نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۳ ، سال ۱۳۹۰، ص ۳۳۹-۳۳۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 3, 2011, p. 331-339

مطالعه تأثیر دزهای مختلف اشعه گاما در افزایش تنوع در صفات جوانه‌زنی و زراعی کلزا (*Brassica napus* L.)

رقیه مومنی[1*] - نادعلی بابائیان جلودار[2] - نادعلی باقری[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۲۵

چکیده

افزایش تنوع ژنتیکی از اهداف اولیه و اساسی در اصلاح نباتات می‌باشد. القاء جهش روشی برای افزایش تنوع ژنتیکی می‌باشد که همراه با انتخاب، نوترکیبی و یا ترکیبی از این دو در اصلاح گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از انجام این تحقیق بررسی مقایسه‌ای تأثیر دزهای مختلف اشعه گاما (۵۰۰، ۷۰۰، ۹۰۰، ۱۱۰۰، ۱۳۰۰ گری و دز صفر به عنوان شاهد) بر خصوصیات رشدی اولیه نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در نسل M_1 در شرایط آزمایشگاهی و بررسی صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی، طول غلاف و وزن هزار دانه در نسل M_2، در دو رقم کلزا با نام‌های PF و زرفام می‌باشد. نتایج جوانه‌زنی آزمایشگاهی نشان داد که میانگین درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر موتاژن در هر دو رقم مورد آزمایش، به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافته‌اند. در حالی که سرعت جوانه‌زنی تنها در رقم PF تحت تأثیر معنی‌دار دز اشعه قرار گرفت. ضمن اینکه اختلاف معنی‌داری بین واریانس تیمارها (دز موتاژن) برای صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی در رقم PF و برای سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه در رقم زرفام وجود دارد. در واقع افزایش دز اشعه در این صفات باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در واریانس تیمارها نسبت به شاهد گردیده است. بیشترین ضریب تنوع نسبی نیز مربوط به دز ۱۳۰۰ گری اشعه در رابطه با صفت سرعت جوانه‌زنی در رقم PF بوده است. در نسل M_2 در رقم PF، کلیه صفات به جز تعداد غلاف در شاخه اصلی تحت تأثیر دزهای مختلف اشعه، کاهش داشتند. تعداد غلاف در شاخه اصلی در رقم PF برخلاف صفات دیگر، در دزهای اعمال شده نسبت به شاهد افزایش داشته است. اما در رقم زرفام اثر دز تنها برای صفت وزن هزار دانه معنی‌دار گشت.

واژه های کلیدی: اشعه گاما، خصوصیات رشدی اولیه، صفات زراعی، کلزا

مقدمه

در میان گیاهان زراعی دانه روغنی، کلزا به لحاظ عملکرد کمی و کیفی مطلوب روغن از اولویت خاصی برخوردار بوده و با توجه به نیاز مبرم کشور به تولید روغن‌های گیاهی، افزایش تولید و سطح زیر کشت آن حائز اهمیت است. در کشور ما این افزایش تولید همگام با افزایش مصرف نبوده طوری که تنها ۱۰ درصد روغن مورد نیاز کشور در داخل تولید می‌گردد (۱). بنابراین به کارگیری روش‌های اصلاحی مناسب امری ضروری در جهت دستیابی به ارقام با خصوصیات مطلوب و در نهایت عملکرد بالا برای این گیاه می‌باشد. القاء جهش روشی برای افزایش تنوع ژنتیکی می‌باشد که همراه با انتخاب، نوترکیبی و یا ترکیبی از این دو در اصلاح گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (۵). در حقیقت جهش با ایجاد تنوع، زمینه را برای ظهور قابلیت‌های بالقوه ژنتیکی که به طور طبیعی بروز نمی‌یابند، فراهم می‌سازد. از آنجایی که جهش‌های خود به خودی با فراوانی خیلی کم رخ می‌دهند تکنیک‌های القاء جهش ابزار مناسبی برای ایجاد سریع و افزایش تنوع در گونه‌های گیاهی می‌باشند (۱۱). جهش‌های القائی سهم عمده‌ای در شناخت مکانیسم ژنتیکی، به ویژه درک ساختار و عملکرد مواد ژنتیکی دارند. تنوع حاصل از جهش اگر موجب سازگاری شود به حفظ بقای موجود در محیط‌های مختلف کمک می‌کند. با وجود برخی محدودیتها در اصلاح موتاسیونی، القاء جهش به اندازه وسیعی برای اصلاح گیاهان استفاده می‌شود. مزیت مهم اصلاح موتاسیونی پتانسیل اصلاح یک یا چند صفت بدون تغییر منابع ژنی

