مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

مطالعه اثر دزهای پرتو الکترون بر ارزش غذایی ترکیب عطر و طعم دهنده و افزایش زمان انبارداری توده‌های سیر سفید همدان(*Allium sativum* L.)

محمد بابایی، مهرداد احمدی*، نادیا کلانتریان، حمیدرضا ذوالفقاریه، هادی فتح الهی
پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته ای
mahmadi@nrcam.org

چکیده: پرتوتابی می‌تواند از ضایعات انباری ناشی از جوانه‌زنی و افت وزنی در سیر بدون ایجاد تغییری در ترکیبات آن جلوگیری نماید. برای تعیین زمان و دز مناسب پرتوتابی، توده سیر سفید همدان ، ۳۰ و ۴۵ روز پس از برداشت با دزهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری پرتوهای الکترون سریع پرتوتابی و با نمونه‌های شاهد مقایسه شد. طی ۱۰ ماه نگهداری در شرایط سرد انبار فنی برخی عوامل کمی و کیفی هر دو ماه یک مرتبه اندازه‌گیری و ارزیابی شد. نتایج نشان داد مقدار پیرووات کل به ویژه تا ۱۲۰ روز پس از نگهداری و پیرووات غیرآنزیمی افزایش و افت وزنی کاهش یافت. پرتوتابی اثر معنی‌داری روی مقدار پیرووات کل نداشت ولی مقدار پیرووات غیرآنزیمی در تیمارهای شاهد و دز ۲۵ گری بیش از سایر تیمارها بود. نمونه‌های شاهد افت وزنی بیشتری در مقایسه با تیمارهای پرتوتابی شده نشان دادند. جوانه‌زنی فقط در سیرچه‌های شاهد مشاهده گردید. مقدار پیرووات غیرآنزیمی در سیرهایی که ۳۰ روز پس از برداشت تیمار شدند، کمتر بود. در مجموع دز مناسب برای پرتوتابی سیر برای نگهداری در انبار سرد، ۵۰ گری بدست آمد. پرتوتابی سیر سفید در ۳۰ روز پس از برداشت مناسب‌تر بود. قابلیت نگهداری سیر پرتوتابی شده در انبار سرد ۱۰ ماه محاسبه گردید.

واژگان کلیدی: سیر، پرتوتابی، عمر انباری، جوانه‌زنی، کیفیت.

Study of Electron doses on the nutritional, volatile components and increasing the white garlic shelf life (*Allium sativum L.*)

M. Babaie, M. Ahmadi*, N. Kalantarian, H. Zolfagharieh, H. Fatollahi
Nuclear Science and Technology Research Institute, Nuclear Agriculture Research School
mahmadi@nrcam.org

Abstract: Irradiation could inhibit the sprouting of stored bulbs and tubers and weight loss without any unfavorable effect on other components. Therefore, to determine the optimum dose of irradiation, white garlic of Hamedan ecotype was irradiated 30 and 45 days post-harvest with doses of 0, 25, 50, 75, 100 and 150 Gy by fast electrons. During 10 months of storage at cold conditions some quantity and quality properties were measured bi-monthly. Results showed that total and also non enzymatic pyruvate increased sharply until 120 days after storage while weight loss decreased. Also irradiation had no effect on total pyruvate while, non-enzymatic pyruvate in control and dose of 25 Gy was more than other ones. Weight loss in the control was more than the other irradiated treatments. Sprouting was only observed in non-irradiated garlic. In 30 days post-harvest condition, non-enzymatic pyruvate was poor. Consequently, for garlic bulbs at cold storage, 50 Gy was the optimum dose of irradiation. Irradiation of white garlic 30 days after harvest was suitable. Shelf life of irradiated white bulbs in cold storage was 10 months.

Keywords: Garlic, Irradiation, Storage Lifetime, Sprouting, Quality.

