد قبول قوانین پرتوتابی مواد غذایی تولید می‌کنند (۱۴).

خان و وحید (۱۶) با دوز ۱۰۰ گری، کروسی و کرزیو (۱۲) با دوز ۳۰ گری و لوستر و همکاران (۱۸) با دوزهای ۵۰ تا ۱۲۰ گری اشعه گاما ناشی از کبالت ۶۰ سبب حفظ قابلیت بازار پسندی سوخ‌های سیر پرتو دیده پس از شش ماه نگهداری در انبار شدند. چو و همکاران (۱۱) سرعت نرم شدن و افت وزنی سیر پرتو دیده با دوز ۱۰۰ گری اشعه گاما را در مقایسه با شاهد کاهش دادند. پلجرینی و همکاران (۲۴) با دوز ۶۰ گری اشعه گاما در دوره خواب سیر، با وجود کمی مقدار افت وزنی، کیفیت آن را تا ۱۲۰ روز پس از نگهداری حفظ کردند. وحید و همکاران (۲۷) سیر را پس از پرتوتابی با دوزهای ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ کیلوگری به‌مدت ۴ ماه در دو شرایط دمایی، ۳۷ - ۲۰ درجه سلسیوس (دمای اتاق) و ۲ ± ۱۰ درجه سلسیوس (دمای پایین) نگهداری کردند. جوانه‌زنی در سوخ‌های بدون پرتو و در دمای پایین پس از ۴ هفته و در شرایط محیطی پس از ۱ هفته شروع شد ولی پرتوتابی سبب مهار کامل جوانه‌زنی در هر دو شرایط نگهداری در انبار شد. شدت نرم شدن، رنگ و بافت سیرچه‌های پرتوتابی شده نیز بهتر از نمونه‌های شاهد در هر دو شرایط نگهداری بود. پلجرینی و همکاران (۲۳) با پرتوتابی سیر با دوز ۱۰ گری اشعه گاما پس از مرحله خواب یعنی ۱۵۰ روز پس از برداشت، جوانه‌زنی و تقسیم سلولی را کاهش دادند.

با دوز ۵۰ گری اشعه کبالت ۶۰ پس از ۱۸۰ روز نگهداری در انبار، پیرووات آنزیمی و ترکیب‌های گوگردی اولیه در سوخ‌های سیر پرتو دیده و شاهد کاهش یافت، ولی گاماگلوتامیل ترانس پپتیداز به‌عنوان اولین آنزیم در کاتابولیسم پپتیدهای گاماگلوتامیل، افت وزنی تجمعی و پیرووات غیر آنزیمی افزایش نشان داد که سرعت افزایش در سوخ‌های پرتو دیده کمتر بود (۱۰). ترکیب‌های عطر و طعم دهنده سوخ‌های پرتو دیده و شاهد پس از ۳۰۰ روز نگهداری در دمای اتاق اختلافی را در مقدار اسید پیرورویک آنزیمی و ترکیب‌های حلقوی دی‌سولفید نشان ندادند (۹). کرزیو و اوریوسته (۱۳) با فرآیند پرتوتابی، ماندگاری ۱۴ رقم پیاز و یک رقم سیر را افزایش دادند و سوخ‌های پرتوتابی شده از نظر خصوصیات ظاهری و نرمی بافت دارای کیفیت بسیار مناسبی بود و اختلاف معنی‌داری بین ترکیب‌های عطر و طعم دهنده آنها و نمونه‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

بدون پرتو وجود نداشت. پرز و همکاران (۲۵ و ۲۶) گزارش دادند به‌صورت طبیعی و هم‌زمان با رشد جوانه‌ها در سوخ سیر، مقدار چربی‌ها و اسیدهای چرب افزایش می‌یابد، ولی ۲۱۰ روز پس از فرآیند پرتوتابی سیر با دوز ۶۰ گری و بر اثر مهار جوانه‌زنی، کاهش قابل ملاحظه‌ای در مقادیر فسفولیپیدها، تری آسیل گلیسرول‌ها و گلیکولیپیدها مشاهده شد.

استان همدان با تولید ۳۴۱۲۶ تن سیر در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ یکی از تولیدکنندگان اصلی سیر کشور است (۱). هر ساله بخشی از سیر تولیدی به‌دلیل مشکلاتی از قبیل جوانه‌زنی و به‌دنبال آن چروکیدگی و افت وزنی ضایع می‌شود به‌طوری‌که در انبارهای سنتی کشاورزان پس از شش ماه، ۱۰۰ درصد سیر صورتی جوانه می‌زند. با کنترل شرایط نگهداری در انبار، جوانه‌زنی سیر به تعویق می‌افتد ولی مشکلات ناشی از نگهداری در انبار هم‌چنان وجود دارد؛ به‌طوری‌که در شرایط انبار سرد، پس از ۱۸۰ روز، ۴۶ درصد توده سیر صورتی همدان و پس از ۳۰۰ روز، ۱۰۰ درصد سوخ‌ها متحمل جوانه‌زنی شده، قابلیت بازارپسندی خود را از دست می‌دهند (۵).

هدف اصلی این مطالعه ارزیابی اثر دوزهای مختلف پرتوتابی الکترون سریع در دوره خواب سوخ‌های سیر صورتی برای کاهش افت کمی و کیفی آنها در طول مدت نگهداری در انبار بود. بنابراین با اندازه‌گیری نرخ جوانه‌زنی و افت وزنی افزون بر ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و ویژگی‌های بافت سیرچه‌ها، دوز مناسب برای پرتوتابی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

