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 زمان و دزهای پرتوهای الکترون بر افزایش زمان انبارداری توده‌های سیر سفید همدان(*Allium sativum* L.)

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

چکیده: پرتوتابی روشی مناسب جهت افزایش انبارمانی مواد غذایی از جمله در پیازها می‌باشد با این روش می‌توان از ضایعات انباری جلوگیری نمود. 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 شدند. طی ۱۰ ماه نگهداری در انبار غیرفنی برخی عوامل کمی و کیفی هر دو ماه یک مرتبه اندازه‌گیری و ارزیابی شد. نتایج نشان داد بین مقدار سفتی بافت تیمارهای پرتوتابی شده در پایان دوره نگهداری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد و مقدار آن در شاهد بیش از دیگر تیمارها بود. نمونه‌های بدون پرتوتابی افت وزنی بیشتری در مقایسه با تیمارهای پرتوتابی شده نشان دادند. جوانه‌زنی فقط در سیرچه‌های شاهد بدون پرتودهی مشاهده گردید. در مجموع دز مناسب برای پرتوتابی سیر برای نگهداری در انبار غیر فنی ۷۵ گری است. پرتوتابی در زمان۳۰ روز پس از برداشت مناسب‌تر بوده و قابلیت نگهداری سیر پرتوتابی شده در انبار غیر فنی تا ۸ ماه افزایش نشان داد.

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

Study of time and Electron doses irradiation onincreasing the white garlic shelf life (*Allium sativum L.*)

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

Abstract: Irradiation is one of suitable method for increasing shelf life especially in buld that could inhibit the sprouting. White garlic of Hamedan was irradiated 30 and 45 days after harvest with doses of 0, 25, 50, 75, 100 and 150 Gy by fast electrons. During 10 months of storage at traditional werehouse some quantity and quality parameters were measured bimonthly. Results showed that there was no significant difference between tissue hardness of irradiated specimens at the end of storage, while its content was more than that of control. Weight loss in non-irradiated bulbs was more than irradiated ones. Sprouting was only observed in non-irradiated garlic. Consequently, for garlic bulbs in traditional storage, 75 Gy was the optimum dose of irradiation. For white garlic irradiation 30 days post harvesting is suitable and shelf life of irradiated white garlic in traditional storage was increased to 8 months.

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

مقدمه:

استان همدان به عنوان قطب اصلی تولید و صادرات سیر شناخته شده است به طوری که در سال زراعی۸۸-۱۳۸۷، با تولید ۲۹۰۷۹ تن سیر حدود ۵۰ درصد تولید کشور را به خود اختصاص داده است[۲]. هر ساله بخشی از سیر تولیدی به دلیل مشکلاتی از قبیل جوانه‌زنی، چروکیدگی و افت وزنی بی استفاده می‌شود بطوریکه در انبارهای سنتی پس از شش ماه نگهداری ۵۶ درصد توده سیر سفید همدان دچار جوانه‌زنی و افت وزنی می گردد [۴] .استفاده از پرتوهای یونیزان روشی مناسب جهت افزایش زمان نگهداری محصولات ریشه‌ای و غده ای می‌باشد[۵] . 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 آن، این تحقیق صورت گرفت.

مواد و روش‌ها:

توده سیر سفید همدان پس از قطع آخرین آبیاری و همزمان با زرد شدن برگ‌های سیر برداشت و جهت خشک شدن روی طبق‌های سیمی در سایه قرار گرفت. عملیات خشک شدن تا حدی انجام شد که رطوبت سیرچه‌ها به ۶۴-۶۲ درصد و رطوبت پوسته سیرچه‌ها به ۲ ±۲۰ درصد رسید و گردن سیر به طور کامل بسته شد (بیات و نصرتی، ۱۳۸۸). 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. ۷ تا ۱۰ روز پس از فرآیند پرتوتابی فاکتورهای مدنظر اندازه‌گیری شد.

به منظور اندازه‌گیری رطوبت برای هر تیمار سه عدد پتری دیش به مدت یک روز در آون در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار گرفت تا رطوبت ظروف از بین برود. سپس ظروف از آون خارج و با ترازوی دیجیتالی وزن آن یادداشت شد و روی ظروف شماره تکرار و تیمار ثبت گردید. سپس ورقه‌های سیر با ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر مربوط به تکرارها به داخل ظرف انتقال و مجدداً وزن پتری‌های حاوی سیر ثبت گردید. نمونه‌ها ۲۴ ساعت در آون با دمای۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفته تا کاملاً خشک گردند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت مجدداً وزن پتری‌های حاوی ورقه‌های خشک سیر ثبت شد ودرصد رطوبت طبق فرمول زیر محاسبه گردید: [۱]

