

## اثر پرتودهی گاما بر کیفیت رنگ و ویژگی‌های حسی-چشایی تره (*Allium ampeloprasum*) تازه

مرضیه احمدی روشن<sup>۱</sup>، سمیرا برنجی اردستانی<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> پژوهشکده کاربرد پرتوها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تهران  
نویسنده مسوول: \*sardestani@aeoi.org.ir

### چکیده:

سبزی‌های تازه و بدون فراوری یا با حداقل فرآیند علیرغم خواص سلامتی‌بخش، می‌توانند ناقلی برای انتقال میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا به انسان باشند. ماندگاری این محصولات تازه نیز محدود است و حداکثر پس از سه روز نگهداری در شرایط یخچالی به توده‌ای از ضایعات تبدیل می‌شوند. جمعیت میکروبی بعد از شستشو با مواد ضدعفونی کننده نسبت به شاهد تفاوتی نداشته یا با سرعت بیشتری نسبت به جمعیت محصول شسته شده با آب در طول نگهداری افزایش یافته است. در جهت حل این مشکلات، پرتودهی می‌تواند یک تیمار عملی برای اطمینان از ایمنی، افزایش زمان ماندگاری و حتی ایجاد امکان صادرات سبزیجات تازه باشد. در این پژوهش اثرات پرتودهی گاما (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱) در دمای نگهداری ۲۵ °C و ۴ °C به مدت ۱۵ روز بر کیفیت رنگ‌سنجی و ویژگی‌های حسی-چشایی تره تازه بررسی شد. نمونه‌های پرتودهی شده و کنترل نگهداری شده در دمای محیط به‌علت بار میکروبی بالا در همان دو روز اول از مطالعه حذف شدند. بنابراین با توجه به نتایج قابل پذیرش از نظر ایمنی، کیفیت رنگ و حسی-چشایی، پرتودهی ۰/۵ kGy همراه با نگهداری یخچالی می‌تواند در افزایش ماندگاری تره تازه برای ۸ روز و کاهش ضایعات آن استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: پرتوفاوری گاما، تره، حسی-چشایی، رنگ.

## The effect of gamma irradiation on colour quality and sensory-taste characteristics of fresh chives (*Allium ampeloprasum*)

Marzieh Ahmadiroshan<sup>1</sup>, Samira Berenji Ardestani<sup>1\*</sup>

1. Research School of Radiation Applications, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOI, Tehran, Iran.  
\*E-mail: sardestani@aeoi.org.ir

### Abstract:

Fresh, unprocessed or minimally processed vegetables, despite their health-promoting properties, can be a carrier for the transmission of pathogenic microorganisms to humans. The shelf life of these fresh products is also limited and after a maximum of three days of storage in the refrigerator, they turn into a mass of waste. The microbial population after washing with disinfectants did not differ from the control or increased more rapidly than the population of water-washed product during storage. To solve these problems, irradiation can be a practical treatment to ensure safety, increase shelf life and even allow the export of fresh vegetables. In this study, the effects of gamma irradiation (0, 0.25, 0.5, , 0.75 and 1 kGy) at a storage temperature of 25 and 4 °C for 15 days on colorimetric quality and sensory-taste characteristics and of fresh chives were investigated. Irradiated and control samples stored at room temperature were removed from the study for the first two days due to their high microbial load. Therefore, according to the acceptable results in safety, color and sensory quality, 0.5 kGy of irradiation along with refrigerated storage can be used to increase the shelf life of fresh chives for 8 days and reduce wastes.