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی و استاد و استادیار مجتمع علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. دانشگاه مازندران
(*- نویسنده مسئول: (Email: roghayehmomeni@gmail.com

می‌باشد (۲۶).

تا کنون بیش از ۲۲۰۰ رقم موتانت از گیاهان مختلف با صفات زراعی اصلاح یافته در جهان آزاد شده است. همچنین جهش‌زایی به طور موفقیت‌آمیزی در کلزا برای تغییر ساختار ژنتیکی گیاه و جداسازی موتانت‌هایی با خصوصیات اقتصادی مطلوب همانند ارتفاع بوته، تعداد غلاف در گیاه، تعداد بذر در هر غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، محتوی روغن و مقاومت به بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۸، ۱۹و ۲۲). اصلاحگران با کاربرد جهش در جو به بوته‌هایی با سرعت جوانه‌زنی بیشتر دست یافتند (۱۳). مطالعه اثرات اشعه گاما بر خصوصیات کمی و کیفی برنج مشخص ساخت که دز اشعه تا حدی باعث بهبود صفات رویشی می‌گردد اما با افزایش میزان دز، روند کاهشی در صفات مورد مطالعه مشاهده می‌گردد (۲۰). همچنین مستقل بودن جوانه‌زنی بذور نخود از تیمارهای مختلف اشعه گاما توسط مولینا و همکاران بیان گردیده است (۶). محققان با استفاده از EMS در کنجد به ۱۱ ماکروموتانت مطلوب با بهبود صفات مختلف از جمله افزایش تعداد کپسول در گیاه، افزایش تعداد دانه در کپسول و افزایش مقدار روغن و پروتئین دست یافتند (۲۱). جهش‌ها با تأثیر در مسیر بیوسنتزی یا سیگنالی جیبرلیک اسید (GA) می توانند موجب تولید فنوتیپ‌های پاکوتاه در گیاهان گردند و استفاده از چنین موتانت‌هایی در اصلاح گیاهان یک فاکتور مهم در موفقیت انقلاب سبز بوده است، مونگپروم و همکاران بوته‌های پاکوتاه را با استفاده از جهش در خردل ایجاد کردند (۱۵). احمد و همکاران (۲)، تأثیر اشعه UV را روی کشت‌های حاصل از میکروسپور کلزا بررسی نمودند. میکروسپورها حساسیت بالایی به اشعه داشتند. LD_{50} آن‌ها ۲۰ ثانیه بعد از پرتودهی اندازه‌گیری شد. مرگ میکروسپورها فوری نبوده اما در مراحل بعدی رشد (۷ روز بعد از پرتودهی) اتفاق افتاد. هیچ کدام از جنین‌های تولید شده از میکروسپورها، بعد از تابش UV تنوع مورفولوژیکی فاحشی نشان ندادند. تعداد زیادی از گیاهان باززایی شده نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند و مشخص شد که تعداد اندکی از این گیاهان مقاومت به *Alternaria brassicicola* را دارا می باشند. آن‌ها این روش را به عنوان یک روش مناسب جهت ایجاد مقاومت ژنتیکی نسبت به این پاتوژن پیشنهاد کردند. بذرهای یک گونه از شلغم، تحت تیمارهای ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۵۰ گری اشعه گاما قرار گرفت. انتخاب برای صفات زراعی مطلوب در مراحل مختلف صورت پذیرفت. از صدها جمعیت تحت تیمار، دو موتانت با عنوان‌های TS95-1005 و TS96-752 با بهبود در برخی صفات زراعی و عملکرد بیشتر نسبت به لاین والدینی به دست آمدند. دو موتانت ذکر شده دارای وزن ۱۰۰۰ دانه بیشتری نسبت به والد بوده که احتمالاً در نتیجه افزایش اندازه دانه تحت تأثیر موتاژن حاصل گردیده است (۹).