۱۰۰ × (وزن ظرف)- (وزن ظرف + وزن نمونه تازه) /(وزن ظرف)- (وزن ظرف+ وزن ماده خشک) -۱ =درصد رطوبت

به منظور اندازه‌گیری سفتی بافت از دستگاه بافت‌سنج (اینسترون)استفاده شد. سیرچه‌هایی با وزن ۰/۵±۶/۵ گرم و با ضخامت متوسط ۰/۱±۱/۸ سانتی‌متر انتخاب شده و نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب به قطر ۳/۲ میلی‌متر و با سرعت پیشروی ۲۰ میلی‌متر در دقیقه (به منظور جابجایی تا عمق ۵ میلی‌متر) به درون بافت سیرچه‌ها اندازه‌گیری شد [۴]. سوخ‌های سیر به مدت ۱۰ ماه در شرایط انبار غیر فنی و بدون کنترل دما و رطوبت نسبی (دمای ۴ تا ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۳۵ تا ۵۵ درصد) نگهداری شدند. هر دو ماه یک مرتبه افزون بر فاکتورهای یاد شده جوانه‌زنی، چروکیدگی و پوک شدگی برای هر تیمار اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری‌ها در دست کم ۲۵ سیرچه انتخابی به صورت تصادفی انجام گرفت و جوانه‌زنی 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[۱۱]. 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 گردید. میانگین کلیه داده‌ها با آزمون دانکن و درسطح ۱ و ۵ درصد با یکدیگر مقایسه و در پایان داده‌ها با تجزیه مرکب با یکدیگر مقایسه شدند. به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای MSTATC، SPSS و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCELL استفاده شد.

نتایج و بحث:

مقایسه میانگین سفتی بافت سیرچه‌های پرتوتابی شده طی دو سال نشان داد (جدول ۱) که بین مقدار سفتی بافت در اثر دزهای مختلف پرتوتابی در هر دو زمان ۳۰ و ۴۵ روز پس از برداشت اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. در مدت نگهداری در انبار مقدار سفتی بافت در اثر دزهای مختلف پرتوتابی کاهش یافته ولی در تیمار شاهد این مقدار افزایش نشان می دهد که آن هم به دلیل از دست دادن رطوبت سیرچه‌ها و خشک شدن بافت آن بود. اختلاف بین مقدار اولیه و نهایی سفتی بافت ها در دزهای مختلف پرتوتابی نشان داد که به طور کلی مقدار این اختلاف در تیمارهای زمان دوم پرتوتابی بیش از تیمارهای زمان اول پرتوتابی بودکه با نتایج وحید و همکاران (۱۹۹۰) مطابقت دارد.

از نظر عددی مقدار سفتی بافت تیمار شاهد به صورت معنی‌داری بیش از تیمارهای ۲۵ تا ۱۵۰ گری پرتوتابی است. بین مقادیر سفتی بافت دزهای مختلف پرتوتابی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ولی از نظر عددی سفتی بافت نمونه های پرتودهی شده با دزهای ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ گری در انبار غیر فنی، بیشترین مقادیر را دارند. اثر زمان‌های پرتوتابی یعنی ۳۰ و ۴۵ روز پس از برداشت، روی مقادیر سفتی بافت معنی‌دار نیست ولی اختلاف بین مقادیر اولیه و نهایی سفتی بافت در تیمارهای مرحله دوم پرتوتابی یعنی ۴۵ روز پس از برداشت بیشتر بوده و نشان می‌دهد که بافت سیرچه‌ها در این مرحله از پرتوتابی نرم‌تر از مرحله اول است. افت وزنی سوخ‌های سیر ناشی از تبخیر و خروج رطوبت از محصول است. خروج رطوبت در سوخ‌های سیر به علت کمبود رطوبت نسبی محیط بوده که قسمت عمده افت وزنی را به وجود می‌آورد. در رطوبت نسبی کم سوخ‌های سیر نرم و پوک شده، افت وزنی آن‌ها افزایش می‌یابد[۶].

مقایسه میانگین افت وزنی سیر پرتوتابی شده (جدول ۳) طی دو سال نشان داد که مقدار افت وزنی تیمار شاهد (بدون پرتوتابی) 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 اثر دزهای مختلف پرتوتابی افزایش یافت و بیشترین افزایش در تیمار شاهد مشاهده شد. مقدار افت وزنی در زمان دوم پرتوتابی به صورت معنی‌داری بیش از زمان اول پرتوتابی بود. به دنبال افت وزنی مقدار رطوبت سیرچه‌ها (جدول ۲) در دزهای مختلف پرتوتابی و در مدت نگهداری در انبار کاهش یافته که این کاهش در مقدار رطوبت سیرچه‌ها معنی‌دار نبود. برای توده سیر سفید در انبار غیر فنی، بین افت وزنی تیمار شاهد و دزهای مختلف در هر دو زمان پرتوتابی 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 در اثر 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.

