

## تأثیر پرتودهی اشعه گاما بر صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی *Thymus vulgaris* L.

فهیمة صالحی<sup>۱</sup>، عزیزاله خیری<sup>۲\*</sup>، علی اسکندری<sup>۳</sup>، محمدباقر رضایی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گیاهان دارویی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

<sup>۳</sup> استادیار، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای کرج، البرز، ایران

<sup>۴</sup> استاد، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۲۳

### چکیده

آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) متعلق به تیره نعناعیان، دارای سابقه دیرینه به‌عنوان مقوی، ضد نفخ، ضد اسپاسم، ضدالتهاب، ضد سرفه و خلط‌آور در درمان سرماخوردگی و سایر عفونت‌ها می‌باشد از آنجایی که استفاده از فناوری هسته‌ای، جهت افزایش کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان، از روش‌های علمی نوین می‌باشد، این تحقیق برای بررسی اثر اشعه گاما بر صفات مورفولوژی و فیتوشیمیایی گیاه آویشن باغی به‌صورت آزمایشی و در قالب طرح کاملاً تصادفی چند مشاهده‌ای اجرا گردید. تیمارهای به کار برده شامل: پرتوهای صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ گری در نظر گرفته شد اسانس‌گیری نمونه با استفاده از دستگاه تقطیر با آب (طرح کلونجر) و آنالیز مواد موثره اسانس با استفاده از دستگاه GC/MS آنالیز گردید. نتایج نشان داد که کاربرد اشعه گاما تأثیر معنی‌داری بر روی صفات گیاه داشت. درصد اسانس پیکره رویشی آویشن باغی طی پرتودهی در شدت ۱۰۰ گری اشعه گاما افزایش یافته است. بنابراین بیش‌ترین میانگین اسانس با ۲/۸۱ درصد در تیمار ۱۰۰ گری و کم‌ترین میزان آن با ۱/۵۲ درصد در تیمار ۳۰۰ گری و اینکه در تیمار ۲۰۰ و ۳۰۰ گری اشعه گاما تأثیر بهتری در میزان عملکرد نیز نشان داد. در حالی که طی تجزیه اسانس با دستگاه کروماتوگرافی گازی بیشترین میزان تیمول و کارواکرول در شدت ۳۰۰ گری مشاهده شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد استفاده از پرتو گاما می‌تواند در زمینه دستیابی به شاخص‌های رشدی و ارتقای کیفی و کمی مواد موثره گیاه موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: آویشن باغی، اسانس، اشعه گاما، صفات مورفولوژی و فیتوشیمیایی.

## مقدمه

یکی از موثرترین روش‌های افزایش عملکرد، اجزای اسانس و ترکیبات شیمیایی با بونه آلمانی گزارش شده است (Pirzad et al., 2013). در نتیجه با به کار بردن روش‌های علمی نوین مانند فناوری هسته‌ای می‌توان عملکرد گیاه را در واحد سطح افزایش داد. استفاده از اشعه گاما در موارد متعددی با اعمال تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله تغییر در قدرت جوانه‌زنی بذور، میزان اسانس، اثر بر افزایش عملکرد گیاهان راه حلی نوین به نظر می‌رسد که البته بسته به محصول و کاربرد آن، نتایج متفاوت خواهد بود. از این رو در این آزمایش تاثیر تیمار پرتو دهی گاما بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه آویشن باغی مورد مطالعه قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

برای اجرای این پژوهش ۲۰ گرم بذر آویشن باغی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید و در پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای کرج با شدت‌ها صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گری با سرعت پرتوتابی ۰/۱۶ گری بر ثانیه با کبالت ۶۰ تحت تأثیر پرتو گاما قرار گرفتند. بعد از تعیین درصد جوانه‌زنی و اطمینان از دز مناسب، بذور را در سال زراعی ۱۳۹۳ (مهر تا فروردین ماه) در گلخانه دانشگاه زنجان به منظور بررسی اثر پرتوگاما روی برخی صفات مورفولوژی و فیتوشیمیایی آویشن باغی در قالب طرح کاملاً تصادفی چند مشاهده‌ای با ۴ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار با ۴ واحد آزمایشی کشت شد. به منظور بررسی صفات در دو مرحله، دو هفته قبل از گلدهی و مرحله گلدهی کامل از هر گلدان ۳ نمونه گیاهی انتخاب شد و صفات رویشی، زایشی و فیتوشیمیایی (نظیر میزان اسانس، اجزای اسانس، میزان آنتوسیانین و میزان کلروفیل) بررسی شد. صفات مربوط به ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ، طول میانگره و طول گل‌آذین

گیاهان دارویی، یکی از منابع مهم تولید دارو هستند که ارزش اقتصادی و درمانی آنها را در مدیریت توسعه گیاه درمانی، بیش از پیش نمایان می‌کند (Bozorgmehr et al., 2013). آویشن باغی (*Thymus vulgaris L.*) دارویی و ادویه‌ای است (Senator, 1996; Simon et al., 1999). دارای ساقه راست و چهار گوش با برگ‌هایی به طول ۱۲-۴ و عرض بیش از ۳ میلی‌متر می‌باشد (WHO, 1999). گل‌ها کوچک، نر ماده و به رنگ سفید، صورتی یا ارغوانی مشاهده می‌شوند. میوه فندقه (چهار بذر) درون آن‌ها که به رنگ قهوه‌ای تیره است (Omid baigi, 2010). اسانس سرشاخه‌های گلدار آن به عنوان مواد افزودنی معطر استفاده می‌شود (Simon et al., 1999) به عنوان مقوی، ضد نفخ، ضد اسپاسم، ضد التهاب، ضد سرفه و خلط‌آور در درمان سرماخوردگی و عفونت‌های دیگر در طب سنتی ایران استفاده می‌شود (Zargari, 1990). در گذشته گیاهان دارویی جمع‌آوری شده از طبیعت برای رفع نیازهای بازار کافی بود. طی سالیان گذشته تعدادی از گونه‌های پرمصرف در خطر انقراض قرار گرفته‌اند (Tomas, 2000). در واقع افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به غذا، آب و حتی صادرات محصولات غذایی، نیاز به کشاورزی مدرن را بیش از پیش مشخص می‌کند (Fazeli and shahriyari, 2008). بدین منظور طبق پیمانی که بین سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در سال ۱۹۶۹ در زمینه استفاده از این فناوری در عرصه کشاورزی منعقد شده است، نقطه عطفی برای پیشرفت کشاورزی از طریق فناوری هسته‌ای می‌باشد (Pjohesh, 2007). یکی از روش‌هایی که با صرف انرژی کم می‌توان باعث افزایش میزان محصول شد استفاده از روش پرتو دهی می‌باشد، که پیش از کاشت

سرعت ۳۲ سانتی متر بر ثانیه (۰/۵ ml/min) در طول ستون حرکت می‌کرد، تجزیه و شناسایی اسانس صورت گرفت. نتایج داده‌ها به منظور تجزیه تحلیل توسط نرم‌افزار SAS و Excel آنالیز شد.