**Keywords:** Gamma irradiation, chives, sensory-taste, Color.

Email: sardestani@aeoi.org.ir

## ۱. مقدمه

سبزی‌های تازه از مواد غذایی ضروری در رژیم غذایی انسان می‌باشند و امروزه به خوبی ثابت شده است که این مواد ارزش تغذیه‌ای زیادی دارند و مصرف آن‌ها در سلامت انسان موثر است. در بسیاری از کشورها به مردم توصیه زیادی می‌کنند که در رژیم غذایی روزانه خود، حداقل روزی پنج نوبت از سبزی‌ها و میوه‌های تازه استفاده کنند [۱]. جنس گیاه *Allium* از خانواده *Liliaceae* دارای بیش از ۶۰۰ گونه است. مهم‌ترین آن‌ها که خوراکی نیز بوده، سیر (*A. sativum L.*) و پیاز (*A. cepa L.*) می‌باشند. تره (*A. ampeloprasum L.*) فرم وحشی از Leek بوده که بر اساس نام‌گذاری گیاه‌شناسان آن را زیر گونه *persicum* نامیده‌اند. این گیاه که به‌طور گسترده کشت می‌شود، بومی خاورمیانه بوده و از نظر اقتصادی اهمیت زیادی دارد. این گیاه در ایران تره<sup>۱</sup> نامیده می‌شود و به‌طور گسترده در باغات بزرگ از قرن دهم در تمامی کشور کاشته می‌شود. این گیاه به‌طور خام یا - برای تهیه سوپ یا خورش‌ها استفاده می‌شود. این گیاه در ایران در طب سنتی، در درمان یبوست، آسم، نقرس، چاقی، هموروئید، سردرد به‌عنوان دیورتیک و حتی افزایش دهنده میل جنسی استفاده می‌شود. تره حاوی سطوح بالایی از لوتئین، بتاکاروتن، ویتامین ث و ویتامین‌های دیگر می‌باشد. در مطالعه‌ای که در بلژیک انجام گرفت، نتایج حاکی از آن بود که عموماً فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ‌های سبز بیشتر از ساقه‌های سفید می‌باشد. بررسی آماری نشان داد که در تره، فنل و ویتامین ث موجود در گیاه عمدتاً مسئول فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه هستند [۲]. پرتودهی مواد غذایی باعث تغییرات جزئی در طعم، رنگ، مواد مغذی، مزه و دیگر ویژگی‌های کیفی غذا می‌شود. گزارش شده‌است که تحت شرایط معین مطلوب، غلظت مواد فیتوشیمیایی گیاهی (پایگمان‌ها و ضدآکسندرها) ممکن است پس از پرتودهی، افزایش یابد [۳]. میکروارگانیزم‌ها می‌توانند سبزی‌ها را در مراحل کاشت، داشت، برداشت، نگهداری، شستشو و توزیع آلوده کنند. هر ساله تعداد زیادی اپیدمی در اثر مصرف سبزی‌ها و میوه‌های تازه گزارش می‌شود [۴]. عوامل بیماری‌زایی که اغلب با این اپیدمی‌ها همراه هستند شامل باکتری‌ها (*سالمونلا*، *اشرشیاکلی*، *لیستریا منوسایتوژنز*)، ویروس‌ها (*نروویروس*، *ویروس هپاتیت A*) و پارازیت‌ها (*کریپتوسپوریدیوم* و *سیکلوسپورا*) می‌باشند. بنابراین سبزی‌ها و میوه‌های تازه یکی از عوامل مهم ریسک‌پذیر برای سلامتی انسان هستند، چون به‌صورت خام مصرف می‌شوند و در هر نقطه‌ای از مسیر مزرعه تا سفره، در معرض آلودگی می‌باشند [۵]. افزایش شیوع بیماری‌های مرتبط با مصرف میوه و سبزیجات تازه ثابت می‌کند که اقدامات سنتی برای از بین بردن عوامل بیماری‌زای آنها کافی نیست و تیمارهای آلودگی‌زدایی مناسب پس از برداشت برای کنترل جمعیت عوامل بیماری‌زای مواد غذایی در تولیدات خام مورد نیاز است [۶]. به‌عنوان مثال کاربرد گندزداها در پاکسازی میوه و سبزی یکی از راه‌های مهم پیشگیری از بیماری‌ها است. کلر و ترکیبات آن متداول‌ترین نوع گندزدا می‌باشد. این ماده کاربرد وسیعی در به‌سازی محیط، به‌ویژه گندزدایی میوه و سبزی‌ها دارد. علی‌رغم این واقعیت، مقدار مناسب کلر جهت گندزدایی و زمان تماس با اجرام بیماری‌زا، غالباً مورد چالش است [۷]. صرف نظر از مسایل اقتصادی، تأثیر نامطلوب بر کیفیت میوه و سبزیجات از نظر طراوت ظاهری، حذف رایحه خوب برخی از سبزی‌ها و افزایش مقدار کلر در محیط آبی که موجب تشکیل ترکیبات جانبی کلره شده که مخاطره آمیز بودن آن مؤکد است [۸]. شستشو با ترکیبات ضد میکروبی، اغلب تنها کاهش نسبتاً کمی را در جمعیت میکروبی اولیه به ارمغان می‌آورد. با توجه به این واقعیت و کاهش نسبتاً کم فلور در هنگام استفاده از ترکیبات ضد میکروبی، پرتوآبی می‌تواند یک تیمار جایگزین عملی برای اطمینان از ایمنی سبزی‌ها باشد. بنابراین با افزایش آگاهی نسبت به لزوم مصرف میوه و سبزی تازه در رژیم غذایی سالم و از طرفی خطر شیوع بیماری‌های ناشی از مصرف آنها، پرتو گاما می‌تواند برای کاهش عوامل بیماری‌زای انسانی در میوه‌های و سبزی‌های تازه استفاده شود. پرتودهی مواد غذایی یکی از معدود فن‌آوری‌هایی است که می‌تواند هر دو گزینه‌ی کیفیت مواد غذایی و ایمنی را به‌واسطه‌ی کنترل عوامل بیماری‌زا تأمین نماید. پرتودهی مواد غذایی به‌عنوان یک تیمار فیزیکی و غیرحرارتی، در دمای اتاق یا نزدیک دمای اتاق در بسته‌بندی نهایی مواد غذایی جهت کاهش آلودگی متقاطع مواد غذایی انجام می‌شود [۹]. در اثر پرتودهی ارزش تغذیه‌ای غذاها تغییری نمی‌کند و خطرناک نمی‌شوند. تغییرات ناشی از پرتودهی در مواد مغذی مانند ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و مواد معدنی کم است. مزیت بزرگ مواد غذایی پرتودهی شده این است که این یک فرایند غیر حرارتی و سرد بوده و غذا هنوز هم اساساً "خام" است. پرتودهی معادل پاستوریزاسیون برای غذاهای جامد است. پرتودهی توسط پرتوهای گاما، ایکس و الکترون‌های شتاب‌دار تحت شرایط کنترل شده، مواد پرتوزا در مواد غذایی ایجاد نمی‌کند. نه پرتودهی و نه سایر تیمارهای مواد غذایی دیگر نمی‌تواند مواد غذایی فاسد را، قابل مصرف سازد. اگر غذا، ظاهر، بو، طعم یا هرگونه علائم