مقدمه:

یکی از روش‌های نگهداری موادغذایی استفاده از پرتوهای یونیزان می‌باشد. این روش ضمن این که نتایج سودمندی به همراه دارد، ماندگاری در ماده غذایی ایجاد نمی‌کند. از دیگر مزایای این روش می‌توان به افزایش زمان نگهداری محصولات ریشه-ای، ضد عفونی ادویه‌جات، میوه‌ها و غلات، تأخیر در رسیدن میوه‌ها، بهبود ویژگی‌های حسی مواد غذایی و تخریب یا کاهش میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای غیر قابل اجتناب بویژه عوامل آلوده کننده مواد غذایی خام با منشأ حیوانی اشاره نمود[۲]. شتاب دهنده‌های تجاری الکترون، پرتوهای الکترونی را با سطح انرژی مورد قبول قوانین پرتوتابی مواد غذایی تولید می‌کنند. اگر ضخامت محصول کم و ظرفیت ورودی آن زیاد باشد، تجهیزات پرتوهای الکترونی مزایای اقتصادی بیشتری نسبت به پرتوتابی با کبالت ۶۰ دارند[۷]. به منظور بررسی تعیین زمان پرتوتابی پس از برداشت و مقادیر مناسب دز پرتوتابی با هدف کاهش افت ویژگی‌های کیفی و کمی سیر سفید در مدت زمان نگهداری در انبار و کنترل جوانه‌زنی آن‌ها، این مطالعه صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها:

توده سیر سفید همدان پس از قطع آخرین آبیاری و همزمان با زرد شدن برگ‌های آن برداشت و جهت خشک شدن روی طبق‌های سیمی در سایه قرار گرفتند. عملیات خشک شدن تا حدی انجام شد که رطوبت سیرچه‌ها به ۶۴-۶۲ درصد و رطوبت پوسته سیرچه‌ها به ۲ ±۲۰ درصد رسیده و گردن سیر به طور کامل بسته شد[۱]. ۳۰ و ۴۵ روز پس از برداشت، سیرها درون کیسه‌های توری ۱/۵ کیلوگرمی بسته‌بندی شدند و با دزهای ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری پرتوهای سریع الکترون تیمار شدند. به منظور بررسی اثر فرآیند پرتوتابی روی ویژگی‌های کیفی ازجمله ترکیب‌های عطر و طعم دهنده سیر، ۷ تا ۱۰روز پس از فرآیند پرتوتابی فاکتورهای زیر روی آن‌ها اندازه‌گیری شد:

الف) اسیدپیرورویک کل: ۵۰گرم سیرچه با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب داخل مخلوط‌کن یکنواخت شد. پس از ده دقیقه عصاره به دست آمده با عبور از کاغذ صافی، ۱۰ برابر رقیق شد. به ۵۰ میکرولیتر از عصاره صاف و رقیق شده، ۲ میلی لیتر آب وسپس ۲ میلی لیتر از معرف ۲ و۴- دی نیترو فنیل هیدرازین ۰/۲۵ گرم بر لیتر اسید کلریدریک ۱ مولارافزوده، برای مدت ده دقیقه در بن‌ماری ۳۷ درجه سلسیوس قرار گرفت. در پایان با افزودن ۲ میلی لیتر سود ۱/۵مولار به لوله‌های آزمایش، پیرووات کل در حضور محلول‌های استاندارد ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ میکرومول برمیلی‌لیتر از پیروات سدیم، در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتراندازه‌گیری شد[۴].

ب) پیرووات غیرآنزیمی یا پایه: ۳۰ گرم سیرچه با ۹۰ میلی‌لیتر اسید تری کلرو استیک اسید به طور کامل مخلوط شد و پس از یک ساعت از کاغذ صافی عبور داده شد و مراحل ۱ روی آن انجام شد. پیروات آنزیمی از تفاضل پیرووات کل و غیر آنزیمی محاسبه گردید [۵]. سوخ‌های سیربه مدت ۱۰ ماه درانبار فنی با شرایط کنترل شده (دمای ۱-۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵-۶۰ درصد) نگهداری شدند. هر دو ماه یک مرتبه افزون بر فاکتورهای یاد شده جوانه‌زنی و افت وزنی برای هر تیمار اندازه‌گیری گردید. این اندازه‌گیری‌ها دست کم در ۲۵ سیرچه انتخابی به صورت تصادفی، انجام گرفت وجوانه‌زنی بر اساس

جوانه 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 گردید[۱۳].

داده‌های سال اول و دوم بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در مکان و زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تجزیه آماری شدند.تحلیل آماری داده‌های به دست آمده در سال دوم برای هر شرایط نگهداری نیز با آزمایش فاکتوریل(۲ × ۶×۶× ۲)(۲زمان پرتوتابی،۶دز پرتوتابی، ۶ سطح نگهداری در انبار و ۲ دفعات نمونه‌برداری) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. میانگین کلیه داده‌ها با آزمون دانکن و درسطح ۱ و ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شد، در پایان داده‌ها با تجزیه مرکب با یکدیگر مقایسه شدند. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای MSTATC، SPSS و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCELL استفاده گردید.