### نتایج

**ارتفاع گیاه، طول میانگره و تعداد گره:** نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که ارتفاع گیاه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بود. به عبارتی بین افزایش شدن پرتو گاما و افزایش ارتفاع در بین تیمارها در مرحله گلدهی کامل رابطه مستقیمی وجود داشت و با افزایش شدت، ارتفاع افزایش یافت. حال آن‌که در بین نمونه‌هایی که به‌طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد، اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۱). بیش‌ترین ارتفاع در تیمار ۳۰۰ گری (با میانگین ۲۸۲/۰۸ میلی‌متر) و کمترین ارتفاع در تیمار شاهد (با میانگین ۲۳۲/۳۶ میلی‌متر) بود (جدول ۳). در صفت طول میانگره تجزیه داده‌های حاصل تا دو هفته قبل از گلدهی اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد ولی در مرحله گلدهی کامل در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری در بین آن‌ها مشاهده شد (جدول ۱). در نمونه‌گیری، بین نمونه‌های گرفته شده در مرحله دو هفته قبل از گلدهی و مرحله گلدهی کامل گلدهی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس در تعداد گره نیز معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) بود (جدول ۱). به عبارتی طی افزایش پرتودهی، تعداد گره در بوته اصلی افزایش یافته و بیشترین تعداد در دز ۳۰۰ گری مشاهده شد (جدول ۳).

اندازه‌گیری و تعداد گره، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد گل‌آذین و تعداد گل در گل‌آذین شمارش شد. برای اندازه‌گیری قطر ساقه از کولیس استفاده گردید. اندازه‌گیری آنتوسیانین طبق روش متانول اسیدی روش معرفی شده توسط ربیعی و جوزقاسمی (Rabiei and Joz ghasemi, 2013) انجام شد. در این روش به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۵۰ نانومتر داده‌هایی قرائت و در فرمول زیر جایگزین شد و بدین صورت میزان آنتوسیانین مشخص گردید.

$$A = \varepsilon bc$$

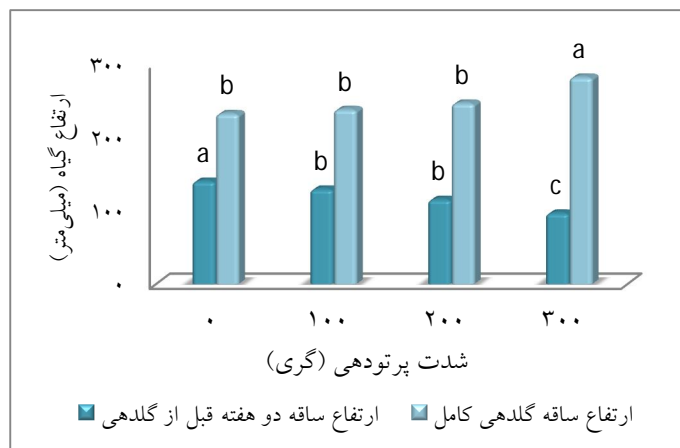
**ε:** ضریب خاموشی معادل ۳۳۰۰۰ مول بر سانتی‌متر

**b:** عرض کوط برابر یک سانتی‌متر

**C:** مقدار آنتوسیانین بر حسب مول بر گرم

**A:** مقدار جذب

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل نیز از روش آرنون (Arnon, 1967) استفاده گردید. به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک و تر بوته نیز ابتدا بوته‌های انتخابی را از ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک جدا نموده و سپس قبل و بعد از قرار دادن در آون (دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) با ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. سپس پیکره گیاهی خشک شده را پس از پودر کردن درون دستگاه کلونجر ریخته و به شیوه تقطیر با آب، به مدت سه ساعت اسانس آن استخراج و درصد اسانس محاسبه شد و برای شناسایی ترکیب‌های اسانس، به موسسه جنگلداری و مراتع منتقل شد و سپس توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی فوق سریع مدل Thermo-UFM به ستون ph-5 و با دمای اولیه ۶۰ درجه سانتی‌گراد و دمای نهایی ۲۸۰ سانتی‌گراد با گاز حامل هلیوم که با



شکل ۱: تأثیر شدت‌های مختلف اشعه گاما روی ارتفاع گیاه آویشن باغی (میانگین‌ها با حروف غیرمشابه اختلاف معنی دار (در سطح یک درصد) با یکدیگر دارند)

اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی مرحله گلدهی کامل در بین نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۱).

**تعداد گل آذین، تعداد گل در گل آذین و طول گل آذین:** در تعداد گل آذین و تعداد گل در گل آذین همه تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد ( $P \leq 0/05$ ) داشتند (جدول ۱). طی پرتوتابی با اشعه گاما تعداد گل آذین و تعداد گل در گل آذین افزایش یافت. در بین نمونه‌هایی که به‌طور تصادفی انتخاب شد، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین تعداد گل آذین و گل در گل آذین در دز ۲۰۰ گری (به ترتیب با میانگین‌های ۲۹/۵۶ و ۵/۳۶) مشاهده شد. طبق مقایسه میانگین تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد ( $P \leq 0/01$ ) داشتند. براساس اندازه‌گیری‌های صورت گرفته با افزایش دز پرتودهی طول گل آذین کاهش یافت ولی نسبت به شاهد طول بیشتر بود. بین نمونه‌ها نیز اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۳).