<sup>1</sup> Tarreh

فساد داشته باشد، نمی‌توان آن را با هیچ تیماری از جمله پرتودهی اصلاح کرد [۷]. از آنجا که مشکلات ایمنی مرتبط با میوه و سبزی تازه، به‌عنوان مثال وجود باکتری‌های بیماری‌زا یکی از نکات بازدارنده در مصرف این محصولات می‌باشد، توجه و تمایل تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان معطوف به استفاده از این روش‌های کارآمد دیگری مانند پرتوآوری به‌منظور کاهش نگرانی و افزایش علاقه به مصرف بیشتر میوه و سبزی تازه می‌شود. از سوی دیگر افزایش تقاضا برای انواع میوه و سبزیجات تازه موجب افزایش درآمد ملی و حتی رونق تجارت بین‌المللی آن نیز خواهد شد. این پژوهش، با محوریت پرتوآوری گاما در دُزهای پیشنهادی در این پژوهش (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱) همراه با بررسی اثرات آن بر کیفیت میکروبی و رنگ سبزی تره تازه، با توجه به لزوم رعایت ایمنی و سلامت تغذیه مردم کشور، حذف ضدعفونی سبزیجات قبل از انبار، بی‌نیاز کردن تولیدکنندگان از مصرف مواد شیمیایی، قابلیت استفاده پس از بسته‌بندی و جلوگیری از ایجاد آلودگی ثانویه در محصول انجام شده‌است.

## ۲. روش کار

### ۲.۱ پرتودهی نمونه‌ها

در روز ۰، نمونه‌های تره تازه که به‌صورت جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن با چگالی پایین (پلیمر با درجه مواد غذایی، ضخامت ۲۵ میکرون، سرعت انتقال اکسیژن  $11 \pm 2787/89 \text{ cc/m}^2/\text{day/atm}$ ، نفوذپذیری به بخار آب  $4/0 \pm 91/17 \text{ g/m}^2/\text{day}$  و تنش کششی  $14/0 \pm 1/41 \text{ MPa}$ ) بسته‌بندی شدند با چشمه کبالت-۶۰، در گاماسل ۲۲۰ ساخت شرکت Nordion کانادا با آهنگ دز  $1/98 \text{ Gy/s}$  در دمای محیط با دُزهای ۰ kGy (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ پرتودهی شدند. آزمایش‌ها روی نمونه‌های تره تازه شاهد و پرتودیده نگهداری شده در دو دمای  $4^\circ\text{C}$  و  $25^\circ\text{C}$  (در شرایط تاریکی) در روزهای صفر، ۸ و ۱۵ انجام و با مقایسه نتایج، شرایط بهینه برای پرتوآوری و نگهداری تره تازه، تعیین و اثرات فرآوری بر کیفیت رنگ و ویژگی‌های حسی-چشایی، ارزیابی شد. بررسی دستگاهی نمایه‌های رنگ با آزمون هانتربل (شکل ۱) انجام شد. رنگ و ظاهر یک ماده غذایی اولین متغیر در تشخیص کیفیت آن می‌باشد. امروزه از نمایه‌های رنگ  $L^*$  (روشنی رنگ)،  $a^*$  (قرمزی-سبزی)،  $b^*$  (زردی-آبی) جهت تعیین رنگ ماده غذایی و  $\Delta E$  (تغییر رنگ) برای تعیین اثر فرآوری بر رنگ ماده غذایی استفاده می‌شود (معادله ۱) [۱۰]. آزمون‌ها با سه تکرار انجام شد.