وانی و انیس (۲۶)، با کاربرد اشعه گاما و EMS در نخود به سه لاین موتانت با عملکرد بالا و تغییر برخی صفات مورفولوژیکی نظیر افزایش اندازه و تعداد دانه، برگچه، گل‌ها، غلاف و بذور و همچنین افزایش عملکرد و پوشش بذر سخت دست یافتند. بررسی‌های آن‌ها نشان داد که این موتانت‌ها تحت تأثیر دزهای۲۰۰ (PUSA-212: افزایش اندازه دانه، برگچه، گل‌ها و غلاف نسبت به شاهد) و ۴۰۰ گری (PUSA-212C: دو برابر شدن تعداد بذور، غلاف‌ها، گل‌ها و برگ‌ها و افزایش عملکرد نسبت به شاهد) و ترکیب ۳۰۰ گری دز به اضافه ۰/۰۲ درصد EMS (PUSA-212F : عملکرد بالا و پوشش بذر سخت) به دست آمد. راولینگ و همکاران (۱۸)، در بررسی تأثیر اشعه در سویا وجود تنوع ژنتیکی معنی‌دار در عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، زمان رسیدن و اندازه بذر را گزارش نمودند. تأثیر جهش‌زایی غلظت‌های مختلف سدیم آزاید (۰/۰۵-۰/۰۱٪) روی بادام‌زمینی بررسی شد. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه در هر گیاه، تعداد غلاف در هر گیاه، تعداد بذر در هر غلاف، بذرهای موجود در گیاه و وزن صد دانه در نسل‌های M_1 و M_2 بوده، نتایج این بررسی نشان داد که مؤثرترین دز برای القاء جهش غلظت ۰/۰۳درصد سدیم آزاید بوده است (۱۲).

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر اشعه گاما بر خصوصیات رشدی اولیه (گیاهچه) و صفات زراعی در کلزا می باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی. این تحقیق در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سالهای ۱۳۸۷-۱۳۸۵ انجام پذیرفت. در این آزمایش ۲ رقم کلزا با نامهای PF و زرفام با ۵ تیمار دز اشعه گاما (۵۰۰، ۷۰۰، ۹۰۰، ۱۱۰۰ و ۱۳۰۰ گری) به همراه شاهد (بدون اشعه) به کار گرفته شد. بذور در مرکز تحقیقات پزشکی و کشاورزی هسته ای کرج مورد پرتودهی با منبع کبالت ۶۰ قرار گرفتند. بدین ترتیب که برای هر دز میزان ۳۰ گرم بذر در نظر گرفته شد. سپس بررسی صفات در دو مرحله آزمایشگاهی و مزرعه‌ای (که خود شامل دو نسل زراعی بود) صورت پذیرفت.