**طول و عرض برگ:** طول و عرض برگ‌ها به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/01$ ) تحت تأثیر پرتودهی قرار گرفت (جدول ۱). طی پرتودهی افزایش طول و عرض برگ در بوته‌ها مشاهده شد. به‌طوری‌که بیش‌ترین طول و عرض برگ در شدت ۳۰۰ گری (با میانگین‌های ۱۲/۱۳ و ۶/۶۵ میلی‌متر) و کمترین آن در شاهد (با میانگین‌های ۸/۲۷ و ۵/۱۱ میلی‌متر) مشاهده شد (جدول ۳). ولی در بین نمونه‌های انتخابی به‌طور تصادفی در هر دو صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).

**تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه:** افزایش شدت پرتوی گاما باعث افزایش معنی‌دار در تعداد شاخه‌های فرعی هر بوته شد (جدول ۱) بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در ۳۰۰ گری (با میانگین ۲۱/۷۸) و کمترین در شاهد (با میانگین ۱۲/۸۱) مشاهده شد (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان شدت بر قطر ساقه تأثیر معنی‌داری داشته است. طی نمونه‌گیری صورت گرفته دو هفته قبل از گلدهی

جدول ۱: تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیکی آویشن باغی دو هفته قبل از گلدهی و گلدهی کامل تحت تاثیر پرتودهی گاما

منابع تغییر	اشعه گاما	خطای آزمایشی	خطای نمونه برداری	ضریب تغییرات	
درجه آزادی	۳	۸	۱۳۲	-	
ارتفاع گیاه دو هفته ق.گ	۱۲۴۰/۱۳۶ <sup>**</sup>	۳۶۲/۳۵ <sup>NS</sup>	۹۱۵/۰۸	۲۴/۶	
ارتفاع گیاه گلدهی کامل	۱۷۹۲۸/۹۴ <sup>**</sup>	۲۶۲۰/۱۴ <sup>NS</sup>	۱۶۳۱/۴۱	۱۶/۱۷	
طول میانگرمه دو هفته ق.گ	۳/۶۱ <sup>NS</sup>	۱۲۲/۱۶ <sup>*</sup>	۲۰/۶۳	۲۳/۳۲	
طول میانگرمه گلدهی کامل	۱۰۱۲/۸۳ <sup>**</sup>	۱۳۳/۴۰ <sup>*</sup>	۳۰/۶۶	۲۲/۴۲	
طول برگ دو هفته ق.گ	۴۰/۶۹ <sup>**</sup>	۲/۲۷ <sup>NS</sup>	۲/۲۴	۱۶/۳۲	
طول برگ گلدهی کامل	۱۰۹/۴۶ <sup>**</sup>	۳/۴۴ <sup>NS</sup>	۱/۹۹	۱۴/۰۱	
عرض برگ دو هفته ق.گ	۱۵/۶۵ <sup>**</sup>	۱/۸۱ <sup>NS</sup>	۰/۷۴	۱۵/۸۲	
عرض برگ گلدهی کامل	۱۶۷ <sup>**</sup>	۱/۳۵ <sup>NS</sup>	۱/۲۷	۱۸/۹۸	
تعداد شاخه جانبی دو هفته ق.گ	۵۶۳۰ <sup>**</sup>	۲۳/۳۷ <sup>NS</sup>	۶/۸۷	۲۴/۴۳	تعداد شاخه جانبی گلدهی کامل
تعداد شاخه جانبی گلدهی کامل	۵۶۵/۳۶ <sup>**</sup>	۱۸۰/۲ <sup>NS</sup>	۱۴/۰۶	۲۱/۲۳	
قطر ساقه از ارتفاع ۵ سانتی متری دو هفته ق.گ	۱/۵ <sup>**</sup>	۰/۱۱ <sup>NS</sup>	۰/۱۴	۲۴/۵۵	
قطر ساقه از ارتفاع ۵ سانتی متری گلدهی کامل	۱۷/۹۹ <sup>**</sup>	۰/۶ <sup>*</sup>	۰/۱۳	۱۶/۶۷	
تعداد گره دو هفته ق.گ	۱۳/۶۱ <sup>**</sup>	۲/۸۴ <sup>NS</sup>	۱/۸۸	۱۴/۹۸	
تعداد گره گلدهی کامل	۷۶/۴۷ <sup>**</sup>	۲۰/۲۹ <sup>*</sup>	۴/۰۶	۱۳/۱۸	
تعداد گل آذین	۲۷۳/۹ <sup>*</sup>	۶۰/۷۴ <sup>NS</sup>	۳۹/۹۳	۲۴/۵	
تعداد گل در گل آذین	۳/۱۵ <sup>*</sup>	۱/۲۶ <sup>NS</sup>	۰/۷۶	۱۷/۲۲	
طول گل آذین	۰/۲ <sup>**</sup>	۰/۰۷ <sup>**</sup>	۰/۰۱	۱۸/۷۱	
وزن تر بوته	۷۸/۲۸ <sup>**</sup>	۴۶/۶۱ <sup>**</sup>	۷/۳۳	۲۶/۳۲	
وزن خشک بوته	۳/۶۹ <sup>*</sup>	۳۱/۳۵ <sup>*</sup>	۰/۷۵	۲۴/۴۲	

\*\*\* و \*\* و NS به ترتیب معنی داری در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی داری را نشان می دهد.

جدول ۲: مقایسه میانگین برخی صفات مورفولوژی آویشن باغی دو هفته قبل از گلدهی تحت تاثیر پرتودهی گاما

تیمارها	ارتفاع گیاه	طول میانگرمه	طول برگ	عرض برگ	تعداد شاخه جانبی	قطر ساقه از ارتفاع ۵ سانتی متر	تعداد گره
شاهد	۱۴۰/۲۸ <sup>a</sup>	۱۹/۱۱ <sup>a</sup>	۷/۸۷ <sup>c</sup>	۴/۹۱ <sup>b</sup>	۹/۲۸ <sup>b</sup>	۱/۲۸ <sup>c</sup>	۹/۵۸ <sup>a</sup>
۱۰۰ گری	۱۲۹/۵ <sup>b</sup>	۱۹/۸۴ <sup>a</sup>	۱۰/۴۷ <sup>a</sup>	۶/۴۱ <sup>a</sup>	۱۰/۱۷ <sup>b</sup>	۱/۷۳ <sup>a</sup>	۹/۷۵ <sup>a</sup>
۲۰۰ گری	۱۲۵/۵۶ <sup>b</sup>	۱۹/۵۸ <sup>a</sup>	۹/۲۲ <sup>b</sup>	۵/۲۴ <sup>b</sup>	۱۱/۳۹ <sup>a</sup>	۱/۶۸ <sup>ab</sup>	۸/۶۷ <sup>b</sup>
۳۰۰ گری	۹۶/۸۱ <sup>c</sup>	۱۹/۳۳ <sup>a</sup>	۹/۱۴ <sup>b</sup>	۵/۲۳ <sup>b</sup>	۱۲/۰۸ <sup>a</sup>	۱/۵۱ <sup>b</sup>	۸/۵۶ <sup>b</sup>

میانگین هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی دار نبودند.