(معادله ۱)

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$



شکل ۱. دستگاه هانتربل Colorflex, Virginia, USA

### ۲.۲ آزمون حسی-چشایی

ارزیابی حسی نمونه‌ها توسط ۵ نفر ارزیاب آموزش دیده و با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شد. نمونه‌های پرتودهی شده و شاهد ابتدا با آب شسته شده و پس از خروج آب اضافی در لیوان‌های پلاستیکی کدگذاری شده قرار گرفتند. در هر لیوان ۱۰ گرم از نمونه قرار گرفت. ارزیابی در دمای اتاق و زیر نور فلورسنت انجام شد. به‌منظور افزایش دقت چشایی قبل از شروع ارزیاب‌ها دهان خود را با آب شستند. صفات مورد ارزیابی شامل نرمی، شکل، طعم، عطر و رنگ بود. در این آزمون هر داور برای هر تیمار از ۱ تا ۵ امتیازی را

در نظر گرفته که عدد ۱ بسیار نامطلوب و عدد ۵ بسیار مطلوب بود و داورها تیمارها را بدون دانستن شاهد، طبقه‌بندی کردند [۱۱].

### ۲.۳ تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش ویژگی‌های حسی در قالب طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار بررسی شد. علت استفاده از بلوک، حذف خطای قابل کنترل ناشی از تفاوت بیم افراد ارزیاب از خطای غیرقابل کنترل موجود در طرح است که به‌عنوان خطای آزمایشی شناخته می‌شوند. آزمون نمایه‌های رنگ با آزمون فاکتوریل با دو فاکتور زمان در ۳ سطح (روزهای ۰، ۸ و ۱۵) و دُز پرتودهی در ۵ سطح (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱) و در قالب طرح پایه آزمایشی کاملاً تصادفی بررسی شد. در این طرح از نرم‌افزارهای SPSS 19، SAS و minitab 17 استفاده خواهد شد. مقایسه میانگین توسط آزمون دانکن و در سطح معنی‌داری تیمار مورد نظر بررسی خواهد شد.

### ۳. نتایج و بحث

#### ۳.۱ نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های آزمون نمایه‌های رنگ تره

حداقل بین میانگین دو تیمار از اثرات دُز و زمان و اثر متقابل دُز×زمان اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (جدول ۱). مطابق نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل ۲ با افزایش دُز پرتودهی و با گذشت زمان مقادیر منفی نمایه  $a^*$  تره کاهش داشته که به معنای کاهش سبزی رنگ است. بالاترین مقادیر منفی این نمایه یا به‌عبارتی بیشترین رنگ سبز در دُز ۰/۵ kGy روزهای ۰ (۰/۹۵±۰/۱۲) و ۸ (۰/۷۰±۰/۱۲) انبارش بدون تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده شده است. کمترین مقادیر منفی نمایه  $a^*$  در تیمار شاهد روز ۱۵ انبارش (۰/۲۰±۰/۱۷) گزارش شده است. در نمایه  $b^*$  با افزایش دُز پرتودهی و با گذشت زمان افزایش مشاهده شده که به معنای افزایش زردی رنگ است. کمترین مقادیر این نمایه یا کمترین رنگ زرد در دُز ۰/۵ kGy روزهای ۰ (۰/۶۶±۰/۰۶) و ۸ (۰/۵۱±۰/۱۲) انبارش بدون تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده شده است. بالاترین نمایه  $b^*$  در تیمار شاهد روز ۱۵ انبارش (۰/۱۴±۰/۱۴) گزارش شده است. نمایه روشنایی رنگ  $L^*$  با افزایش دُز پرتودهی و زمان انبارش در تیمارها کاهش داشته که موجب افزایش تیرگی رنگ می‌شود. بیشترین روشنایی رنگ در نمونه شاهد روز ۱۵ (۰/۲۲±۰/۱۱) و کمترین آن در تیمار ۱ kGy روز ۸ (۰/۰۲±۰/۱۰) مشاهده شده است.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس آزمون نمایه‌های رنگ‌سنجی