نتایج و بحث:

مقایسه میانگین پیرووات کل سیر سفید پرتوتابی شده (جدول ۱) طی دو سال نگهداری در انبار سرد نشان داد که بین مقدار پیرووات در دزهای مختلف پرتوتابی در هر دو زمان پرتوتابی ۳۰ و ۴۵ روز پس از برداشت اختلاف معنی‌دار وجود نداشت و تیمار شاهد مرحله دوم برداشت بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. در مدت نگهداری در انبار مقدار پیرووات کل و غیرآنزیمی ناشی از تخریب و تجزیه پیش ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر تا ۱۲۰ روز در کلیه تیمارها افزایش یافت و سپس در تیمار شاهد و دزهای ۲۵ و ۵۰ گری مرحله اول برداشت کاهش و در سایر تیمارها افزایش نشان داد. اختلاف بین مقادیر اولیه و نهایی پیرووات نشان داد که در زمان دوم پرتوتابی (۴۵ روز پس از برداشت) تیمار شاهد بیشترین مقدار اختلاف را داشت و در زمان اول پرتوتابی یعنی ۳۰ روز پس از برداشت، دزهای ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند.

در خصوص پیرووات غیرآنزیمی نیز نتایج نشان داد که مقدار آن‌ها در مدت نگهداری در انبار افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در تیمارهای ۲۵ گری و شاهد مشاهده شد. مقدار آن در زمان دوم پرتوتابی به صورت معنی‌داری بیش از زمان اول پرتوتابی بود. تشکیل پیرووات در سوخ‌های سیر نشان می‌دهد که پیش‌ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر که ماده اولیه مناسبی برای آنزیم آلی‌ایناز هستند به ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و محصول فرعی حاصل از این واکنش آنزیمی یعنی پیرووات تبدیل می‌شوند [۲۲]، بنابراین در مدت نگهداری در انبار بویژه در ۱۲۰ روز اول نگهداری، ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و از جمله پیرووات، به صورت معنی‌دار افزایش می‌یابد. در انتهای دوره نگهداری، روند تولید این ترکیب‌ها بویژه در زمان اول پرتوتابی یعنی ۳۰ روز پس از برداشت کندتر شده یا روند کاهشی داشت. کند یا منفی شدن این روند به علت تجزیه آنزیمی ترکیب‌های غیر طعم دهنده پپتیدهای گاماگلوتامیل سیر است که بر اثر دو آنزیم پپتیداز به پیش‌ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر که ماده اولیه مناسبی برای فعالیت آنزیم آلی‌ایناز هستند، تبدیل می‌شوند [۱۶]، در نتیجه عمل تجزیه‌ای آنزیم آلی‌ایناز روی پیش ماده‌های عطر و طعم دهنده کاهش می‌یابد.

سسی و همکاران(۱۹۹۱) نیز گزارش دادند، مقدار اسیدپیرووئیک سوخ‌های سیر تا ۱۸۰ روز پس از نگهداری افزایش و پس از آن کاهش معنی‌دار نشان داد. جونگ و پارک (۱۹۹۴) نیز مشاهده کردند تا ماه جولای مقدار اسید پیرووئیک افزایش یافت

ولی پس از این مدت مقدار اسید پیرورویک سوخ‌های سیر کاهش یافت. بین مقادیر پیرووات دزهای مختلف پرتوتابی سیر سفید در مدت نگهداری در انبارهای سرد و غیر فنی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد که با نتایج ارایه شده بوسیله سسی و همکاران(۱۹۹۱) مطابقت دارد. افت وزنی سوخ‌های سیر ناشی از تبخیر و خروج رطوبت از محصول است. خروج رطوبت در سوخ‌های سیر به علت کمبود رطوبت نسبی محیط است که قسمت عمده افت وزنی را به وجود می‌آورد. در رطوبت نسبی کم سوخ‌های سیر نرم و پوک شده، افت وزنی آن‌ها افزایش نشان می دهد[۳]. مقایسه میانگین افت وزنی سیر پرتوتابی شده طی دو سال نشان داد (جدول ۲) که مقدار افت وزنی تیمار شاهد به صورت معنی‌داری بیش از دزهای مختلف پرتوتابی در هر دو زمان یعنی ۳۰ و ۴۵ روز پس از برداشت بود. در مدت نگهداری در انبار نیز درصد افت وزنی در دزهای مختلف پرتوتابی افزایش یافت و بیشترین افزایش در تیمار شاهد و سپس دزهای ۲۵ و ۵۰ گری مشاهده شد. بین مقدار نهایی افت وزنی در پایان مدت نگهداری در انبار اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، به طوری که مقدار آن‌ها در زمان اول پرتوتابی بیش از زمان دوم بود.