سوخ‌های بذری سیر صورتی، رقم مازند از مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران تهیه شد و پس از آماده‌سازی یعنی پوست‌گیری، جدا کردن سیرچه‌ها و حذف سیرچه‌های بذری آسیب دیده و با وزن کمتر از ۲ گرم، با قارچ‌کشی با نام تجاری رورال تی‌اس (ترکیب ایپرودیون و کاربندازیم) ضد عفونی شدند. در سال اول اجرا (سال ۱۳۸۶)، سیرچه‌ها ۲۵ مهر ماه، در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان کشت شدند. برداشت سیر پس از قطع آخرین آبیاری و هم‌زمان با رسیدن فیزیولوژیک سوخ‌ها و زرد شدن نوک جوان‌ترین برگ‌های ۷۰ درصد بوته‌های مزرعه (۶) در تاریخ ۱۰ تیرماه سال ۱۳۸۷ انجام شد. سوخ‌ها برای خشک شدن، ۲۱ روز در سایه قرار گرفتند، به‌طوری‌که پس از رسیدن به وزن ثابت، رطوبت سیرچه‌ها به ۱ ± ۶۳ درصد و رطوبت پوسته سیرچه‌ها به ۲ ± ۲۰ درصد رسید و گردن سوخ‌های سیر به‌طور کامل بسته شد (۵ و ۶). ۳۰ روز پس از برداشت (۱۷)، پس از جدا کردن ریشه‌ها و برگ‌ها تا ۵ سانتی‌متری بالای گردن، سوخ‌ها درون کیسه‌های توری ۱/۵ کیلوگرمی، بسته‌بندی و برای پرتوتابی به مرکز پرتو فرآیند یزد ارسال شدند. در آنجا با دوزهای ۰ (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری (۱۱، ۱۶، ۱۷ و ۱۸) پرتوهای الکترون سریع پرتوتابی شدند. شتاب دهنده دستگاه از نوع وودوترون TT200 است و مشخصات پرتودهی شامل پهنای جاروب شونده، ۱۰۰ سانتی‌متر با انرژی ۵ تا ۱۰ مگا الکترون ولت و بیشینه توان، ۸۰ کیلو وات بود. ۷ تا ۱۰ روز پس از فرآیند پرتودهی و انتقال نمونه‌ها به همدان عوامل زیر روی آنها اندازه‌گیری شد.

اسید پیرورویک کل

۵۰ گرم سیرچه با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب درون مخلوط‌کن یکنواخت شد. پس از ده دقیقه عصاره به‌دست آمده با عبور از کاغذ صافی، ۱۰ مرتبه رقیق شد. برای تشکیل کمپلکس رنگی از معرف ۲ و ۴ - دی نیترو فنیل هیدرازین ۰/۲۵ گرم بر لیتر اسید کلریدریک ۱ مولار استفاده شد. این اندازه‌گیری در حضور محلول‌های استاندارد ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ میکرومول بر میلی‌لیتر از پیروات سدیم، در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر Pharmacia Biotech مدل Novaspec II ساخت انگلستان انجام شد (۲).

پیرووات غیرآنزیمی

۳۰ گرم سیرچه با ۹۰ میلی‌لیتر تری کلرو استیک اسید ۵ درصد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

به‌طور کامل مخلوط و پس از یک ساعت از کاغذ صافی عبور داده شد و کلیه مراحل بند ۱ روی آن انجام شد. پیروات آنزیمی از تفاضل پیرووات کل و غیر آنزیمی محاسبه شد (۴).

تغییرات رنگ سیرچه

به ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده برای اندازه‌گیری پیرووات کل، ۱۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۰ درصد افزوده، در سانتریفوژ Hermle مدل Z200A ساخت آلمان با ۳۵۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. مقدار جذب عصاره حاصل، در طول موج ۴۲۰ نانومتر در حضور نمونه شاهد (۱۰ میلی‌لیتر آب و ۱۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۰ درصد) پس از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (۲۱).

رطوبت سیرچه

۱۵ تا ۲۰ گرم از سیرچه‌ها به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر ورقه شدند و برای مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. درصد رطوبت از روی اختلاف وزن تر و خشک سیرچه‌ها نسبت به وزن اولیه آنها محاسبه شد (۱۹).

سفتی بافت

این اندازه‌گیری به‌وسیله دستگاه بافت‌سنج (اینسترون) Hounsfield مدل H5KS – THE ساخت انگلستان انجام شد که در آن نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب به قطر ۳/۲ میلی‌متر، با سرعت پیشروی ۲۰ میلی‌متر در دقیقه و جابه‌جایی تا عمق ۵ میلی‌متر به درون بافت سیرچه‌هایی با وزن ۰/۵ ± ۶/۵ گرم اندازه‌گیری شد (۷).

بررسی قابلیت نگهداری در انبار

سوخ‌های سیر به‌مدت ۸ ماه (از ۲۰ شهریور تا ۲۰ اردیبهشت سال بعد) در دو شرایط، انبار غیر فنی و بدون کنترل دما و رطوبت نسبی (دمای ۴ تا ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۵ درصد) و انبار سرد با شرایط کنترل شده (دمای ۰ تا ۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ – ۶۰ درصد) نگهداری شدند. هر دو ماه یک مرتبه افزون بر فاکتورهای یاد شده در بالا، درصد سیرچه‌هایی با علایم جوانه‌زنی، ریشه‌زنی، چروکیدگی و پوک شدگی برای هر تیمار اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری‌ها در حداقل ۲۵ سیرچه انتخابی به‌صورت تصادفی، انجام گرفت و جوانه‌زنی و ریشه‌زنی بر اساس جوانه یا ریشه خارج شده از سیرچه به طول بیش از یک میلی‌متر در نظرگرفته شد. درصد افت وزنی نیز برای هر تیمار بر اساس اختلاف وزن نسبت به وزن اولیه محاسبه شد (۱۷).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این پروژه در دو سال (۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸) اجرا شد و داده‌های هر دو سال بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در زمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تجزیه آماری شدند که در آن دوز پرتوتابی به‌عنوان پلات اصلی و مدت نگهداری در انبار به‌عنوان پلات فرعی در نظر گرفته شد. میانگین داده‌ها با آزمون کمترین تفاوت معنی‌دار یا LSD (Least Significant Difference) و در سطح ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای MSTATC و SPSS و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. در این تحقیق برای گروه‌بندی دوزهای پرتوتابی از تجزیه کلاستر به روش UPGMA و با استفاده از ماتریس همبستگی ساده پیرسون استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول‌های ۱ و ۲) نشان می‌دهد که در انبار سرد و غیر فنی، اثر سال برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده غیر از رطوبت سیرچه در سطح یک درصد معنی‌دار است که علت آن تفاوت شرایط محیطی روی سوخ‌های بذری سیر در دو سال اجرای پروژه بوده است. اثر متقابل دوز در مدت نگهداری برای تمام صفات در هر دو شرایط نگهداری در سطح یک درصد معنی‌دار شده است که در این مطالعه دارای اهمیت ویژه‌ای است، به همین دلیل برای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

جدول ۱. خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب ویژگی‌های کمی و کیفی سیر صورتی پرتوتابی شده در انبار سرد