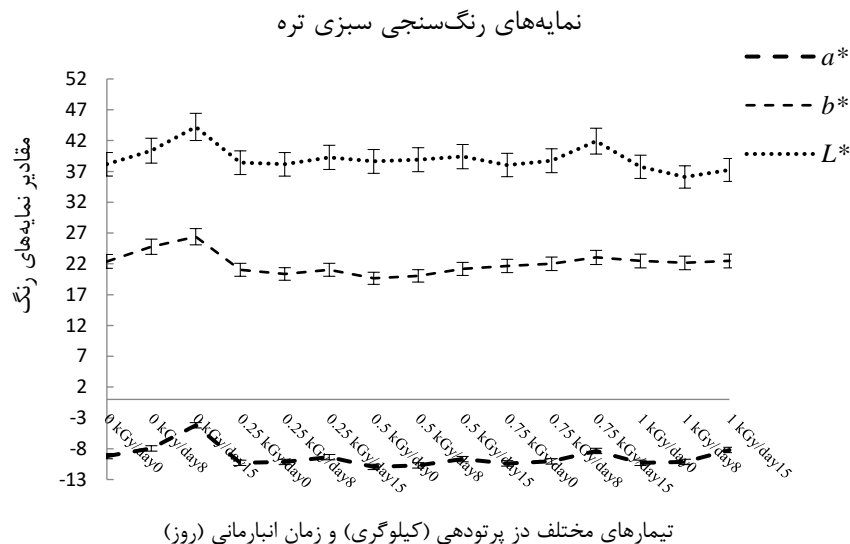
نوع سبزی	منابع تغییرات	درجه آزادی	MS		
			$a^*$	$b^*$	$L^*$
دز پرتودهی (کیلوگری)	۴	۱/۲۳	۴/۱۷**	۵/۲۹**	
زمان (روز)	۲	۱۰/۳۳**	۹/۶۵**	۱۳/۰۵**	
دز×زمان	۸	۱/۰۷**	۳/۱۴**	۲/۴۲**	
خطا	۴۵	۰/۲۰	۰/۸۴	۰/۹۶	
کل	۵۹				
CV%		۵/۰۲	۷/۱۱	۴/۰۴	

\*\* و \*\*\* به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۱ درصد و عدم معنی‌داری است.

مطابق مقایسه میانگین‌های نتایج تغییرات کلی رنگ ( $\Delta E_H$ ) بین نمونه‌های پرتودهی شده با دُزهای مختلف تره تازه روزهای مختلف انبارمانی در شکل ۳ تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده شده است ( $P < 0.05$ ). بیشترین و کمترین  $\Delta E_H$  به ترتیب در نمونه‌های شاهد در روز پانزدهم و تیمار ۰/۷۵ kGy در روز هشتم، مشاهده شده است. به‌طور کلی در اغلب تیمارها با افزایش دُز پرتودهی و زمان انبارش مقادیر  $\Delta E_H$  کاهش داشته و از نمونه‌های شاهد در دوره انبارش کمتر بوده که دلیل آن، مطلوبیت شرایط فراوری و انبارش است. بریدگی زنجیره‌ای و اتصال متقابل تحت شرایط واکنش پرتودهی رخ می‌دهد. اگر چه مکانیزم واکنش به‌طور کامل توسعه نیافته است، واکنش‌های رادیکال آزاد شامل تفکیک کربن-کربن (پیوند دوگانه) و پیوند کربن-هیدروژن در شرایط پرتودهی با انرژی بالا رخ می‌دهد. وقتی که رادیکال‌ها توسط پرتوهای گاما تولید می‌شوند، پلیمری شدن بیشترین احتمال را دارد. این تغییرات بر نمایه‌های رنگی مواد غذایی موثر خواهند بود [۱۲]. تغییرات رنگ بروکلی پرتودهی شده، حداقل بوده و زمان بیشترین اثر معنی‌دار را داشته است. مقدار  $L^*$  به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) برای تمام تیمارها در طول انبارش افزایش یافته (نمونه‌های روشن‌تر)، که با تغییرات بیشتر در پایان انبارش مشخص شده است. در روز اول انبارش، نمونه‌های پرتودهی شده نسبت به شاهد تیره‌تر (مقادیر  $L^*$  کم‌تر) بودند ( $P < 0.05$ ). اثر بر مقادیر نمایه‌های رنگ  $a^*$  و  $b^*$  مشابه بود. تنها نمونه‌هایی که در ۳ kGy تیمار می‌شوند، کاهش اندکی در مقدار سبزی رنگ ( $a^*$ ) در طول انبارش نشان دادند، درحالی‌که مقادیر  $b^*$  در تمام تیمارها در طول انبارش ثابت باقی‌ماند [۱۳]. با دُز پرتودهی ۰/۵، ۱ و ۱/۵ تغییرات رنگ پیازچه، غیرمعنی‌دار یا بسیار جزئی هستند. پرتودهی در تمام دُزها بر نمایه‌های رنگ  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L^*$  تاثیری نداشت. مقادیر نمایه‌های رنگ در روزهای نگهداری ۹ و ۱۲ به‌طور معنی‌داری متفاوت بود، هرچند که افزایش آن کم بود. نتایج نشان داد که بی‌رنگ شدن پیازچه تازه سبب کاهش  $a^*$  و افزایش  $b^*$  گردید [۱۴]. نتایج این پژوهش با نتایج فوق مطابقت دارد.