بررسی‌های آزمایشگاهی. جهت اندازه‌گیری خصوصیات رشدی اولیه بذور پرتودیده در قالب طرح فاکتوریل با ۵ تکرار در داخل ظروف پتری شیشه‌ای با قطر ۱۰ سانتی متری روی کاغذ صافی قرار داده شدند. بدین ترتیب که در هر دز تعداد ۱۰۰ عدد بذر در نظر گرفته شد و در داخل هر پتری بیست عدد بذر قرار داده شد. در طی آزمایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. شمارش بذور جوانه زده به صورت روزانه، از روز پس از کاشت طی سه روز متوالی در ساعتی معین انجام شد. سرعت جوانه‌زنی از رابطه زیر به دست آمده است؛

$$Vg = \frac{nt_1 + nt_2 + nt_3}{N}$$

که در آن Vg؛ سرعت جوانه‌زنی، n؛ تعداد بذور جوانه‌زده در هر نوبت شمارش، t؛ زمان شمارش بذور جوانه‌زده (چند روز پس از کاشت) وN؛ تعداد کل بذور جوانه‌زده تا آخرین نوبت شمارش می‌باشند.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز یک هفته پس از کاشت اندازه‌گیری شد. همچنین ضریب نسبی تنوع که معیاری از تنوع القاء شده توسط تیمار موتاژنی می‌باشد و عبارت است از نسبت ضریب تنوع تیمار موتاژنی به نمونه غیر تیمار شده یا شاهد (CV_t/CV_{nt}) محاسبه گردید و از آزمون "F" جهت تعیین معنی‌دار بودن افزایش واریانس ژنتیکی نمونه تیمار شده نسبت به شاهد استفاده گردید که از نسبت واریانس نمونه تیمار شده به واریانس شاهد (V_t/V_{nt}) به دست می‌آید (۱۴). جهت مقایسه میانگین داده‌ها نیز آزمون T استفاده گردید.

بررسی‌های مزرعه‌ای. بررسی صفات مورفولوژیکی طی دو نسل زراعی صورت پذیرفت. بذور پرتودیده (M_1) در ۲۹ آبان سال ۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی به مساحت تقریبی ۵۰۰ متر مربع کشت گردیدند. هر بلوک شامل ۶ کرت و در داخل هر کرت ۳ ردیف کاشت ۴ متری با فاصله بین و درون ردیف ۴۰ و ۷ سانتی متر در نظر گرفته شد. سپس برداشت بذور به صورت تک بوته‌ای و بالک در رابطه با هر دز جهت تولید نسل M_2 در سال آینده صورت پذیرفت. بذور بالک برداشت شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار به تفکیک تیمارها کشت گردید. هر بلوک شامل ۴ کرت و در هر کرت ۵ خط کاشت ۲ متری در نظر گرفته شد. و جهت ارزیابی تک بوته‌های موجود در هر دز بذور برداشت شده هر بوته با سه تکرار کشت گردید. صفات مورد بررسی در این نسل ارتفاع ساقه اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی، طول غلاف و وزن هزار دانه بوده است. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار آماری SPSS انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج

نتایج مربوط به بررسی‌های آزمایشگاهی بر اساس آزمون T نشان داد که درصد جوانه‌زنی تحت همه تیمارهای پرتودهی این آزمایش در رقم PF و تحت تیمارهای ۷۰۰، ۹۰۰ و۱۱۰۰ گری در رقم زرفام کاهش معنی‌داری داشته است. سرعت جوانه‌زنی تنها در رقم PF و تحت تمامی تیمارهای پرتودهی به صورت معنی‌داری کاهش یافت. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز تحت تمامی دزهای اشعه و در هر دو رقم مورد مطالعه در مقایسه با شاهدهای مربوطه، کاهش معنی‌داری را نشان دادند (جدول۱). بیشترین ضریب تنوع نسبی بین صفات مورد مطالعه در رقم PF مربوط به سرعت جوانه‌زنی در دز ۱۳۰۰ گری و در رقم زرفام مربوط به صفت درصدجوانه زنی در دز ۱۳۰۰ گری بوده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات رشدی اولیه در ارقام کلزا بر اساس آزمون T