جدول ۳: مقایسه میانگین برخی صفات مورفولوژیکی آویشن باغی در مرحله گلدهی کامل تحت تاثیر پرتودهی گاما

وزن خشک بوته	وزن تر بوته	طول گل آذین	تعداد گل در گل آذین	تعداد گل آذین	تعداد گره	قطر ساقه از ۵ ارتفاع	تعداد شاخه	تعداد برگ	طول برگ	عرض برگ	طول میانگین برگ	ارتفاع گیاه	تیمار
۳/۵۹ <sup>ab</sup>	۱۰/۶۶ <sup>b</sup>	۰/۴۶ <sup>c</sup>	۴/۷۵ <sup>c</sup>	۲۳/۵۳ <sup>b</sup>	۱۳/۹۷ <sup>c</sup>	۱/۲۷ <sup>c</sup>	۱۲/۸۱ <sup>d</sup>	۵/۱۱ <sup>c</sup>	۸/۲۷ <sup>d</sup>	۲۰/۶۱ <sup>c</sup>	۲۳۲/۳۳ <sup>b</sup>	شاهد	
۳/۹۵ <sup>a</sup>	۱۱/۹۵ <sup>a</sup>	۰/۵۷ <sup>b</sup>	۵/۲۵ <sup>ab</sup>	۲۶/۱۴ <sup>b</sup>	۱۴/۱۷ <sup>c</sup>	۱/۹۶ <sup>b</sup>	۱۶/۲۵ <sup>c</sup>	۵/۶۸ <sup>b</sup>	۹/۰۷ <sup>c</sup>	۲۰/۶۳ <sup>c</sup>	۲۳۸/۰۶ <sup>b</sup>	۱۰۰ گری	
۳/۴۹ <sup>b</sup>	۱۰/۳۵ <sup>b</sup>	۰/۶۳ <sup>a</sup>	۵/۳۶ <sup>a</sup>	۲۹/۵۶ <sup>a</sup>	۱۶/۰۳ <sup>b</sup>	۲/۷۲ <sup>a</sup>	۱۹/۸۱ <sup>b</sup>	۶/۳۱ <sup>a</sup>	۱۰/۸۸ <sup>b</sup>	۲۷/۱۱ <sup>b</sup>	۲۴۶/۶۷ <sup>b</sup>	۲۰۰ گری	
۳/۱۷ <sup>b</sup>	۸/۱۹ <sup>c</sup>	۰/۵۷ <sup>b</sup>	۴/۸۶ <sup>bc</sup>	۲۳/۹۴ <sup>b</sup>	۱۶/۹۷ <sup>a</sup>	۲/۷۶ <sup>a</sup>	۲۱/۷۸ <sup>a</sup>	۶/۶۵ <sup>a</sup>	۱۲/۱۳ <sup>a</sup>	۳۱/۰۳ <sup>a</sup>	۲۸۲/۰۸ <sup>a</sup>	۳۰۰ گری	

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نبودند.

نداشت (جدول ۴). بیشترین میزان کلروفیل در ۳۰۰ گری (با میانگین ۷/۴۵) و بیشترین میزان آنتوسیانین در تیمار شاهد (با میانگین ۰/۱۴) مشاهده شد (جدول ۵).  
**عملکرد کلی و درصد اسانس:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها در صفت عملکرد کلی و درصد اسانس ( $P \leq 0/01$ ) نشان داد (جدول ۴). بیشترین عملکرد و درصد اسانس در تیمار ۱۰۰ گری (به ترتیب با میانگین‌های ۸۱/۴۶ گرم و ۲/۸۱ درصد) و کمترین آن در تیمار ۳۰۰ گری (به ترتیب با میانگین‌های ۴۹/۲۷ گرم و ۱/۱۹ درصد) مشاهده شد (جدول ۵).

**وزن تر و وزن خشک:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار شدن وزن تر ( $P \leq 0/01$ ) و وزن خشک بوته ( $P \leq 0/05$ ) بود و در بین نمونه‌های گرفته شده نیز تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد در وزن تر و سطح ۵ درصد در وزن خشک مشاهده شد (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین وزن تر و خشک به ترتیب (با میانگین ۱۱/۹۵ و ۳/۹۵ گرم) در تیمار ۱۰۰ گری بدست آمد (جدول ۳).  
**میزان کلروفیل و آنتوسیانین:** در اندازه‌گیری کلروفیل و آنتوسیانین نتایج اختلاف معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) را بین تیمارها نشان داد. ولی بین نمونه‌هایی که به‌طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد اختلافی وجود