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		رطوبت سیرچه	پیرووات غیرآنزیمی	پیرووات آنزیمی	تغییرات رنگ	افت وزنی تجمعی
سال	۱	۰/۰۲۲^{ns}	۴۸/۸۸۳**	۶۹/۴۴۴^{ns}	۲/۱۹۴**	۲۰۳۴۴/۹۸۱**
خطا	۴	۲۱/۸۰۳^{ns}	۰/۱۴۲^{ns}	۱۹/۴۷۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱۵/۰۱۸**
دوز پرتوتابی	۵	۳۵/۹۲۵*	۲/۰۴۳**	۲۹۲/۹۶۴**	۰/۰۳۵**	۷۲/۳۳۵**
سال × دوز پرتوتابی	۵	۴۷/۹۱**	۱/۲۴۲**	۱۱۲/۷۱۱**	۰/۰۳۳**	۸۱/۷۰۸**
خطا	۲۰	۹/۴۲۵	۰/۱۳۱	۲۵/۱۸۴	۰/۰۰۱	۲/۴۷۶
مدت نگهداری	۳	۱۵/۴۳۴^{ns}	۴۳/۵۸۵**	۱۰۵۹۱/۴۷۴**	۱/۳۷۵**	۵۸۷۹/۳۰۷**
سال × مدت نگهداری	۳	۲۱/۵۵۹^{ns}	۱۸/۰۶۹**	۳۸۶/۲۴۰**	۰/۲۱۷**	۴۴۴۴/۳۲۰**
دوز پرتوتابی × مدت نگهداری	۱۵	۲۷/۴۸۲**	۱/۱۰۳**	۱۰۷/۶۶۹**	۰/۰۲۸**	۲۹/۰۳۶**
سال × دوز پرتو × مدت نگهداری	۱۵	۱۵/۴۸۳^{ns}	۱/۹۴۴**	۲۳/۳۳۱^{ns}	۰/۰۲۳**	۳۰/۱۸۶**
خطا	۷۲	۱۰/۸۴۴	۰/۱۸۲	۲۱/۸۷۸	۰/۰۰۱	۲/۱۹۳
ضریب تغییرات		۵/۲۲	۱۵/۵۴	۶/۹۶	۹/۸۶	۱۰/۵۳

**، * : اختلاف معنی‌دار به‌ترتیب در سطوح ۱و ۵ درصد ns : نبود اختلاف معنی‌دار

جدول ۲. خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب ویژگی‌های کمی و کیفی سیر صورتی پرتوتابی شده در انبار غیر فنی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		رطوبت سیرچه	پیرووات غیر آنزیمی	پیرووات آنزیمی	تغییرات رنگ	افت وزنی تجمعی
سال	۱	۱/۱۲۲ ^{ns}	۳۱/۴۱۶**	۸۲۱/۰۱۳**	۰/۳۱۴**	۱۵۳/۰۹۱**
تکرار (سال)	۴	۹/۵۳۰ ^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}	۹/۴۶۵^{ns}	۰/۰۰۰۳۴^{ns}	۱/۱۶۱^{ns}
دوز پرتوتابی	۵	۲۵/۳۶۵*	۰/۱۷۶^{ns}	۷۸/۷۳۸*	۰/۰۰۶**	۱۶۲/۹۹۸**
سال × دوز پرتوتابی	۵	۳۰/۷۶۴*	۰/۳۷۲^{ns}	۱۹/۱۷۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۱۵/۰۵۴**
خطا	۲۰	۷/۸۰۴	۰/۳۹۱	۲۰/۹۰۳	۰/۰۰۱	۳/۴۷۷
مدت نگهداری	۳	۲۵/۶۲۹**	۱۱/۳۹۶**	۱۴۷۲۱/۸۱۹**	۰/۶۹۳**	۱۵۷۰۱/۴۹۶**
سال × مدت نگهداری	۳	۵۲/۰۴۶**	۱/۸۳۰**	۸۲۷/۷۸۳**	۰/۰۳۲**	۱۸۳۴/۳۱۸**
دوز پرتوتابی × مدت نگهداری	۱۵	۲/۶۸۷ ^{ns}	۱/۳۲۲**	۴۵/۹۱۴**	۰/۰۰۴**	۶۷۴/۰۱۲**
سال × دوز پرتو × مدت نگهداری	۱۵	۴/۲۶۷ ^{ns}	۰/۷۴۸**	۵۹/۰۹۸**	۰/۰۰۳**	۷/۶۰۲**
خطا	۷۲	۴/۷۴۸	۰/۲۹۲	۱۷/۲۵۱	۰/۰۰۱	۲/۶۸۵
ضریب تغییرات		۳/۵۱	۲۴/۰۳	۶/۲۵	۹/۷۷	۹/۱۵

**، * : اختلاف معنی‌دار به‌ترتیب در سطوح ۱و ۵ درصد ns: نبود اختلاف معنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

مقایسه میانگین‌ها در هر دو شرایط نگهداری، سطوح نگهداری در هر سطح از دوز پرتوتابی و بر عکس (سطوح دوز پرتوتابی در هر سطح از نگهداری در انبار) به‌صورت جداگانه بررسی شده است و برای مقایسه، کمترین تفاوت معنی‌دار (LSD) آنها در جدول‌های ۳ تا ۱۰ نوشته شده است.

ترکیب‌های عطر و طعم دهنده

مقدار پیرووات آنزیمی که ناشی از تخریب و تجزیه آنزیمی پیش ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر است (۲۰) در طول مدت نگهداری در انبار سرد (جدول ۳)، تا ۱۲۰ روز پس از انبار کردن به سرعت افزایش نشان داد و پس از آن روند تولید کند شد. این کند شدن در سیر به‌علت تجزیه ترکیب‌های گوگرددار به‌نام پپتیدهای گاماگلوتامیل با آنزیم‌های پپتیداز است که خود عطر و طعم دهنده نیستند ولی پس از تجزیه به ترکیباتی تبدیل می‌شوند که آنزیم آلی‌ایناز می‌تواند آنها را نیز تجزیه کند و در نتیجه سبب کاهش عمل تجزیه‌ای این آنزیم روی پیش ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر می‌شود (۲۰). کمترین تخریب آنزیمی در دوزهای ۵۰ و۷۵ گری مشاهده شد که کمترین مقدار پیرووات را به خود اختصاص دادند. در انبار غیرفنی (جدول ۵)، نیز روند مشابهی مشاهده می‌شود ولی شدت تخریب و تجزیه ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و در نتیجه مقدار پیرووات تولیدی به‌دلیل بالا بودن دمای نگهداری بیش از انبار سرد است ولی پس از ۸ ماه، بین مقادیر نهایی پیرووات آنزیمی تیمارهای شاهد و پرتوتابی شده اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، که با نتایج ارایه شده به‌وسیله سسی و همکاران (۹) هماهنگ است.