ارقام	PF				زرقام			
دز صفات	سرعت‌جوانه‌زنی (میانگین±انحراف معیار)	درصد جوانه‌زنی (میانگین±انحراف معیار)	طول ریشه‌چه (میانگین±انحراف معیار)	طول ساقه‌چه (میانگین±انحراف معیار)	سرعت‌جوانه‌زنی (میانگین±انحراف معیار)	درصد جوانه‌زنی (میانگین±انحراف معیار)	طول ریشه‌چه (میانگین±انحراف معیار)	طول ساقه‌چه (میانگین±انحراف معیار)
۰	۵/۶۸±۰/۰۵۷	۹۷±۲/۱۳	۸/۹۲±۰/۴۰۸	۵/۹۲±۰/۲۴۴	۵/۸۳±۰/۰۷	۹۹±۱	۶/۹۴±۰/۴۶۷	۵/۹۹±۰/۲۰۲
۵۰۰	۴/۲۵±۰/۲۲۳**	۲۵±۳/۴۱**	۶/۳۱±۰/۴۵۵**	۴/۷۷±۰/۳۷۳*	۵/۷۲±۰/۰۹۱ns	۹۵±۲/۲۳ns	۴/۹۷±۰/۵۲۳*	۴/۸۴±۰/۳۸۲*
۷۰۰	۳/۷±۰/۱۵**	۳۵±۴/۲۸**	۵/۹۶±۰/۳۸۹**	۴/۳۱±۰/۲۴**	۵/۹۱±۰/۲۹ns	۹۱±۱/۷۹**	۴/۸۱±۰/۶۷۳**	۴/۱۷±۰/۴۲۷**
۹۰۰	۴/۱±۰/۲۴۳**	۲۲±۲/۹**	۴/۱۴±۰/۴۶۷**	۳/۶۲±۰/۳۳۴**	۵/۶۷±۰/۰۶ns	۹۰±۲/۹۸*	۴/۴±۰/۴۱۳**	۴/۳۹±۰/۱۷۱**
۱۱۰۰	۳/۸۵±۰/۴۹۷**	۱۷±۳/۹۵**	۳/۶۸±۰/۵۰۹**	۳/۲±۰/۲۹۶**	۵/۷۸±۰/۰۵۴ns	۹۱±۳/۱۴*	۳/۸۵±۰/۳۹۷**	۳/۷۹±۰/۲۸۱**
۱۳۰۰	۳/۴۵±۰/۴۶۱**	۱۹±۴/۳۴**	۲/۲۶±۰/۲۳۷**	۲/۶۸±۰/۲۴۱**	۵/۶۶±۰/۱۰۳ns	۹۲±۳/۲۵ns	۳/۲۶±۰/۳۵۶**	۳/۳۵±۰/۲۶۴**

*و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ ns : غیر معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

محاسبه F که عبارت است از نسبت واریانس تیمار به شاهد و معنی‌دار بودن افزایش واریانس ژنتیکی تیمار موتاژنی نسبت به نمونه غیر تیمار را تعیین می‌کند (۱۰و۱۸)، نشان داد که در رقم PF اختلاف بین واریانس تیمارها در همه دزهای اعمال شده برای سرعت جوانه‌زنی و در دزهای ۷۰۰، ۱۱۰۰ و ۱۳۰۰ گری اشعه برای صفت درصد جوانه‌زنی معنی دار بوده است (جدول۱). در رقم زرفام نتایج نشان داد که اختلاف بین واریانس تیمارها در رابطه با صفت درصد جوانه‌زنی در همه دزهای اشعه و برای طول ساقه‌چه در دزهای ۵۰۰ و ۷۰۰ گری معنی‌دار بوده است. اما برای دو صفت دیگر نتایج بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین واریانس تیمارها بوده است. همچنین بیشترین دامنه تغییرات که معیاری از انعطاف پذیری صفات در برابر تیمار موتاژنی می‌باشد در ارقام PF و زرفام برای صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی مربوط به دز ۱۳۰۰ گری و برای طول ساقه‌چه مربوط به دز ۹۰۰ گری اشعه می‌باشد. طول ریشه‌چه در رقم PF در دز ۱۱۰۰ گری و در رقم زرفام در دز ۹۰۰ گری بیشترین دامنه تغییرات را داشته است (جدول۲). همچنین میزان LD_{50} برای رقم PFحدود ۱۶۱ گری بدست آمد در حالی که در رقم زرفام به دلیل نزدیک بودن میانگین نمونه‌های تحت تیمار و شاهد، میزانی به دست نیامد که این امر نشان می‌دهد که در رقم زرفام می‌توان از مقادیر بالاتر اشعه گاما نیز برای ایجاد تغییرات و یا تنوع بیشتر استفاده نمود.