میانگین مقدار افت وزنی در هفته برای توده‌های سیر سفید در تیمارهای گوناگون پرتوتابی نشان می‌دهد که بیشترین مقدار افت وزنی در هر دو زمان پرتوتابی (۳۰ و ۴۵ روز پس از برداشت) به شاهد اختصاص دارد و در دزهای ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری کمترین مقدار مشاهده می‌شود. بوتچر و گوانتر (۱۹۹۴) مقدار افت وزنی سوخ‌های سیر سفید را در شرایط تهویه طبیعی ۰/۵ درصد در هفته و موریس (۲۰۰۱) در شرایط مناسب نگهداری (دمای ۰ تا ۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد)، ۰/۴ درصد در هفته گزارش دادند. در گزارش اخیر آمده است؛ اگر مقدار افت وزنی در هفته کمتر از ۱ درصد باشد افت وزنی آن پایین، بین ۱/۱ تا ۳/۴ درصد، متوسط و اگر بیش از ۳/۵ درصد باشد، افت وزنی سوخ‌ها بالا است. در این مطالعه نیز مقدار افت وزنی تیمارهای سیر سفید پرتوتابی شده با دزهای بالاتر از ۵۰ گری در انبار سرد، ۰/۶ تا ۰/۹ درصد در هفته است و در محدوده پایین قرار دارند ولی مقادیر آن‌ها ۰/۱ درصد بالاتر از مقادیر گزارش شده به وسیله کوان و همکاران(۱۹۸۵) است.

جوانه‌زنی یکی دیگر از عواملی است که افت وزنی را در سوخ‌های سیر افزایش می‌دهد، زیرا سوخ سیر در زمان جوانه‌زنی از مشتقات آمینواسید ناشی از تخریب و تجزیه ترکیب‌های عطر و طعم دهنده به عنوان منبع ازت استفاده می‌کند که به دنبال آن افت وزنی و فعالیت‌های متابولیک افزایش می‌یابد [۱۱]. مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی سیر سفید پرتوتابی شده در انبار فنی (جدول ۳) نشان داد که جوانه‌زنی تنها در تیمار شاهد مشاهده شد به طوری که پس از ۲۵۰ روز نگهداری، ۱۰۰ درصد سوخ‌ها جوانه زدند ولی جوانه‌زنی در هیچ یک از تیمارهای پرتوتابی شده در طول این مدت مشاهده نگردید. به دلیل اثر کنترل کنندگی پرتوتابی روی جوانه‌زنی، افت وزنی کلیه تیمارهای پرتوتابی شده کمتر از شاهد است به طوری که افت وزنی تیمار ۱۵۰ گری سیر سفید ۱۰±۲۵۰ روز پس از نگهداری در انبار سرد، نسبت به شاهد ۱۱ تا ۱۴ درصد کاهش نشان می‌دهد. نتایج مشابهی به وسیله کوآن و همکاران (۱۹۸۵) مشاهده شد، آن‌ها در شرایط ۱ ± ۱۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰ – ۷۰ درصد، ۲۸۵ روز پس از نگهداری، افت وزنی سوخ‌های پرتوتابی شده با دز ۱۵۰ گری را ۶ درصد کمتر از شاهد گزارش کردند. کرزیو و کروسی (۱۹۸۳) نیز افت وزنی ۲۴ درصد را پس از ۳۰۰ روز نگهداری در پیازهای سیر پرتوتابی شده گزارش کردند. چو و همکاران (۱۹۸۳) نیز با دز ۱۰۰ گری افت وزنی سیر را پس از ۱۰ ماه، ۲۵ تا ۵۴ درصد نسبت به شاهد کاهش