در هر دو شرایط نگهداری، مقدار پیرووات غیرآنزیمی تا پایان مدت نگهداری، به‌علت فعالیت‌های زیستی روند افزایشی داشت (جدول‌های ۴ و ۶)، همین روند را سسی و همکاران (۱۰) با دوز ۵۰ گری اشعه گاما مشاهده کردند. در انبار سرد، سرعت افزایش در سوخ‌های پرتو دیده کمتر بود و در انبار غیرفنی، بیشترین افزایش پیرووات غیرآنزیمی متعلق به تیمارهای شاهد و دوز ۲۵ گری بود.

تغییرات رنگ

تغییرات رنگ سیر صورتی (جدول‌های ۷ و ۸) در مدت نگهداری در هر دو شرایط به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت که علت آن افزایش فعالیت‌های آنزیمی در طول مدت انبارمانی بود. تغییرات رنگ تیمار شاهد (بدون پرتوتابی) در هر دو شرایط نگهداری به‌صورت معنی‌داری بیش از دوزهای مختلف پرتوتابی بود ولی بین تغییرات رنگ سیرچه‌های پرتوتابی شده با دوزهای مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. پرتوتابی، روند فزاینده تغییرات رنگ در سیرچه‌ها را به‌ویژه در انبار غیر فنی مهار کرد. کمترین تغییرات رنگ در دوزهای ۵۰ و ۷۵ گری در انبار سرد و دوزهای ۷۵ و ۱۰۰ گری در انبار غیر فنی مشاهده شد. وحید و همکاران (۲۷) نیز نشان دادند که رنگ سیرچه‌های پرتوتابی شده بهتر از نمونه‌های شاهد بود.

سفتی بافت

در مدت نگهداری در هر دو شرایط (جدول‌های ۹ و ۱۰)، سفتی بافت سیرچه‌های پرتوتابی شده برای کلیه دوزهای پرتوتابی کاهش یافت. وحید و همکاران (۲۷) نیز گزارش دادند، شدت نرم شدن در طول مدت نگهداری در انبار با جوانه‌زنی سیرچه‌ها افزایش یافت، ولی در سیرچه‌های پرتوتابی شده با دوزهای ۵۰ تا ۲۰۰ گری، به‌صورت معنی‌داری در مقایسه با شاهد کمتر بود. در پایان مدت نگهداری در انبار بین مقادیر سفتی بافت اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در سیرچه‌های بدون پرتوتابی (شاهد) سفتی بافت تا ماه چهارم کاهش و پس از آن از نظر عددی افزایش نشان داد که علت آن خروج رطوبت، افت وزنی و خشک شدن بافت سیرچه‌ها است، در نتیجه پروب دستگاه بافت سنج نیروی بیشتری برای نفوذ به درون بافت خشک و چروکیده سیرچه‌ها نیاز دارد. این پدیده در گزارش‌های ارایه شده به‌وسیله بیات (۵ و ۶) نیز مشاهده شد.

افت وزنی

در هر دو شرایط نگهداری، افت وزنی تجمعی سیر پس از ۸ ماه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

جدول ۳. مقایسه میانگین پیرووات آنزیمی سیر صورتی پرتوتابی شده در مدت نگهداری در انبار سرد

مدت نگهداری (روز)	پیرووات آنزیمی (میکرومول بر گرم سیر بر اساس وزن تر)						LSD
	شاهد	۲۵ گری	۵۰ گری	۷۵ گری	۱۰۰ گری	۱۵۰ گری	
۰	۵۱/۸۷	۴۷/۰۳	۴۵/۸۷	۳۹/۸۶	۴۵/۲۷	۴۳/۸۴	۵/۳۲
۶۰	۶۴/۶۳	۶۱/۲۱	۵۹/۲۳	۶۰/۹۶	۶۰/۰۷	۶۳/۹۳	۷/۳۸
۱۲۰	۷۴/۰۸	۸۸/۵۹	۷۹/۴۴	۷۱/۳۵	۷۷/۳۱	۷۳/۳۰	۶/۰۴
۲۴۰	۸۱/۲۴	۹۵/۸۱	۷۹/۴۶	۷۸/۲۰	۸۷/۶۱	۸۱/۹۲	۸/۹۴
LSD	۸/۳۰	۱۲/۰۶	۵/۲۱	۵/۴۹	۸/۰۱	۸/۲۵	

LSD ($P \leq 0.05$) : طول مدت نگهداری × دوز پرتوتابی = ۵/۳۸

جدول ۴. مقایسه میانگین پیرووات غیر آنزیمی سیر صورتی پرتوتابی شده در مدت نگهداری در انبار سرد

مدت نگهداری (روز)	پیرووات غیر آنزیمی (میکرومول بر گرم سیر بر اساس وزن تر)						LSD
	شاهد	۲۵ گری	۵۰ گری	۷۵ گری	۱۰۰ گری	۱۵۰ گری	
۰	۱/۹۳	۱/۴۷	۱/۹۸	۱/۶۹	۱/۴۸	۱/۴۱	۰/۷۶
۶۰	۲/۰۲	۲/۱۴	۱/۹۲	۲/۱۹	۲/۱۸	۲/۱۲	۰/۷۰
۱۲۰	۳/۴۷	۲/۹۶	۳/۳۱	۲/۸۵	۳/۰۹	۲/۹۰	۱/۷۹
۲۴۰	۵/۸۶	۴/۱۴	۳/۶۹	۳/۷۰	۳/۸۴	۳/۵۳	۱/۷۰
LSD	۰/۶۹۱	۰/۷۰۹	۱/۰۵	۰/۴۶	۰/۷۹	۰/۳۵	

LSD ($P \leq 0.05$): طول مدت نگهداری × دوز پرتوتابی = ۰/۴۹

جدول ۵. مقایسه میانگین پیرووات آنزیمی سیر صورتی پرتوتابی شده در مدت نگهداری در انبار غیر فنی