جدول ۴: تجزیه واریانس برخی صفات فیتوشیمیایی آویشن باغی تحت تاثیر پرتودهی گاما

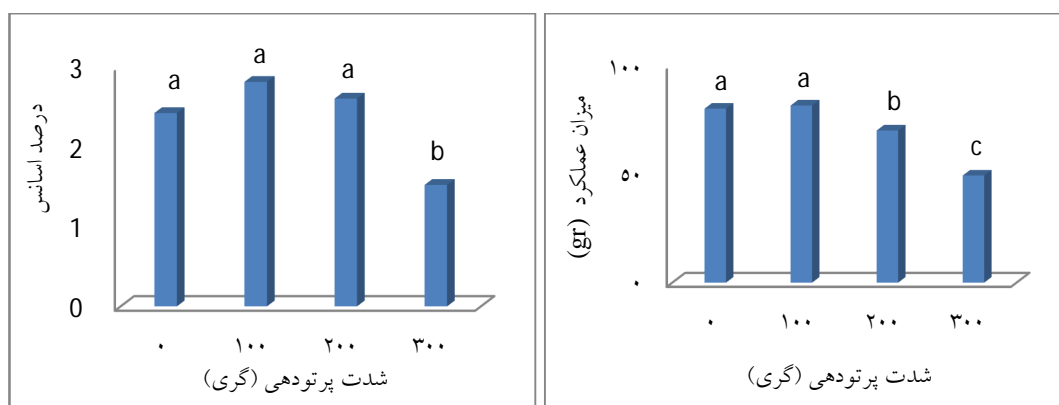
میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد کلی	درصد اسانس	میزان آنتوسیانین	میزان کلروفیل		
۶۶۱/۸۱ <sup>**</sup>	۱/۶۱ <sup>**</sup>	۰/۰۰۶۸ <sup>**</sup>	۱۸/۳ <sup>**</sup>	۳	اشعه گاما
۵۷/۰۵	۱/۲۷	۰/۰۰۰۲۱	۶/۴۴ <sup>ns</sup>	۸	خطای آزمایش
-	-	-	۲/۴	۱۳۲	خطای نمونه‌برداری
۱۰/۷۶	۱۷/۵۷	۱۹/۳۳	۲۲/۹	-	ضرب تغییرات

\*\* و ns به ترتیب معنی‌داری و عدم معنی‌داری را در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۵: مقایسه میانگین برخی صفات فیتوشیمیایی آویشن باغی تحت تاثیر پرتو دهی گاما

تیمارها	میزان کلروفیل	میزان آنتوسیانین	درصد اسانس	عملکرد کلی
شاهد	۵/۸۷ <sup>c</sup>	۰/۱۴ <sup>a</sup>	۲/۴۹ <sup>a</sup>	۸۰/۰۳ <sup>a</sup>
۱۰۰ گری	۶/۵ <sup>bc</sup>	۰/۰۶۴ <sup>b</sup>	۲/۸۱ <sup>a</sup>	۸۱/۴۶ <sup>a</sup>
۲۰۰ گری	۷/۲۱ <sup>ab</sup>	۰/۰۵۶ <sup>bc</sup>	۲/۶ <sup>a</sup>	۶۹/۹۷ <sup>b</sup>
۳۰۰ گری	۷/۴۵ <sup>a</sup>	۰/۰۳۵ <sup>c</sup>	۱/۱۹ <sup>b</sup>	۴۹/۲۷ <sup>c</sup>

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نبودند.



شکل ۲: الف) تأثیر شدت‌های مختلف اشعه گاما روی میزان عملکرد آویشن باغی،

ب) تأثیر شدت‌های مختلف اشعه گاما روی درصد اسانس آویشن باغی



شکل ۳: تفاوت ظاهری میزان آنتوسیانین موجود در پشت برگ‌های آویشن باغی در دزهای مختلف

پرتو دهی با اشعه گاما (الف- شاهد، ب- ۱۰۰ گری، ج- ۲۰۰ گری، د- ۳۰۰ گری).

است. به‌طور میانگین حدود ۹۸ درصد از ترکیبات موجود در اسانس‌ها شناسایی شد که بیش‌ترین درصد این ترکیبات مربوط به تیمول (۵۸/۱۵ درصد)، کارواکرول (۲/۶۹ درصد)، لینالول (۲/۶۴ درصد) و

تجزیه اسانس: در این پژوهش طبق نتایج حاصله از شناسایی و تجزیه اسانس توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) تعداد ۲۲ عدد ترکیب مختلف در تیمارها شناسایی شد که در جدول ۶ آمده

ای- کاربوفیلین (۲/۲۹ درصد) در تیمار ۳۰۰ گری بود. کمترین میزان تیمول و کارواکرول نیز در دز ۱۰۰ گری به ترتیب با مقدار ۴۹/۱۰ و ۲/۲۳ مشاهده شد. از طرفی بیشترین میزان پی- سیمن (۱۴/۴۸ درصد) و گاما- تربینن (۱۵/۴۹ درصد) در تیمار ۱۰۰ گری مشاهده شد. در تیمار ۳۰۰ گری متیل تیمول با میزان ۰/۱۵ درصد و منتول با میزان ۰/۱۸ درصد نیز شناسایی گردید (جدول ۶).

جدول ۶: نتایج تجزیه و آنالیز اسانس آویشن باغی تحت تاثیر پرتو دهی گاما

شماره	نام ترکیب	شاخص بازداری	شاهد	۱۰۰ گری	۲۰۰ گری	۳۰۰ گری
۱	$\alpha$ -pinene	۹۳۴	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴
۲	camphene	۹۴۶	۰/۹	۱/۱	۰/۹	۰/۸
۳	1, 3 and 5- try methyl benzene	۹۶۴	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۶
۴	sabinene	۹۷۱	۰/۸	۰/۷	۰/۸	۰/۷
۵	myrcene	۹۷۶	۱/۴	۱/۶	۱/۴	۱/۳
۶	$\alpha$ -phellandrene	۱۰۰۷	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
۷	limonene	۱۰۳۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲
۸	$\alpha$ -terpinene	۱۰۴۱	۲/۱	۲/۳	۲/۱	۱/۹
۹	<b>p-cymene</b>	۱۰۵۳	۱۳/۱	۱۴/۵	۱۳/۱	۱۰/۶
۱۰	$\gamma$ -terpinene cis- sabinene	۱۰۵۵	۰/۳	۰/۴	۰/۲	۰/۳
۱۱	hydrate	۱۰۶۳	۰/۲	۰/۶	۰/۲	۰/۲
۱۲	<b><math>\gamma</math>-terpinene</b>	۱۰۸۱	۱۳/۴	۱۵/۵	۱۳/۴	۱۱/۳
۱۳	linalool	۱۱۱۱	۲/۱	۲/۵	۲/۱	۲/۷
۱۴	menthol	۱۱۷۹	-	۰/۳	-	۰/۲
۱۵	borneol	۱۲۱۹	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۲/۱
۱۶	methyl thymol	۱۲۳۳	-	-	-	۰/۲
۱۷	carvacrol methyl ether	۱۲۵۲	۰/۴	۰/۳	۰/۴	۰/۲
۱۸	<b>thymol</b>	۱۳۲۲	۵۴/۲	۴۹/۱	۵۴/۲	۵۸/۲
۱۹	eugenol	۱۳۲۵	۰/۱	-	۰/۲	۰/۲
۲۰	carvacrol	۱۳۳۰	۲/۴	۲/۲	۲/۴	۲/۷
۲۱	e-caryophyllene	۱۴۷۶	۱/۹	۲/۲	۱/۹	۲/۳
۲۲	e- $\gamma$ -bisabolene cis- sesquisabinene	۱۵۳۱	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۵
مجموع درصد ترکیبات شناسایی شده			۹۸	۹۸/۴	۹۸	۹۸/۹