به دلیل اثر کنترل کنندگی پرتوتابی روی جوانه‌زنی، افت وزنی کلیه تیمارهای پرتوتابی شده کمتر از شاهد بوده به طوری که افت وزنی، برای سیر سفید در انبار غیر فنی بیش از ۵ درصد است. نتایج مشابهی به وسیله کوآن و همکاران (۱۹۸۵) مشاهده شد، آن‌ها در شرایط ۵ ± ۱۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰ - ۷۰ درصد، ۲۸۵ روز پس از نگهداری، افت وزنی سوخ-های 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.

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 می‌کندکه به دنبال آن افت وزنی و فعالیت‌های متابولیک افزایش می‌یابد [۱۰]. از آنجا که جوانه‌زنی فقط در تیمارهای شاهد مشاهده شد و کلیه سوخ‌های پرتوتابی شده از دز ۲۵ گری به بالا علایم جوانه‌زنی بیرونی را نشان ندادند، افت وزنی کمتری را نیز متحمل شدند و با افزایش دز پرتوتابی این کاهش در افت وزنی و نیز مهار جوانه‌زنی برای هر دو زمان پرتوتابی، ادامه داشت. به وسیله پرتوتابی با اشعه گاما 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 از۲۱۰ 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 داده و اثر خود را ۱۵۰ روز پس از برداشت به صورت قابل ملاحظه‌ای آشکار نمود.

نتیجه‌گیری نهایی:

نتایج به طور کلی نشان می‌دهد که پرتوتابی توده سیر سفیدهمدان جوانه‌زنی را مهار می‌کند و افت وزنی را در طول مدت نگهداری در انبار غیرفنی کاهش داده و در نتیجه نرم شدن بافت سیرچه‌ها نیز کمتر می‌شود.

جدول ۱- مقایسه میانگین سفتی بافت (نیوتن) سیر سفید پرتوتابی شده در انبار غیر فنی

دز پرتو	پرتوتابی ۳۰ روز پس از برداشت						پرتوتابی ۴۵ روز پس از برداشت						
(گری)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	میانگین	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱	میانگین
میانگین	۱۳/۹۳a	۱۱/۳۸e	۱۲/۰۵d	۱۲/۵۶bcd	۱۲/۶۹bcd	۱۱/۸۸de	۱۲/۴۱	۱۳/۴۷ab	۱۲/۱۷cd	۱۲/۱۱de	۱۲/۸۲bc	۱۲/۵۱bc	۲	۱۲/۷۳
مدت نگهداری (روز)														
۰	۱۶/۹۲	۱۶/۴۵	۱۷/۷۱	۱۷/۴۵	۱۷/۹۴	۱۷/۶۴	۱۷/۳۵a	۱۸/۱۹	۱۷/۵۷	۱۸/۱۸	۱۸/۴۳	۱۷/۸۶	۵	۱۸/۱۲a
۶۰	۱۱/۲۶	۱۲/۸۱	۱۲/۲۸	۱۲/۴۴	۱۳/۵۷	۱۲/۸۶	۱۲/۵۴b	۱۱/۱۶	۱۳/۲۵	۱۱/۶۷	۱۲/۹۲	۱۲/۴۰	۷	۱۲/۵۳b
۱۲۰	۱۱/۰۰	۸/۶۱	۱۰/۲۹	۱۱/۰۶	۱۰/۱۰	۹/۰۲	۱۰/۰cd	۱۰/۷۲	۱۰/۳۰	۹/۷۷	۱۱/۴۲	۱۱/۱۵۰	۹	۱۰/۷۲c
۲۴۰	۱۶/۵۳	۷/۶۵	۷/۹۲	۹/۲۸	۹/۱۴	۷/۹۸	۹/۷۵d	۱۳/۸۰	۷/۵۶	۸/۸۳	۸/۵۰	۸/۶۴	۸	۹/۵۳d
LSD	۱/۸۸						۰/۷۹	۱/۸۸						۰/۷۹

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

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد رطوبت سیر سفید پرتوتابی شده در انبار غیر فنی