مدت نگهداری (روز)	پیرووات آنزیمی (میکرومول بر گرم سیر بر اساس وزن تر)						LSD
	شاهد	۲۵ گری	۵۰ گری	۷۵ گری	۱۰۰ گری	۱۵۰ گری	
۰	۵۱/۸۷	۴۷/۰۳	۴۵/۸۷	۳۹/۸۶	۴۵/۲۷	۴۳/۸۴	۵/۳۲
۶۰	۵۶/۶۸	۵۵/۷۶	۵۱/۹۳	۵۳/۶۶	۵۷/۳۹	۶۱/۴۶	۷/۱۸
۱۲۰	۷۵/۷۲	۷۱/۸۴	۷۰/۷۳	۶۸/۳۱	۷۳/۴۹	۷۲/۷۴	۴/۴۱
۲۴۰	۹۰/۶۱	۸۹/۳۹	۹۴/۶۶	۹۲/۲۸	۹۲/۴۸	۹۲/۷۸	۱۳/۳۴
LSD	۷/۳۴	۷/۸۸	۶/۹۲	۶/۰۷	۷/۴۷	۷/۸۲	

LSD ($P \leq 0.05$) : طول مدت نگهداری × دوز پرتوتابی = ۴/۷۸

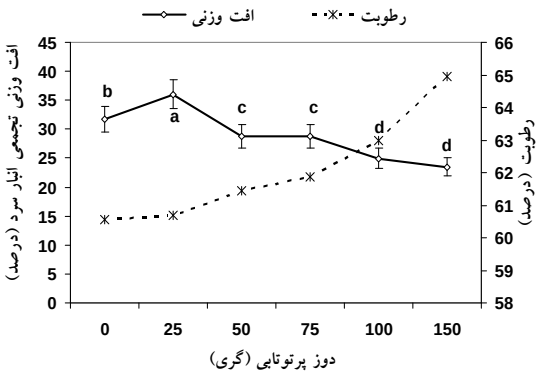
(شکل‌های ۱ و ۲)، در تیمار شاهد (بدون پرتوتابی) و دوز ۲۵ گری به‌صورت معنی‌داری بیشتر و مقدار رطوبت آنها کمتر از سایر دوزهای پرتوتابی بود. مقدار افت وزنی مشاهده شده برای دوزهای بالاتر یعنی دوزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ گری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند، به‌طوری‌که مقدار افت وزنی در این دوزها کمتر و در نتیجه رطوبت سیرچه‌ها بیشتر از دوزهای دیگر بود. در انبار سرد (شکل ۱)، پرتوتابی با دوزهای ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری، به‌ترتیب سبب کاهش ۶/۳۵، ۶/۵۳ و ۷/۱۵ درصد در افت وزنی نسبت به تیمار شاهد شد. افت وزنی سیر در انبار غیر فنی (شکل ۲) بیشتر از انبار سرد بود زیرا کنترلی از نظر دما، رطوبت نسبی و هوادهی در آن وجود نداشت و شرایط آن به‌طور کامل تابع شرایط محیطی بود. با افزایش دمای انبار،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

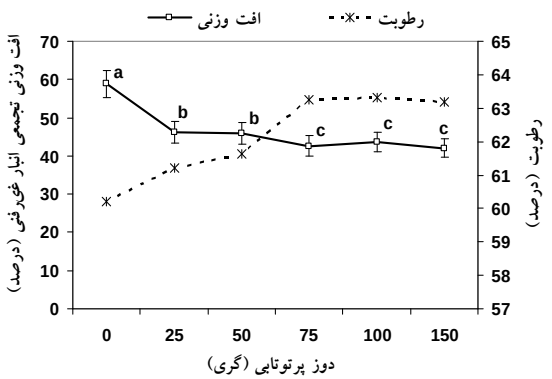
جدول ۶. مقایسه میانگین پیرووات غیر آنزیمی سیر صورتی پرتوتابی شده در مدت نگهداری در انبار غیر فنی

مدت نگهداری (روز)	پیرووات غیر آنزیمی (میکرومول بر گرم سیر بر اساس وزن تر)						LSD
	شاهد	۲۵ گری	۵۰ گری	۷۵ گری	۱۰۰ گری	۱۵۰ گری	
۰	۱/۹۳	۱/۴۷	۱/۹۸	۱/۶۹	۱/۴۸	۱/۴۱	۰/۷۶
۶۰	۱/۸۲	۲/۰۴	۱/۶۲	۲/۱۹	۲/۵۴	۲/۴۹	۱/۰۸
۱۲۰	۲/۱۹	۱/۶۸	۲/۳۷	۲/۶۴	۲/۲۸	۲/۰۶	۱/۲۲
۲۴۰	۳/۵۴	۳/۹۶	۲/۴۹	۲/۵۰	۲/۵۱	۳/۰۸	۰/۶۶
LSD	۰/۸۸	۰/۵۹	۰/۶۶	۱/۰۲	۰/۶۶	۱/۵۴	

LSD ($P \leq 0.05$) : ۰/۶۲ = طول مدت نگهداری × دوز پرتوتابی



شکل ۱. تغییرات افت وزنی و رطوبت سیر صورتی پرتوتابی شده با دوزهای مختلف در طول ۸ ماه نگهداری در انبار سرد. حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.



شکل ۲. تغییرات افت وزنی و رطوبت سیر صورتی پرتوتابی شده با دوزهای مختلف در طول ۸ ماه نگهداری در انبار غیر فنی. حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

خروج رطوبت از سوخ‌ها و در نتیجه افت وزنی آنها افزایش می‌یابد، ضمن این‌که روند واکنش‌های متابولیک مانند تنفس نیز افزایش می‌یابد (۲۹). در دمای صفر درجه سلسیوس (دمای انبار سرد) مقدار تنفس سوخ‌ها ۱۰ تا ۳۰ وات بر تن است ولی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به ۴۲ تا ۹۰ وات بر تن می‌رسد (۲۲). به‌دلیل اثر کنترل کنندگی پرتوتابی بر تنفس و جوانه‌زنی، افت وزنی کلیه تیمارهای پرتوتابی شده کمتر از شاهد است، به‌طوری‌که دوزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ گری در انبار غیر فنی بیشترین کاهش در افت وزنی سیر را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. دوز ۱۰۰ گری ۶/۷ درصد و دوز ۱۵۰ گری، ۸/۱۴ درصد افت وزنی را نسبت به شاهد کاهش دادند. نتایج مشابهی به‌وسیله کوان و همکاران (۱۷) مشاهده شد، آنها در شرایط دمایی ۵ ± ۱۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰ – ۷۰ درصد، پس از ۲۸۵ روز نگهداری، افت وزنی سوخ‌های پرتوتابی شده با دوز ۱۵۰ گری را ۶ درصد کمتر از شاهد گزارش کردند. کروسی و کرزیو (۱۲) نیز افت وزنی ۲۴ درصد را پس از ۳۰۰ روز نگهداری در سوخ‌های پرتوتابی شده گزارش کردند. چو و همکاران (۱۱) نیز با دوز ۱۰۰ گری، افت وزنی سیر را پس از ۱۰ ماه، ۲۵ تا ۵۴ درصد نسبت به شاهد کاهش دادند.