فیتوشیمیایی تأثیر بسزایی دارد. در این راستا به منظور موفقیت در یک برنامه اصلاحی به کمک موتاسیون باید دز مناسب مشخص شود. افزایش ارتفاع کنجد تحت تأثیر پرتو دهی نیز قبلاً گزارش شده است (Alizade et

## بحث

با توجه به نتایج حاصله استفاده علمی از روش‌های هسته‌ای جهت افزایش تولیدات کشاورزی و بهبود کیفیت آن‌ها در زمینه‌های مورفولوژی و



Gustafsson et al., ) همکاران و همکاران ( 1966) نشان داده است پرتو سبب کاهش تعداد گره‌ها در پایه و افزایش آن در رأس بوته و در نتیجه افزایش کلی تعداد گره‌ها در طول ساقه می‌گردد. افزایش تعداد سنبله طی پرتوتابی با اشعه گاما در گندم گزارش شد (Naserian Khiabani et al., 2015) که این افزایش در دزهای پایین‌تر به واسطه تغییر در سلول‌های گیاهی و افزایش هورمون رشدی کیتینین (نوعی سایتوکینین) شد (Kim et al., 2004). در نتیجه افزایش نسبت سیتوکینین به اکسین سبب پیدایش جوانه گل و افزایش تشکیل گل‌آذین شد (Moussa, 2006). ولی در شدت‌های بالا آسیب‌های بیولوژیکی رخ داده و میزان جهش را افزایش می‌دهد. وی و همکاران (Wi et al., 2005) که این نتایج در بادمجان (*Solanum pseudocapsicum*) (Abdel Maksoud, 1992) و نخود کابلی (*Kabuli chickpea*) (Tokar and Cagirgan, 2004) نیز مشاهده شد. طبق گزارش عبدول و همکاران، ورش و همکاران (Abdul et al., 2010; Veeresh et al., 1995) اشعه گاما باعث افزایش وزن تر و خشک در شدت‌های پایین و سپس کاهش آن در شدت‌های بالا می‌گردد. علت کاهش وزن تر می‌تواند به دلیل کاهش رطوبت محتویات ساقه طی استرس ناشی از تابش پرتو و وزن خشک نیز در اثر تغییر در سیستم متابولیسمی گیاه و افزایش نسبی سنتز پروتئین‌ها بر غشاء تفسیر شود، طی تحقیقات افزایش سطح کلروفیل موجود در برگ گیاه پالونیا (Abu et al., 2005)، داودی (Armugam et al., 1977) و در شدت‌های پایین‌تر در گندم (Borzouei et al., 2010) گزارش شده است. براساس مطالعات، این احتمال وجود دارد که اشعه گاما باعث اختلال در تعادل هورمونی، مقدار گاز، مقدار آب و فعالیت آنزیم برگ گردد (Kiong et al., 2008). در نتیجه این اثرات سبب تغییرات در ساختار سلولی

(al., 2012). همچنین پژوهشی توسط صالح‌آبادی و همکاران (Saleh abadi et al., 2012) انجام شد، که ارتفاع گیاه کرچک در مرحله رویشی معنی‌دار نبود ولی در بقیه مراحل رشد اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان داد که با نتایج آزمایش ما منطبق بود. طبق بررسی‌های صورت گرفته توسط گاستافسون و همکاران (Gustafsson et al., 1966) افزایش طول میانگره طی پرتو دهی و یا برهم خوردن تعادل هورمونی درون سلولی افزایش ارتفاع گیاهان را در پی داشت (Wi et al., 2007). مطالعات دیگر نیز افزایش طول میانگره را در گیاه منداب تحت تابش گاما گزارش نمودند که افزایش هورمون رشدی جیبرلین را علت افزایش طول میانگره نسبت دادند (Moussa, 2006). کاربرد اشعه گاما در جو باعث افزایش معنی‌داری در طول و عرض برگ‌ها می‌شود که با نتایج این آزمایش همخوانی داشت (Data and mandal, 2001). تحریک تقسیم سلولی طی پرتو دهی علت افزایش طول و عرض برگ‌ها گزارش شد (Li et al., 2005). گزارش‌ها حکایت از افزایش تعداد شاخه‌های جانبی تحت تأثیر اشعه روی گیاه *Moluccella laevis* L. دارد (Minisi et al., 2013). در گیاه ذرت افزایش قطر ساقه تحت تأثیر پرتوتابی مشاهده شد (Emrani et al., 2013). فرضیه‌ای که درباره تأثیر شدت‌های پایین اشعه گاما وجود دارد که تابش سبب تحریک و تغییر میزان هورمون‌ها شده و یا سبب افزایش ظرفیت ضد اکسایشی سلول‌ها گردیده، در نتیجه به راحتی بر عوامل استرس روزانه از قبیل نوسانات شدت نور و درجه حرارت در شرایط رشدی غلبه کرده و گیاه می‌تواند رشد بهتری داشته باشد (Mishra et al., 2007; Dubey et al., 2007; Wi et al., 2007). همچنین پرتو دهی بذر گیاه قبل از کاشت موجب قوی‌تر و قطور شدن ساقه شد (Dubey et al., 2007; Mishra et al., 2007).