دز پرتو	پرتوتابی ۳۰ روز پس از برداشت						پرتوتابی ۴۵ روز پس از برداشت						
(گری)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	میانگین	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	میانگین
مانگین	۵۹/۳۹b	۶۰/۳۲a	۵۹/۹۳a	۶۱/۰۷ab	۶۰/۱۲ab	۶۰/۳۴a	۶۰/۱۹	۵۷/۶۰c	۶۰/۰۰ab	۵۹/۸۵a	۶۰/۰۹ab	۶۰/۲۷ab	۶۱/۲۹	۵۹/۸۵
مدت نگهداری (روز)														
۰	۶۱/۲۹	۶۰/۹۹	۶۱/۵۱	۶۱/۷۲	۶۱/۰۶	۶۱/۱۰	۶۱/۲۸a	۶۱/۰۴	۵۹/۹۱	۵۹/۴۹	۶۰/۴۶	۶۰/۵۱	۶۱/۶۲	۶۰/۵۰a
۶۰	۶۰/۹۱	۶۰/۴۱	۶۰/۴۵	۶۲/۵۲	۶۱/۲۳	۶۱/۳۳	۶۱/۱۴a	۶۰/۵۵	۶۱/۲۷	۶۰/۷۷	۶۰/۶۲	۶۰/۷۴	۶۳/۰۱	۶۱/۱۶a
۱۲۰	۵۹/۷۵	۶۰/۵۹	۵۷/۸۴	۵۹/۱۰	۵۸/۶۲	۵۹/۲۱	۵۹/۱۸bc	۵۵/۹۶	۵۸/۲۳	۵۸/۰۳	۵۸/۳۲	۵۹/۰۷	۵۹/۸۸	۵۸/۲۵c
۲۴۰	۵۵/۵۹	۵۹/۲۷	۵۹/۹۴	۶۰/۹۴	۵۹/۵۶	۵۹/۷۳	۵۹/۲۰bc	۵۲/۸۳	۶۰/۶۰	۶۱/۱۳	۶۰/۹۷	۶۰/۷۵	۶۰/۶۵	۵۹/۴۹b
LSD	۲/۷۲						۰/۹۸	۲/۷۲						۰/۹۸

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

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد افت وزنی تجمعی سیر سفید پرتوتابی شده در انبار غیر فنی

دز پرتو	پرتوتابی ۳۰ روز پس از برداشت						پرتوتابی ۴۵ روز پس از برداشت						
(گری)	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	میانگین	۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۵۰	میانگین
میانگین	۱۳/۲۶	۱۰/۴۹cd	۹/۸۷d	۹/۲۳e	۹/۲۲e	۹/۸۰de	۱۰/۳۱	۱۵/۰۰a	۱۱/۵۳c	۱۱/۶۳c	۱۰/۹۶cd	۱۰/۲۲cd	۱۱/۳۸c	۱۱/۷۹
مدت نگهداری (روز)														
۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰g	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰g
۶۰	۱۰/۰۸	۷/۸۷	۶/۵۵	۵/۹۱	۵/۲۶	۵/۳۸	۶/۸۴f	۱۰/۵۷	۷/۹۷	۷/۴۲	۶/۸۲	۶/۳۶	۶/۲۷	۷/۵۷e
۱۲۰	۱۴/۱۰	۱۱/۵۶	۱۰/۵۶	۹/۸۱	۹/۶۵	۱۰/۲۳	۱۰/۹۸d	۱۹/۲۴	۱۴/۹۲	۱۴/۸۵	۱۳/۶۸	۱۲/۳۹	۱۴/۰۷	۱۴/۸۶c
۲۴۰	۲۸/۸۶	۲۲/۵۳	۲۲/۳۷	۲۱/۱۸	۲۱/۹۶	۲۳/۴۷	۲۳/۴۰b	۳۰/۲۰	۲۳/۲۶	۲۴/۲۷	۲۳/۳۵	۲۲/۱۲	۲۵/۱۷	۲۴/۷۳a
LSD	۱/۲۳						۰/۴۵	۱/۲۳						۰/۴۵

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

مراجع:

۱.امامی، ع.، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه وزارت کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب، جلد اول، شماره ۹۸۲.

۲.بی نام. ۱۳۸۷. آمار پایه‌ای جهاد کشاورزی استان همدان. مدیریت طرح و برنامه اداره آمار و برنامه‌ریزی. سازمان جهاد کشاورزی استان همدان.

۳.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.

۴.بیات، فریبا. ۱۳۸۳. اثر طول مدت و شرایط نگهداری بر افت وزنی و ویژگی‌های کیفی توده‌های سیر استان همدان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۵ (۱۹)، ۶۲- ۴۹ .

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

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

7. Cantwell, M., Voss, R., Hanson, B., May, D. and Rice, B. 2000. Water and fertilizer management for garlic: Productivity, nutrient and water use efficiency and postharvest quality. Proceedings of the California ASA / Plant and Soil Conference, January 20. 16p.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. WAHID, M., Khan, S. andShah, H.*1990.* Effect of IRRADIATION and storage on physico-chemical characteristic of GARLIC. Sarhad J. Agric. 6(4), 371