جوانه‌زنی

جوانه‌زنی نیز یکی از عواملی است که افت وزنی را در سوخ‌های سیر افزایش می‌دهد، زیرا سوخ سیر در زمان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

جدول ۷. مقایسه میانگین تغییرات رنگ سیر صورتی پرتوتابی شده در مدت نگهداری در انبار سرد

مدت نگهداری (روز)	تغییرات رنگ (مقدار جذب در طول موج ۴۲۰ نانومتر)						LSD
	شاهد	۲۵ گری	۵۰ گری	۷۵ گری	۱۰۰ گری	۱۵۰ گری	
۰	۰/۱۴۱	۰/۱۳۱	۰/۱۴۱	۰/۱۵۸	۰/۱۷۷	۰/۲۰۷	۰/۰۵۲
۶۰	۰/۲۶۴	۰/۲۸۵	۰/۲۷۵	۰/۲۸۴	۰/۲۵۳	۰/۲۶۱	۰/۱۲۰
۱۲۰	۰/۵۵۲	۰/۴۹۷	۰/۴۵۷	۰/۴۶۹	۰/۵۲۵	۰/۴۹۱	۰/۲۲۰
۲۴۰	۰/۸۴۷	۰/۵۶۱	۰/۵۰۵	۰/۵۰۲	۰/۵۲۲	۰/۵۴۱	۰/۳۱۰
LSD	۰/۰۸۲	۰/۰۶۵	۰/۰۷۲	۰/۰۴۶	۰/۰۵۸	۰/۰۳۴	

LSD ($P \leq 0.05$) : ۰/۰۳۶ = طول مدت نگهداری × دوز پرتوتابی

جدول ۸. مقایسه میانگین تغییرات رنگ سیر صورتی پرتوتابی شده در مدت نگهداری در انبار غیر فنی

مدت نگهداری (روز)	تغییرات رنگ (مقدار جذب در طول موج ۴۲۰ نانومتر)						LSD
	شاهد	۲۵ گری	۵۰ گری	۷۵ گری	۱۰۰ گری	۱۵۰ گری	
۰	۰/۱۴۱	۰/۱۳۱	۰/۱۴۱	۰/۱۵۸	۰/۱۷۷	۰/۲۰۷	۰/۰۵۲
۶۰	۰/۱۹۶	۰/۲۱۰	۰/۲۲۹	۰/۱۹۳	۰/۲۱۰	۰/۲۱۱	۰/۰۳۶
۱۲۰	۰/۳۳۸	۰/۲۸۴	۰/۲۹۸	۰/۳۶۸	۰/۳۵۷	۰/۳۸۸	۰/۰۲۰
۲۴۰	۰/۵۰۲	۰/۴۶۳	۰/۴۵۸	۰/۴۶۱	۰/۴۴۷	۰/۴۷۵	۰/۰۲۸
LSD	۰/۰۸	۰/۰۵۷	۰/۰۵۵	۰/۳۸	۰/۵۳	۰/۰۹	

LSD ($P \leq 0.05$) : ۰/۰۳۶ = طول مدت نگهداری × دوز پرتوتابی

جدول ۹. مقایسه میانگین سفتی بافت سیر صورتی پرتوتابی شده در مدت نگهداری در انبار سرد

مدت نگهداری (روز)	سفتی بافت (نیوتن بر مترمربع)						LSD
	شاهد	۲۵ گری	۵۰ گری	۷۵ گری	۱۰۰ گری	۱۵۰ گری	
۰	۱۷/۸۷	۱۸/۵۴	۱۴/۹۳	۲۱/۴۰	۱۶/۶۳	۱۵/۰۹	۲/۹۲
۶۰	۱۱/۳۱	۸/۷۹	۱۱/۰۷	۱۲/۹۷	۱۳/۸۲	۱۳/۹۳	۳/۴۰
۱۲۰	۱۶/۳۵	۷/۱۳	۶/۸۰	۷/۶۰	۹/۸۸	۹/۰۵	۲/۹۱
۲۴۰	۱۸/۵۶	۵/۶۲	۴/۰۹	۷/۰۶	۵/۰۸	۵/۱۱	۴/۲۰
LSD	۵/۹۶	۳/۰۹	۲/۱۵	۲/۳۲	۲/۲۷	۴/۴۴	

LSD ($P \leq 0.05$) : ۳/۱۰ = طول مدت نگهداری × دوز پرتوتابی

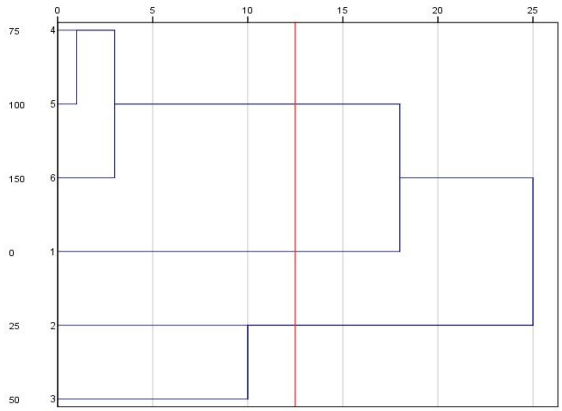
جوانه‌زنی از مشتقات آمینواسید ناشی از تخریب و تجزیه ترکیب‌های عطر و طعم دهنده به‌عنوان منبع ازت استفاده می‌کند که سبب افزایش افت وزنی و فعالیت‌های متابولیک می‌شود (۱۵). در هر دو شرایط نگهداری، جوانه‌زنی فقط در تیمارهای شاهد مشاهده شد. به‌طوری‌که پس از ۸ ماه نگهداری، در انبار سرد ۷۸/۵۵ درصد و در انبار غیر فنی ۱۰۰ درصد سیرچه‌ها علایم جوانه زنی بیرونی را نشان دادند. کلیه سوخ‌های پرتوتابی شده از دوز ۲۵ گری به بالا علایم جوانه‌زنی درونی را نشان ندادند و در نتیجه افت وزنی کمتری را نیز متحمل شدند. به‌وسیله پرتوتابی با اشعه گاما، کو و همکاران (۱۱) با دوزهای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