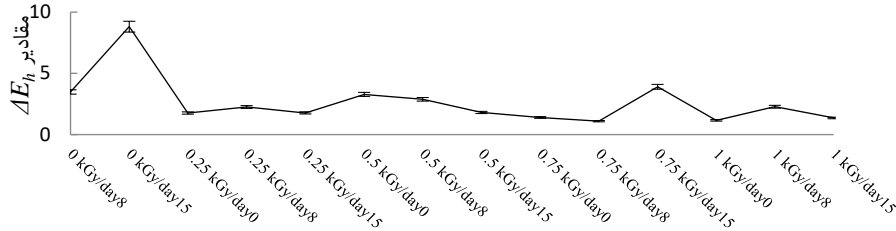
### ۳.۲ تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های آزمون‌های حسی - چشایی

با توجه به کیفیت پایین و عدم امکان ارزیابی حسی-چشایی تره نگهداری شده در دمای محیط این داده‌ها حذف شده و آنالیز با داده‌های  $4^\circ\text{C}$  انجام شده است. نتایج تجزیه واریانس آزمون‌های حسی-چشایی نشان داد که حداقل بین میانگین دو تیمار اثر اصلی زمان انبارمانی (روز) در بررسی پارامترهای نرمی، شکل، طعم، عطر و رنگ اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. اثر اصلی دُز و اثر متقابل



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل دُز پرتودهی در زمان برای نمایه‌های رنگ‌سنجی سبزی تره

### سبزی $\Delta E_h$



تیمارهای مختلف دز پرتودهی (کیلوگری) و زمان انبارمانی (روز)

شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل دز پرتودهی در زمان برای  $\Delta E_h$  سبزی تره