استفاده از اشعه‌های مختلف اشعه گاما در گیاه آویشن باغی در مرحله بذر منجر به تغییرات در صفات مورفولوژی، عملکرد، میزان کلروفیل، درصد اسانس و میزان آنتوسیانین گردید. با توجه به خصوصیات اندازه‌گیری شده و مقایسات صورت گرفته تیمار ۱۰۰ گری تأثیرات مثبت مطلوبی را به دنبال داشت. به طوری که حداکثر درصد اسانس (با میانگین ۲/۸۱) و عملکرد (با میانگین ۸۱/۴۶ گرم) و وزن تر و خشک (به ترتیب بامیانگین‌های ۱۱/۹۵ و ۳/۹۵ گرم) که از جمله ویژگی‌های مورد نظر می‌باشند، مربوط به این تیمار بود. در پرتو ۳۰۰ گری نیز تأثیرات مثبتی روی صفات مورفولوژیکی مشاهده شد و براساس نتایج اسانس میزان ترکیبات تیمول و کارواکرول که جزء ترکیبات اصلی اسانس آویشن می‌باشند در این تیمار بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. ولی روی درصد اسانس و عملکرد اثر منفی داشت. اما این امکان وجود دارد که در نسل‌های بعد صفات برجسته‌ای از این تیمارها ظاهر گردد. طبق نتایج به‌دست آمده باید بیان نمود که نیاز به کشت طی چندین نسل بر روی تیمارهای حاصله و بررسی‌های بیشتر بر روی دزهای متفاوت می‌باشد تا بهترین دز با بیشترین تأثیر معرفی گردد.

### نتیجه‌گیری نهایی

در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده از فناوری هسته‌ای و اشعه گاما می‌تواند روی صفات مورفولوژی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی آویشن باغی موثر واقع شود و بکارگیری این روش نوین علمی می‌تواند در بهبود شاخص‌های رشدی و میزان و نوع متابولیت ثانویه این گیاه دارویی ارزشمند، مفید واقع شود. همچنین استفاده از فناوری پرتو گاما موجب افزایش میزان عملکرد کلی و درصد اسانس این گیاه دارویی شد.

گیاه، سوخت و ساز، تغییر فتوسنتز و تجمع ترکیبات فنلی می‌شود. در این بین کلروپلاست‌ها در برابر پرتو گاما بسیار حساس تر از دیگر اندامک‌های سلولی بوده که افزایش رنگدانه در نمونه‌های پرتودیده کاملاً مشهود می‌باشد (Wi et al., 2007). تابش پرتو گاما در گیاهانی مانند چای (Data, 2001)، سویا (Mussa, 2006)، بابونه آلمانی (Nassar et al., 2004) افزایش رشد را به همراه دارد. در گیاهانی مانند نخود (Khan, 1999) و جو (Subhan et al., 2004) نیز شدت‌های زیاد کاهش عملکرد داشته، ولی شدت‌های پایین باعث افزایش می‌گردند. بنابراین به منظور بهبود عملکرد گیاهان زراعی باید با شناخت کافی از اثر اشعه گاما در محصول مورد نظر و میزان شدت بهینه در ارتباط با آن، اقدام نمود که در بیشتر مطالعات شدت‌های پایین اشعه گاما تأثیر مطلوب بر عملکرد داشتند. به گزارش حداد و همکاران (Hadad et al., 2007) شدت‌های پایین اشعه گاما بر روی درصد و ترکیبات اسانس گیاهان دارویی آویشن باغی، اسطوخودوس و اکالیپتوس تأثیر مثبت داشته که با این پژوهش نتایج مشابهی داشته است. مطالعاتی بر روی فلفل سیاه، فلفل سفید (Uchman et al., 1983) و فلفل قرمز (Onyenekwe and ogbadu, 1995) و در گیاه گلپر (Hye Young et al., 2007) صورت گرفت که کاهش محتوی روغن فرار را در این گیاه طی شدت‌های بالای پرتو نشان داد که در مطالعات متعددی کاهش میزان روغن در گیاهان دارویی در شدت‌های بالا گزارش شده است (Francis et al., 1983). لازمه اصلاح گیاهان ایجاد تنوع می‌باشد، یکی از راه‌های رسیدن به تنوع، جهش از طریق موتاسیون‌های فیزیکی از جمله اشعه گاما می‌باشد. در عین حال که جهش ابزار ایجاد تنوع مصنوعی می‌باشد از طرفی می‌تواند به طور مستقیم باعث تغییرات پایدار در گیاهان گردد و مسیر اصلاح نباتات را کوتاه نماید.