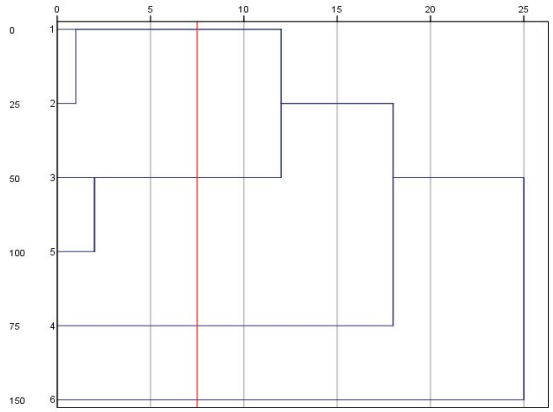
جدول ۱۰. مقایسه میانگین سفتی بافت سیر صورتی پرتوتابی شده در مدت نگهداری در انبار غیرفنی

مدت نگهداری (روز)	سفتی بافت (نیوتن بر مترمربع)						LSD
	شاهد	۲۵ گری	۵۰ گری	۷۵ گری	۱۰۰ گری	۱۵۰ گری	
۰	۱۷/۸۷	۱۸/۵۸	۱۴/۹۳	۲۱/۴۰	۱۶/۶۳	۱۵/۰۹	۲/۹۲
۶۰	۱۵/۸۴	۱۳/۰۶	۱۳/۷۴	۱۳/۱۴	۱۳/۶۸	۱۳/۶۲	۲/۵۲
۱۲۰	۱۰/۲۲	۱۰/۸۷	۱۱/۶۸	۱۰/۲۸e	۱۰/۴۸	۱۱/۴۵	۲/۵۸
۲۴۰	۱۰/۱۳	۷/۱۶	۸/۷۹	۷/۱۸	۸/۸۱	۶/۸۷	۵/۱۷
LSD	۵/۱۷	۱/۶۴	۳/۴۳	۳/۳۵	۲/۶۷	۴/۶۶	

LSD ($P \leq 0.05$) : ۳/۳۷ = طول مدت نگهداری × دوز پرتوتابی



شکل ۳. گروه‌بندی خوشه‌ای صفات اندازه‌گیری شده برای دوزهای مختلف پرتوتابی در انبار سرد



شکل ۴. گروه‌بندی خوشه‌ای صفات اندازه‌گیری شده برای دوزهای مختلف پرتوتابی در انبار غیر فنی

۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری، وحید و همکاران (۲۷) با دوزهای ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گری و پرز و همکاران (۲۵ و ۲۶) با دوز ۶۰ گری، جوانه‌زنی را پس از ۷ تا ۱۰ ماه نگهداری در انبار به‌طور کامل مهار کردند که با نتایج این گزارش مطابقت دارد. پلجرینی و همکاران (۲۳) با دوز ۱۰ گری پس از مرحله خواب، جوانه‌زنی و تقسیم سلولی را کاهش دادند.

تعیین دوز مناسب برای پرتوتابی سیر صورتی

گروه‌بندی خوشه‌ای Dendrogram using Average Linkage (between groups)) کلیه صفات اندازه‌گیری شده در شرایط نگهداری در انبار سرد (شکل ۳) نشان داد که دوزهای مختلف پرتوتابی در سه گروه مجزا قرار گرفتند. تیمار شاهد در یک گروه، دوزهای ۲۵ و ۵۰ گری در گروه دوم و دوزهای ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری در گروه سوم بودند. در بین این گروه‌ها دوز ۵۰ گری با کمترین مقدار دوز که در آن بیشترین مقدار ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و سفتی بافت و کمترین تغییرات رنگ و افت وزنی مشاهده شد، به‌عنوان دوز مناسب انتخاب شد. گروه‌بندی‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده در انبار غیر فنی (شکل ۴) نشان داد که تیمار شاهد و دوز ۲۵ گری در یک گروه، دوزهای ۵۰ و ۱۰۰ گری در گروه دوم و دوزهای ۷۵ و ۱۵۰ گری در گروه جداگانه دیگری قرار گرفتند. دوز ۷۵ گری کمترین دوز مورد استفاده برای پرتوتابی سیر در شرایط نگهداری در انبار غیر فنی است که در آن ویژگی‌های کیفی سیر حفظ می‌شود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

نتیجه‌گیری

نتایج به‌طورکلی نشان می‌دهد که پرتوتابی سیر با الکترون سریع به‌عنوان یکی از منابع پرتوتابی، روش مناسبی برای کنترل جوانه‌زنی و افزایش عمر انبارداری آن است. این روش سبب حفظ کیفیت سیر حتی در انبار غیر فنی می‌شود و ضایعات نگهداری سیر را در مقایسه با شاهد (بدون پرتوتابی) به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌دهد. پرتوتابی سیر در زمان ۳۰ روز پس از برداشت، افت ترکیب‌های عطر و طعم دهنده سیرچه‌ها را به‌ویژه از دوز ۵۰ گری در انبار سرد تا ۲۴۰ روز پس از نگهداری و در انبار غیر فنی تا ۱۲۰ روز پس از نگهداری کاهش می‌دهد. پرتوتابی مانع جوانه‌زنی کامل (درونی و بیرونی) سیر در طول ۸ ماه نگهداری در انبارهای سرد و غیر فنی می‌شود. شدت تغییرات رنگ، افت وزنی و نرم شدن بافت سیرچه‌ها را در مدت نگهداری در انبار به‌صورت معنی‌دار کاهش می‌دهد. این ویژگی‌ها در شرایط نگهداری در انبار سرد با دوز ۵۰ گری و در شرایط نگهداری در انبار غیر فنی با دوز ۷۵ گری بهتر مشاهده می‌شود. هرچند از کمترین دوز مورد استفاده یعنی دوز ۲۵ گری اثرات پرتوتابی در کنترل ضایعات انباری سیر قابل مشاهده است.