نسل M_2

در رقم PF به دلیل وجود تعداد بسیار کم گیاه سبز شده در دزهای ۱۱۰۰ و ۱۳۰۰ گری، در تجزیه و تحلیل داده ها این دزها لحاظ نشده‌اند به عبارتی دیگر کشندگی این دزها نزدیک به ۱۰۰ درصد بوده است. در حالی که در رقم زرفام این حالت مشاهده نگردید و این موضوع بیانگر این نکته می‌باشد که ارقام مختلف یک گونه گیاهی می‌توانند عکس‌العمل‌های متفاوتی به دزهای اشعه داشته و در واقع مکانیسم تأثیر موتاژن با نوع رقم مورد مطالعه و روابط ژنتیکی آن قبل از تیمار رابطه مستقیمی دارد.

ارزیابی مقایسه‌ای بین دزهای مختلف اشعه گاما. نتایج تجزیه واریانس در رقم PF نشان داد که دزهای مختلف اشعه روی کلیه صفات به جز تعداد غلاف در شاخه اصلی تأثیر معنی‌داری داشته‌اند در حالی که در رقم زرفام اثر دز فقط برای صفت وزن هزار دانه معنی‌دار بوده است (جدول۳).

مقایسه میانگین صفات مختلف (جدول۴) در رقم PF نشان داد که میانگین ارتفاع ساقه اصلی در دز ۵۰۰ گری با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشته در حالی که کاهش معنی‌داری در دزهای ۷۰۰ و ۹۰۰ گری اشعه نسبت به شاهد مشاهده گردید.