## References

1. Abdel-Maksoud, B. 1992. Gamma rays effect on *solanum pseudocapsicum* L., I. The M 1-generation. Alexandria Journal Agriculture Research, 37: 227-247.
2. Abdul, M., Rehman Khan, A., Ahmad, H., Muhammad, Z. 2010. Gamma Irradiation Effects On Some Growth Parameters of *Lepidium sativum* L. ARPJ. Journal of Agricultural and Biological Science, 5: 1.
3. Abu, J.O., Muller, K., Duodu, K.G., Minnar, A. 2005. Gamma irradiation of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) flours and pastes. Food Chem, 95: 138-147.
4. Alizade, O., Zare, M., and Ganji, A. 2012. Effects of different intensities of gamma rays in the process of changes in the quantity and quality of sesame Area firoz abad. The findings of agriculture modern. Seventh year. No 1.
5. Armugam, S., Reddy, V., Asir, R., Viswanathan, P., and Dhamodaran, S. 1977. Advances in Plant Sciences, 10, 103.
6. Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.
7. Borzouei, A., Kafi, M., Khazaei, H., Naseriyan, B., and Majdabadi, A. 2010. Effects of gamma radiation on germination and physiological aspects of wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. Pak. J. Bot, 42(4): 2281-2290.
8. Bozorgmehr, A., Abasi, M., and Ebrahimi, T. 2013. Protection of medicinal ash (*Fraxinus excelsior*), National Conference on Medicinal Plants, Islamic Azad University, Science and Research Ayatollah Amelie. [http://www.civilica.com/Paper-ERBAL03\\_031.html](http://www.civilica.com/Paper-ERBAL03_031.html)
9. Data, S.K., and Mandal, A.K. 2001. Plant Breeding, 120: 91.
10. Dubey, A.K., Yadav, J.R., and Singh, B. 2007. Studies on induced mutations by gamma irradiation in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Monch.). Progressive Agric, 7(1/2): 46-48.
11. Emrani, A., Razavi, A., and Farhad Rahimi, M. 2013. Assessment of gamma ray irradiation effects on germination and some morphological characters in two corn cultivars. International journal of agriculture and crop sciences. 5(11): 1235-1244.
12. Fazeli, A. and Shahriyari, F. 2008. Modify crops using nuclear techniques. Proceedings of the second national conference on the application of nuclear technology in agricultural sciences and natural resources. Agricultural Biotechnology Research Institute of Karaj.
13. Francis, R.R., EI-Naggar, H.A., and Mohamed, S.E. 1983. Effect of gamma irradiation on the chemical constituents and stability of geranium oil during storage. Annals of Agricultural Science, 19: 279-310.
14. Gustafsson, U., Lundquist, I., and Hagberg, I. 1966. The viability reaction of gen mutations and chromosome translocations in comparison. Mutations in Plant Breeding Proc. Panel Vienna, IAEA, Vienna, pp. 103-107
15. Haddad, M., Herent, M., Tilquin, B., and Quetin leclercq, J. 2007. Effect of Gamma and e-Beam Radiation on the Essential Oils of *Thymus vulgaris* thymoliferum, *Eucalyptus radiata*, and *Lavandula angustifolia*. 6082 J. Agric. Food Chem. 55: 6082-6086.
16. Hye-Young, S., Jun-Hyoung, K., Hyun-Pa, S., Dong-Ho, K., Myung-Woo, B., Joong-Ho, K., Kyong-Su, K. 2007. Effects of gamma irradiation on the yields of volatile extracts of *Angelica gigas* Nakai. Radiation Physics and Chemistry 76: 1869-1874.
18. Khan, M.R. 1999. Modulation of Radio Sensitivity with Gibberellic Acid for Cytogenetical Biochemical and Genetic Spectrum in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Department of Biological Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad Pakistan.
19. Kim, J.H., Baek, M.H., Chung, B.Y., Wi, S.G., Kim, J.S. 2004. Alterations in the photosynthetic pigments and antioxidant machineries of red pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings from gamma-irradiated seeds. J. Plant Biol., 47: 314-321.
20. Kiong, A., Ling Pick, A., Grace Lai, S.H., and Harun, A.R. 2008. Physiological responses of *Orthosiphon stamineus* plantlets to gamma irradiation. Am-Eurasian J. Sustain. Agri. 2(2): 135-149.
21. Li, H.Z., Zhou, W.J., Zhang, Z.J., Gu, H.H., Takeuchi, Y., and Yoneyama, K. 2005. Biologia Plantarum, 49: 625.
22. Minisi, F., Elmahrouk, M., El-Din F.M., Naser. R. and Nasser, M. 2013. Effects of gamma radiation on germination, growth characteristics and morphological variations of *Moluccella laevis* L. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 13(5): 696-704.
23. Mishra, M.N., Qadri, H., and Mishra, S. 2007. Macro and micro mutations, in gamma-rays induced M2 populations of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.). Int. J. Plant Sci. Muzaffarnagar, 2(1): 44-47.

24. Moussa, H.R. 2006. Role of gamma irradiation in Regulation of NO<sub>3</sub> Level in Rocket (*Eruca vesicaria*).
25. Naserian Khiabani, B., Aharizad, S., and Mohammadi, A. 2015. Investigate the potential of AS-48 mutant lines to create dwarf varieties of bread wheat. The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences, Nuclear Agriculture Research School, 19(20): 304-309.
26. Nassar, A.H., Hashim, M.F., Hassan, N.S., and AboZaid, H. 2004. Effect of gamma irradiation and phosphorus on growth and oil production of chamomile (*Chamomilla recutita* L. Rauschert). International Journal of Agriculture and Biology, 6(5): 776-780
27. Omid beygi, R. 2011. Processing of medicinal herbs. Vol. 3. Beh. Nashr, press astan ghods razav, 90.
28. Onyenekwe, P.C. and Ogbadu, G.H. 1995. Radiation sterilization of red chili pepper (*Capsicum frutescens*). J. Food Biochem. 19: 121-137.
29. Pirzad, A., Hassanzade Gort tape, A., and Darvish zade, R. 2013. The effect of seed treatment with gamma rays and nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of German chamomile (*Matricaria recutita* L.) protein production. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 29(2): 312-296.
30. Pajohesh, 2007. Applications of nuclear energy in agriculture. Special Week of Agriculture. Public Relations Research and Education Agriculture.
31. Rabiei, V. and Joz Ghasemi, S. 2013. Methods practical Laboratory of gardening and farming. Jahad Daneshgahi Publications of West Azerbaijan.
32. Saleh Abadi, H., Mosavi Nik, M., and Frotan, M. 2012. The effect of gamma radiation and water stress on vegetative and reproductive characteristics of the castor oil plant. Passive defense in the agricultural sector.
33. Senator, F. 1996. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of thyme (*Thymus pulegioides* L.) growing wild in Campania. Journal of Agricultural and food chemistry, 44: 1327-1332.
35. Simon, J.E., Morales, M.R., Phippen, W.B., Vieira, R.F., and Hao, Z.A. 1999. Source aroma compounds & a popular culinary & ornamental herb. In Perspectives on new crops and new uses (J. Jonick eds.), p: 499-505.
36. Subhan, F., Anwar, M., Ahmad, N., Gulzar, G., Siddiq, A.M., Rahman, S., Ahmad, I., and Rauf, A. 2004. Effect of gamma radiation on growth and yield of barley under different nitrogen levels. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(6): 981-983.
37. Tokar, C. and Cagirgan, M.I. 2004. Spectrum and frequency of induced mutations in chickpea. International Chickpea and Pigeon Pea Newsletter, 11: 8-10.
38. Tomas, S.C.L. 2000. Medicinal plant. Technomic Publication. 225 pp.
39. Uchman, W., Fiszer, W., Mroz, I., and Pawlik, A. 1983. The influence of radapertization upon sensory properties of black. 27: 461-468.
40. Veeresh, L.C., Shivashankar, G., Shailage, H. and Hittalmani, S. 1995. Effect of seed irradiation on some plant characteristics of winged bean. 29:1-4.
41. WHO monographs on selected medicinal plants world health organization. Genera. 1999. 1: 259-266.
42. Wi, S.G., Chung, B.Y., Kim, J.H., Baek, M.H., Yang, D.H., Lee, J.W., and Kim J.S. 2005. Ultra structural changes of cell organelles in Arabidopsis stem after gamma irradiation. Journal Plant Biology, 482: 195-200.
43. Wi, S.G., Chung, B.Y., Kim, J.S., Kim, J.H., Baek, M.H., Lee, J.W., and Kim. Y.S. 2007. Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. Micron Journal, 38: 553-564.
44. Zargari, A. 1990. Medicinal plants. 4: 28-42. Tehran University press, Tehran, Iran.