دادند. کوان و همکاران (۱۹۸۴) با دزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ گری، چو و همکاران (۱۹۸۴) با دزهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری، وحید و همکاران (۱۹۹۰) با دزهای ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گری و پرز و همکاران (۱۹۹۸) با دز ۶۰ گری، جوانه‌زنی را پس از ۷ تا ۱۰ ماه نگهداری در انبار به طور کامل مهار کردند که با نتایج این گزارش مطابقت دارد. پرز و همکاران در گزارش‌های خود (۱۹۹۸ و ۲۰۰۷) با دز ۶۰ گری و پس از ۲۱۰ روز نگهداری در انبار، جوانه‌زنی را مهار کردند که بر اثر آن مقادیر فسفولیپیدها، تری آسیل گلیسرول‌ها و گلیکولیپیدها به صورت معنی‌دار کاهش یافت. پلجرینی و همکاران (۲۰۰۰) با دز ۱۰ گری پس از مرحله خواب، جوانه‌زنی و تقسیم سلولی را کاهش دادند که اثر خود را ۱۵۰ روز پس از برداشت به صورت قابل ملاحظه‌ای آشکار نمود.

نتایج نشان داد بین افت وزنی تیمار شاهد و دزهای مختلف در هر دو زمان پرتوتابی یعنی ۳۰ و ۴۵ روز پس از برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد و تیمار شاهد مقادیر بیشتری از افت وزنی را به خود اختصاص می‌دهد ولی بین افت وزنی دزهای ۲۵ تا ۱۵۰ گری پرتوتابی در هر دو زمان پرتوتابی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد که با نتایج ارایه شده به وسیله کوان و همکاران(۱۹۸۵) هماهنگ است.

نتیجه‌گیری نهایی:

نتایج به طور کلی نشان می‌دهد که پرتوتابی توده سیر سفید همدان اثری روی ترکیب‌های عطر و طعم دهنده ندارد، جوانه‌زنی را مهار کرده و افت وزنی را در مدت نگهداری کاهش می‌دهد و در نتیجه نرم شدن بافت سیرچه‌ها نیز کمتر می‌شود.

جدول ۱- مقایسه میانگین پیرووات کل سیر سفید پرتوتابی شده در انبار سرد

دز پرتو (گری)	پرتوتابی ۳۰ روز پس از برداشت						میانگین	پرتوتابی ۴۵ روز پس از برداشت						میانگین
	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰		۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	
مانگین مدت نگهداری(روز)	۸۳/۷۴bcd	۷۹/۵۵d	۸۵/۷۰bcd	۸۵/۸۸bcd	۸۰/۹۱cd	۸۶/۸۴bc	۸۳/۷۷	۹۶/۶۷a	۸۹/۳۳b	۸۳/۵۸bcd	۸۳/۵۷bcd	۸۶/۰۵bcd	۸۶/۲۶bcd	۸۷/۵۸
۰	۵۸/۱۰	۵۳/۰۳	۴۶/۲۷	۴۹/۲۷	۳۴/۷۲	۴۹/۷۲	۴۸/۵۲f	۶۳/۷۳	۶۶/۰۸	۶۳/۰۵	۶۴/۰۷	۶۳/۱۵	۶۲/۷۳	۶۳/۸۰e
۶۰	۸۳/۳۳	۸۱/۴۸	۸۲/۳۰	۸۷/۷۰	۷۷/۰۲	۸۴/۲۰	۸۲/۶۷d	۸۵/۴۲	۸۷/۸۵	۷۵/۰۲	۸۱/۱۰	۸۳/۹۵	۹۱/۴۸	۸۴/۱۴d
۱۲۰	۱۰۲/۲۳	۹۵/۶۸	۱۰۷/۹۰	۹۲/۴۸	۱۰۲/۴۸	۹۶/۶۲	۹۹/۵۷b	۱۱۳/۸۷	۹۳/۲۲	۹۲/۸۳	۸۸/۰۸	۸۴/۰۰	۹۳/۶۷	۹۴/۲۸c
۲۴۰	۹۱/۲۸	۸۷/۹۸	۱۰۶/۳۵	۱۱۴/۰۷	۱۰۹/۴۳	۱۱۶/۸۳	۱۰۴/۳۳a	۱۲۳/۶۵	۱۱۰/۱۵	۱۰۳/۴۰	۱۰۱/۰۳	۱۱۳/۱۰	۹۷/۱۷	۱۰۸/۰۸a
اختلاف بین مقدار اولیه و	۳۳/۱۸	۳۴/۹۵	۶۰/۰۸	۶۴/۸۰	۷۴/۷۱	۶۷/۱۱	۵۵/۸۱	۵۹/۹۲	۴۴/۰۷	۴۰/۳۵	۳۶/۹۶	۴۹/۹۵	۳۴/۴۴	۴۴/۲۸
LSD	۱۱/۲۰						۴/۱۹۷	۱۱/۲۰						۴/۱۹۷

حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵٪است. ۱) مقادیر پیرووات بر حسب میکرومول بر گرم سیر بر اساس وزن مرطوب گزارش شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد افت وزنی تجمعی سیر سفید پرتوتابی شده در انبار سرد

دز پرتو (گری)	پرتوتابی ۳۰ روز پس از برداشت						میانگین	پرتوتابی ۴۵ روز پس از برداشت						میانگین
	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰		۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	
میانگین مدت نگهداری (روز)	۱۲/۱۴a	۹/۳۸b	۹/۶۳b	۸/۹۳b	۸/۴۸bc	۸/۲۲bc	۹/۴۶	۱۲/۵۵a	۸/۸۰b	۹/۳۹b	۸/۰۵bc	۸/۹۹bc	۷/۲۳c	۹/۱۷
۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰f	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰f
۶۰	۴/۳۰	۳/۹۳	۳/۹۷	۴/۰۵	۳/۴۴	۳/۴۸	۳/۸۶e	۵/۶۸	۴/۲۷	۴/۵۴	۴/۰۸	۳/۷۰	۳/۶۵	۴/۳۲d
۱۲۰	۱۲/۲۹	۹/۷۷	۱۰/۰۲	۹/۶۰	۸/۹۸	۸/۷۵	۹/۹۰c	۱۲/۸۳	۹/۶۰	۹/۷۰	۸/۶۰	۸/۱۳	۷/۸۰	۹/۴۴c
۲۴۰	۳۱/۹۶	۲۳/۸۴	۲۴/۵۴	۲۲/۰۹	۲۱/۵۰	۲۰/۶۳	۲۴/۰۹a	۳۱/۶۷	۲۱/۳۱	۲۳/۳۱	۱۹/۵۲	۲۴/۱۴	۱۷/۴۷	۲۲/۹۰b
LSD	۲/۵۵۳						۰/۷۸۰۳	۲/۵۵۳						۰/۷۸۰۳

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵٪است.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی سیر سفید پرتوتابی شده در انبار سرد

دز پرتو (گری)	پرتوتابی ۳۰ روز پس از برداشت						پرتوتابی ۴۵ روز پس از برداشت						
	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	میانگین	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	میانگین
میانگین مدت نگهداری (روز)	۵۱/۰۲a	۰/۰۰c	۰/۰۰c	۰/۰۰c	۰/۰۰c	۰/۰۰c	۸/۵۰	۴۳/۸۸b	۰/۰۰c	۰/۰۰c	۰/۰۰c	۰/۰۰c	۰/۰۰c	۷/۳۱
۰	۰/۰۰f	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰/۰۰e	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰/۰۰e
۶۰	۳۱/۷۶d	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۵/۲۹d	۲۸/۱۷e	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۴/۷۰d
۱۳۰	۷۲/۳۱b	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۱۲/۰۵b	۴۷/۳۷c	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۷/۸۹c
۲۵۰	۱۰۰/۰۰a	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۱۶/۶۷a	۱۰۰/۰۰a	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۰۰f/	۱۶/۶۷a

حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵٪است.

جدول ۴– درصد افت وزنی تیمارهای مختلف پرتوتابی سیر سفید در هفته در انبار سرد (سال ۸۸-۱۳۸۷)

دز پرتوتابی (گری)	پرتوتابی ۳۰ روز پس از برداشت	پرتوتابی ۴۵ روز پس از برداشت
۰	۱/۳۷	۱/۳۲
۲۵	۱/۰۱	۰/۸۰
۵۰	۱/۰۳	۰/۸۸
۷۵	۰/۸۷	۰/۷۱
۱۰۰	۰/۸۵	۰/۹۶
۱۵۰	۰/۷۹	۰/۶۳

مراجع:

۱.بیات، فریبا و نصرتی، علی احسان. ۱۳۸۸. اثر زمان برداشت و خشک کردن طبیعی و مصنوعی پس از برداشت بر قابلیت نگهداری سیر سفید (*Allium sativum* L.) همدان. فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۵(۱)، ۶۳-۴۹.