دز×زمان برای پارامترهای حسی-چشایی ارزیابی شده تفاوت معنی‌دار آماری نداشت (جدول ۲). معنی‌داری اثر بلوک نشان دهنده‌ی صحیح بودن نحوه‌ی بلوک‌بندی و وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین ارزیاب‌ها می‌باشد. با وجود معنی‌دار نبودن واریانس اثرات اصلی در بعضی پارامترها، چون از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده می‌کنیم انجام مقایسه میانگین تیمارها مجاز است. ممکن است دلیل معنی‌دار نشدن تجزیه واریانس، قرینه قرار گرفتن تیمارها در اطراف تیمار شاهد باشد. جدول ۳ نشان داد که بیشترین مقادیر پارامترهای نرمی، شکل، طعم و عطر در روزهای انبارمانی ۰ و ۸ بدون تفاوت معنی‌دار آماری ( $p < 0.05$ ) مشاهده شده و کمترین مقدار مربوط به روز انبارمانی ۱۵ می‌باشد. انبارمانی تا هشت روز تاثیری بر این ویژگی‌ها ندارد، اما در مورد پارامتر رنگ سه گروه مجزا مشاهده می‌شود که به ترتیب ارزش این پارامتر از روز صفر انبارمانی تا روز هشتم کاهش یافته است اما در روز هشتم هنوز هم در حد قابل قبول قرار دارد. مطابق نتایج پژوهشی در سال ۲۰۰۵، عمر مفید پیازچه تازه کمتر از ۱۴ روز خواهد بود. تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های پیازچه پرتودهی شده ۰/۵، ۱ و ۱/۵ kGy وجود نداشت. با این حال، رنگ سبز پیازچه در طول ۱۴ روز انبارش به سمت زرد منتقل شده است، که با مشاهدات بصری و نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد و نشان می‌دهد که از بین رفتن پیگمان‌های سبز همراه با غلبه پیگمان‌های زرد، یک روند طبیعی در پیری بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها است و این تغییرات می‌تواند توسط اتیلن تسریع شود. استرس به بافت گیاه باعث افزایش تولید اتیلن و تنفس می‌شود و در نتیجه پیگمان‌های زرد را افزایش می‌دهد. پرتودهی به‌عنوان تنش اضافی به بافت گیاهان باید تغییرات رنگی را در پیاز سبز تازه به سمت زردتر تسریع کند. اگرچه، مقادیر رنگ حاصل در این مطالعه در دزهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشتند. امتیاز سبزیبودن برای تمام نمونه‌ها در طول انبارش کاهش یافت. مشابه روند کاهشی نتایج این مطالعه، کیم و همکاران گزارش کردند، امتیاز عطر در طول زمان انبارش کاهش یافت، که این تفاوت معنی‌داری نبود ( $P > 0.05$ ). نرمی و سفتی با ریخت‌شناسی سلول، تورژر و تورم و ساختار صفحه دیواره میانی سلول مرتبط است. گذشت زمان انبارش و پرتودهی در دزهای به اندازه کافی بالا، باعث تضعیف نرمی بافت گیاهی ناشی از تغییرات مواد پکتیک و همچنین تخریب سلولز می‌شود. پرتو گاما در دز بیش از ۰/۳۴ kGy باعث کاهش قابل توجهی در سفتی برش‌های سیب شده که به دلیل افزایش مقدار پکتین محلول در آب است و به مقدار کل پکتین، مربوط نمی‌شود [۱۴]. تغییرات نتایج ارزیابی در رنگ نشان می‌دهد که کاهو سبزی رنگ را از دست داده و در طول انبارش تیره‌تر می‌شود [۱۵]. نتایج مطالعه حاضر با نتایج پژوهش‌های مشابه مطابقت دارند.



جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس کلی آزمون‌های حسی - چشایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	MS			
		نرمی	شکل	طعم	عطر
دز پرتودهی (کیلوگری)	۴	۰/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۲ <sup>ns</sup>	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۷ <sup>ns</sup>
زمان (روز)	۲	۱۶/۸۴ <sup>**</sup>	۱۹/۳۵ <sup>**</sup>	۱۴/۲۲ <sup>**</sup>	۸/۳۳ <sup>**</sup>
دز*زمان	۸	۰/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۹ <sup>ns</sup>
بلوک	۶	۱/۴۲ <sup>**</sup>	۰/۳۹ <sup>ns</sup>	۱/۹۰ <sup>**</sup>	۱/۲۵ <sup>ns</sup>
خطا	۸۴	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۶۲
کل	۱۰۴				
CV%		۲۴/۸۲	۲۶/۰۵	۲۴/۵۵	۲۷/۷۳

<sup>ns</sup> و <sup>\*\*</sup> بترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۱ درصد و اختلاف غیرمعنی‌دار است.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر زمان انبارمانی (روز) بر پارامترهای نرمی، شکل، طعم، عطر و رنگ سبزی تره به روش دانکن

زمان نگهداری (روز)	نرمی	شکل	طعم	عطر	رنگ
۰	۴/۵۴ ± ۰/۳۸ <sup>a</sup>	۴/۲۸ ± ۰/۲۱ <sup>a</sup>	۴/۱۷ ± ۰/۱۹ <sup>a</sup>	۳/۳۱ ± ۰/۷۸ <sup>a</sup>	۴/۶۸ ± ۰/۲۵ <sup>a</sup>
۸	۳/۳۷ ± ۰/۶۵ <sup>a</sup>	۳/۹۱ ± ۰/۶۳ <sup>a</sup>	۴/۰۸ ± ۰/۵۵ <sup>a</sup>	۳/۷۷ ± ۰/۵۹ <sup>a</sup>	۴/۱۱ ± ۰/۵۰ <sup>b</sup>
۱۵	۲/۷۷ ± ۰/۴۵ <sup>b</sup>	۲/۲۶ ± ۰/۶۰ <sup>b</sup>	۲/۶۶ ± ۰/۴۲ <sup>b</sup>	۲/۴۶ ± ۰/۳۶ <sup>b</sup>	۲/۸۶ ± ۰/۱۳ <sup>c</sup>

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار سطح ۰/۵ است.