منابع مورد استفاده

1. Anonymous. 2013. Base Statistics of Jihad –e- Agriculture Organisation of Hamedan. Office of Programming and Management of Statistics. Jihad –e- Agriculture Organisation of Hamedan Province. (In Farsi).
2. Anthon G. E. and D. M. Barrett. 2003. Modified method for determination of pyruvic acid with dinitophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83:1210-1213.
3. Avila, G. T. 1998. Variables for estimating the best time for drying of garlic (*Allium sativum* L.) bulbs. *Advances en Horticultura* 3(1): 12-18.
4. Bacon, J. R., G. K. Moates, A. Ng, M. J. C. Rhodes, A. C. Smith and K. W. Waldron. 1999. Quantitative analysis of flavor precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa* L.). *Food Chemistry* 64: 257-261.
5. Bayat, F. 2004. Effect of storage duration and conditions on the weight loss and quality of the garlic populations of Hamedan Province. *Journal of Agricultural Engineering Research* 5(19): 49-62. (In Farsi)
6. Bayat, F. and A. H. Nosrati. 2009. Effect of harvesting time and drying at natural and artificial conditions on the storability of white garlic (*Allium sativum* L.) ecotype of Hamedan. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 25(1): 49-63. (In Farsi).
7. Cantwell M., R. Voss, B. Hanson, D. May and B. Rice. 2000. Water and fertilizer management for garlic: Productivity, nutrient and water use efficiency and postharvest quality. *In:* Proceeding of Fertilizer Research and Education Program Conference. Modesto, California. pp. 33-36.
8. Cantwell, M., G. Hong, J. Kang and X. Nie, 2003. Controlled atmospheres retard sprout growth, affect compositional changes and maintain visual quality attributes of garlic. *In:* Proceeding of 8th International Controlled Atmosphere Research Conference, Rotterdam ,Netherlands. ISHS Acta Horticulturae 600, pp. 791-794.
9. Ceci, L. N., O. A. Curzio, A. B. Pomilio. 1991. Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic. *Journal of Food Science* 56(1): 44-46.
10. Ceci, L. N., O. A. Curzio and A. B. Pomilio, 1992. Effects of irradiation and storage on the gamma – glutamyl transpeptidase activity of garlic bulbs cv. red. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 59(4): 505-510.
11. Cho, H. O., J. H. Kwon, M. W. Byun and H. S. Yoon. 1984. Batch scale storage of garlic by irradiation combined with natural low temperature. *Korean Journal of Food Science and Technology* 16(1): 66-70.
12. Croci, C. A. and O. A. Curzio. 1983. The influence of gamma – irradiation on the storage life of red variety garlic. *Journal of Food Processing and Preservation* 7(3): 179-183.
13. Curzio, O. A. and A. M. Urioste. 1994. Sensory quality of irradiated onion and garlic bulbs. *Journal of Food Processing and Preservation* 18(2): 149–158.
14. Fellows, P. J. 1990. Food Processing Technology: Principles and Practice. Ellis Horwood Limited, England.
15. Freeman, G. G. and R. J. whenham. 1976. Effect of overwinter storage at three temperatures on the flavor intensity of dry bulb onions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 27: 37-42.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]

16. Khan, I. and M. Wahid. 1978. Feasibility of radiation preservation of potatoes, onions and garlic in Pakistan. *In:* Proceeding of Food Preservation by Irradiation. Wageningen, Netherlands. Volume 1, pp. 63- 66.
17. Kwon, J. H., M. W. Byun and H. O. Cho. 1985. Effects of gamma irradiation dose and timing of treatment after harvest on the storeability of garlic bulbs. *Journal of Food Science* 50: 379 – 381.
18. Lustre, A. O., R. A. Roncal, F. G. Villaruel, L. Ang, C. C. Singson, C. L. Carmona and Z. M. DeGuzman. 1982. The technological feasibility of gamma radiation for the extended commercial storage of agriculture crops, onion and garlic. Report of a Seminar on Food Irradiation for Developing Countries in Asia and the Pacific. A Technical Document Issued by the International Atomic Energy Agency. Vienna. pp. 127-128.
19. Madamba, P. S., R. H. Driscoll and K. A. Buckle. 1993. Moisture content determination of garlic by convection oven method. *ASEAN Food Journal* 8(2): 81- 83.
20. Matikkala, E. J. and A. I. Virtanen. 1965. γ- glutamyl peptidase in sprouting onion bulbs. *Acta Chemica Scandinavica* 19: 1258-1261.
21. Moreira, H. T., M. I. Villegas and R. L. Cabrera. 1987. Browning and cooked flavor of garlic during dehydration. *Technologia Quimica* 8(1): 31-36.
22. Morris, S . 2001. Fruit and Vegetable Postharvest and Storage Information. Sydney Postharvest Laboratory and Food Science Australia. CSIRO 2001. Available online at: www.publish.Csiro.au.
23. Pellegrini, C. N., C. A. Croci and G. A. Orioli. 2000. Morphological changes induced by different doses of gamma irradiation in garlic sprouts. *Radiation Physics and Chemistry* 57: 315-318
24. Pellegrini, C. N., C. A. Croci and G. A. Orioli. 2001. Enhancement of quality criteria in garlic by gamma irradiation. *Acta Horticulturae* 553: 565-566.
25. Perez, M. B., O. A. Curzio, M. I. Aveldano and C. A. Croci. 1998. Effects of gamma irradiation on the lipid composition of inner sprout of garlic. *Radiation Physics and Chemistry* 52:113-117.
26. Perez, M. B., M. I. Aveldano and A. C. Croci. 2007. Growth inhibition by gamma rays affects lipids and fatty acids in garlic sprouts during storage. *Postharvest Biology and Technology* 44(2): 122-130.
27. Wahid, M., S. Khan and H. Shah. 1990. Effect of irradiation and storage on physico-chemical characteristic of garlic. *Sarhad Journal of Agriculture* 6(4): 371-376.
28. Wall M. W. and J. N. Corgan. 1992. Relationship between pyruvate analysis and flavor perception for onion pungency determination. *Horticultural Science* 27: 1029-1030.
29. Weichmann, J. 1992. Postharvest Physiology of Vegetables. Translated by: M. Fallahi, Mashhad. (In Farsi).
30. Whitaker, J. R. 1976. Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic. *Advances in Food Research* 22: 73-133.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.6.9]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.71]