۲. ذوالفقاریه، حمید رضا. ۱۳۷۵. حقایقی در مورد پرتودهی مواد غذایی.

۳. وایشمن، جی. ۱۳۷۱. فیزیولوژی پس از برداشت سبزی‌ها. ترجمه مسعود فلاحی، چاپ اول، جلد ۱ و ۲، مشهد: انتشارات بارثاوا.

4. Anthon, G.E. and Barrett, D.M. 2003. Modified method for determination of pyruvic acid with dinitophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. Journal Sci. Food Agric. 83, 1210-1213.
5. Bacon, J.R., Moates, G.K., Ng, A., Rhodes, M.J.C., Smith A.C. and Waldron, K.W. 1999. Quantitative analysis of flavour precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa*). Food Chemistry. 64, 257-261.
6. Boettcher, H. and Guenther, I. 1994. Quality changes of dry garlic (*Allium sativum*L.) during long term storage. I. External quality. Nahrung. 38 (1), 61- 69.
7. Brynjolfsson, A. 1989. Future radiation sources and identification of irradiated foods. Food Technology. 43(7):84-89, 97.
8. Ceci, L.N., Curzio, O.A. and Pomilio, A.B. 1991. Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic. J. Food Sci. 56(1), 44-46.
9. Cho, H.O., Kwon, J.H., Byun, M.W. and Yoon, H.S. 1984. Batch scale storage of garlic by irradiation combined with natural low temperature. Korean Journal of Food Science and Technology. 16(1), 66-70.
10. Croci, C.A. Curzio, O.A. 1983. The influence of gamma – irradiation on the storage life of "red" variety garlic. Journal of Food Processing and Preservation. 7(3), 179-183.
11. Freeman, G.G. and whenham, R.J. 1976. Effect of overwinter storage at three temperatures on the flavour intensity of dry bulb onions. J. Sci. Food Agric. 27, 37.
12. Jeong, Y.C. and Park, K.W. 1994. Effects of variety and bulb size on the quality changes during storage of garlic (*Allium sativum* L.). Journal of the Korean Society for Horticultural Sciences. 35(2), 131 – 8.
13. Kwon, J.H. and Yoon, H.S. 1985. Changes in flavor components of garlic resulting from gamma irradiation. J. Food Sci. 50(4), 1193-1195.
14. Kwon, J.H. and Yoon, H.S. Sohn, T.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. 1984. Effect of gamma irradiation dose and timing of treatment after harvest on the storeability of garlic bulbs. J. Food Sci. 50(2), 379-381.
15. Kwon, J.H., Byun, M.W., Cho H.O. 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.
16. Matikkala, E.J. and Virtanen, A.I. 1965. γ- glutamyl peptidase in sprouting onion bulbs. Acta Chem. Scand. 19, 1261.

17. Morris, S. 2001. Fruit and vegetable postharvest and storage information. Sydney Postharvest Laboratory and Food Science Australia. CSIRO 2001. Available on: www.publish.Csiro.au.

18. Pellegrini, C.N., Croci, C.A. and Orioli, G.A. 2000. Morphological changes induced by different doses of gamma irradiation in garlic sprouts. Radiation Physics and Chemistry. 57, 315-318.
19. Pérez, M. B., Aveldaño, M.I. and Croci, A.C. 2007. Growth inhibition by gamma rays affects lipids and fatty acids in garlic sprouts during storage. Postharvest Biology and Technology. 44(2), 122-130.
20. Perez, M.B., Curzio, O.A., Aveldano, M.I. and Croci, C.A. 1998. Effects of gamma irradiation on the lipid composition of inner sprout of garlic. Radiation Physics and Chemistry. 52, 113-117.
21. WAHID, M., Khan, S. andShah, H.*1990*. Effect of *IRRADIATION* and storage on physico-chemical characteristic of GARLIC. Sarhad J. Agric. 6(4), 371
22. Whitaker, J.R. 1976. Developement of flavor, odor and pungency in onion and garlic. Adv. Food Res. 22, 37.