#### ۴. نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بررسی دستگاهی رنگ و آزمون‌های حسی-چشایی با استفاده از پرتوفاوری با دز ۰/۵kGy تا ۸ روز می‌توان با حفظ جنبه‌های مختلف کیفی و ایمنی آن برای مصرف کننده تره تازه را در دمای ۴ °C نگهداری کرد.

#### ۵. مراجع

- [1]. M. Bahraini et al. *Microbial load evaluation of fresh-cut vegetables during processing steps in a vegetable processing plant using minimally processing approach*, Iran. Food Sci. Technol. Res. J. **7(3)**, 235 (2011) (**In Persian**).
- [2]. R. Shahnazi, F. Mehrdadfar, and M.A. Ebrahimzadeh, *Impact of Extraction Methods on Total Phenolic and Flavonoid Contents, Antioxidant and Antihypoxic Properties of Allium ampeloprasum in Mice*, J. Mazandaran Univ. Med. Sci. **27(158)**, 27 (2018) (**In Persian**).
- [3]. S. Al Ahl, et al. (2015). *Effects of Zinc and Gamma Radiation on Some Chemical Compositions of Dill Herb*, Int. J. Life Sci. Engineering **1(2)**, 68 (2015).5
- [4]. A. Mukherjee, et al. *Longitudinal microbiological survey of fresh produce grown by farmers in the upper Midves*, J. Food Prot. **69**, 1928 (2006).
- [5]. FDA (Food and Drug Administration, USA), Guidance for industry. Guide to minimize microbial food safety hazards of fresh-cut fruits and vegetables, URL: < http:// www. fda.gov/ food/ guidance compliance regulatory in formation/guidance documents/> (2009).



- [6]. A.K. Kilonzo-Nthenge, *Gamma Irradiation for Fresh Produce*, Gamma Radiation, Prof. FerizAdrovic (Ed.), (ISBN: 978-953-51-0316-5, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/gamma-radiation/gamma-irradiation-for-fresh-produc>. Gamma Radiation, intechopen.com.2012), pp. 251-262 (2012).
- [7]. <https://uwfood-irradiation.engr.wisc.edu/Facts.html>, (2016)
- [8]. A. Almasi, *The need to review the hygienic guidelines for disinfecting fruits and vegetables using chlorine*, J. of Kermanshah University of Medical Sciences scientific research **3**, 231. (2011) **(In Persian)**.
- [9]. J.F. Diehl, *Food irradiation—past, present and future*, Radiat. Phys. Chem. **63**, (3-6), 211 (2002).
- [10]. W.Y. Hsu et al. *Low-Dose Irradiation Improves Microbial Quality and Shelf Life of Fresh Mint (*Mentha piperita L.*) without Compromising Visual Quality*, J. Food Sci. **75**(4), M222 (2010).
- [11] Serdaroglu, M., & Ozsumer, M. S. (2003). Effects of Soy protein, Why Powder and Wheat Gluten on Quality Characteristics of Cooked Beef Sausages Formulated with 5, 10 and 20% Fat. Electronic J. of Polish Agricultural Universities (EJPAU). *Food Sci. Technol.*, 6(2), 1-9.
- [12]. J. Ramiáñez-nino, D. Mendoza, and V.M. Castano, (1998). *A comparative study on the effect of gamma and uv irradiation on the optical properties of chlorophyll and carotene*, Radiation Measurements, **29**(2), 195 (1998).
- [13]. C. Gomes, et al. *Electron-beam irradiation of fresh broccoli heads (*Brassica oleracea L. italica*)*, LWT - Food Sci. Technol. **41**, 1828 (2008).
- [14] H.J. Kim et al. *Effect of Sequential Treatment of Warm Water Dip and Low-dose Gamma Irradiation on the Quality of Fresh-cut Green Onions*, J. Food Sci., **70**(3), M179 (2005).
- [15]. X. Fan, et al. *Warm Water Treatment in Combination with Modified Atmosphere Packaging Reduces Undesirable Effects of Irradiation on the Quality of Fresh-Cut Iceberg Lettuce*, J. Agr. Food Chem. **51**, 1231 (2003).