جدول ۲- ضریب تنوع نسبی، دامنه تنوع و میزان F صفات رشدی اولیه در ارقام کلزا

صفات	سرعت جوانه‌زنی			درصد جوانه‌زنی			طول ریشه‌چه			طول ساقه‌چه		
ارقام	تیمار	CV_t/CV_{nt}	R	F	CV_t/CV_{nt}	R	F	CV_t/CV_{nt}	R	F	CV_t/CV_{nt}	R
PF	۰	۱	۵/۴–۵/۹	–	۱	۸۰–۱۰۰	–	۱	۷–۱۰/۸	–	۱	۵–۷/۶۶
	۵۰۰	۲/۶۸	۳–۵	۱۶/۳**	۴/۹۲	۱۰–۴۰	۲/۵۶^{ns}	۱/۳۸	۳/۸–۹	۱/۲۳^{ns}	۱/۵۳	۳/۷–۷
	۷۰۰	۲/۴۹	۳–۴/۶	۶/۹**	۳/۹۴	۱۰–۵۰	۴/۰۲*	۱/۳۶	۳–۷/۵	۰/۹^{ns}	۱/۳۶	۲/۵–۶
	۹۰۰	۲/۸۵	۳–۵	۱۷/۹۶**	۵/۱۶	۱۰–۳۰	۱/۸۵^{ns}	۲/۱۳	۲–۷/۶۶	۱/۳۱^{ns}	۱/۹	۳/۵–۵/۵
	۱۱۰۰	۴/۳۴	۰–۵	۷۴/۸**	۷/۷۹	۰–۴۰	۳/۴۳*	۲/۵	۲–۷	۱/۵۶^{ns}	۱/۹۷	۳–۵
	۱۳۰۰	۴/۶۵	۰–۵	۶۴/۲۴**	۷/۳	۰–۵۰	۴/۱۲*	۲/۷۹	۱–۳	۰/۳۳^{ns}	۲/۲	۲–۴
زرفام	۰	۱	۵/۳–۶	–	۱	۹۰–۱۰۰	–	۱	۵–۹/۸۴	–	۱	۴/۶۴–۶/۸۴
	۵۰۰	۱/۱۶	۵/۱–۶	۰/۱۷۹^{ns}	۱/۵	۸۰–۱۰۰	۵*	۱/۴۷	۲/۵–۷/۳۴	۱/۲۵^{ns}	۱/۶۸	۲/۸۴–۷
	۷۰۰	۰/۶۴	۵/۷–۶	۱/۸^{ns}	۱/۴	۸۰–۱۰۰	۳/۲۲*	۱/۷۳	۱/۳۳–۷/۸۴	۲/۰۷^{ns}	۲/۰۷	۱/۱۶–۵/۸۴
	۹۰۰	۱/۰۰۸	۵/۲۵–۵/۸۹	۰/۹۲^{ns}	۱/۹	۷۰–۱۰۰	۸/۸۸**	۱/۴۸	۲/۳۳–۶/۱۷	۰/۷۷^{ns}	۱/۲۴	۳/۵–۵/۵
	۱۱۰۰	۰/۸۸	۵/۶۵–۶	۰/۶^{ns}	۱/۹	۷۰–۱۰۰	۹/۸۸**	۱/۶۶	۲/۱۷–۵/۵	۰/۷۲^{ns}	۱/۸۴	۲/۶۶–۵/۶۶
	۱۳۰۰	۱/۲۵	۴/۸–۵/۹	۲/۱۸^{ns}	۱/۹	۷۰–۱۰۰	۱۱/۲**	۱/۸۶	۱/۶۶–۵	۰/۵۸^{ns}	۲/۰۲	۱/۶۶–۴/۳۴

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns : غیر معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در شاخه فرعی، طول غلاف و وزن هزار دانه تحت تأثیر مقادیر دز اشعه، عکس‌العمل یکسانی داشته، طوری‌که در تمامی این صفات دزهای اشعه اثر یکسان و کاهشی نسبت به شاهد آزمایش داشته است به عبارت دیگر بیشترین میزان این صفات در شاهد آزمایشی مشاهده گردید و سایر دزها دارای مقادیر کمتری از صفات مذکور بوده‌اند. وانگ و همکاران (۲۵) وجود یک رابطه خطی بین ارتفاع گیاهچه و دز موتاژن فیزیکی و شیمیایی را گزارش نمودند. همبستگی خطی ارتفاع گیاهچه با میزان موتاژن‌های فیزیکی به وسیله آندو (۳) و سیدیک و سوآمیناتان (۲۳)، گزارش شده است. در رابطه با صفت تعداد غلاف در شاخه اصلی در رقم PF ، اگر چه نتایج بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین دزهای مختلف اشعه بوده اما با افزایش میزان دز اشعه، تعداد غلاف در شاخه اصلی افزایش یافته است. واگمار و مهرا (۲۴)، طی آزمایشاتی که در زمینه تأثیر موتاژن روی ماش انجام دادند، افزایش تعداد غلاف در گیاه و کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه را گزارش نمودند. در رقم زرفام صفات ارتفاع ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی و طول غلاف تحت تأثیر معنی‌دار دز اشعه قرار نگرفته و در بررسی مقایسه میانگین تیمارها در یک گروه قرار گرفتند. برای صفت وزن هزار دانه شاهد آزمایش وزن هزار دانه بیشتری نسبت به سایر دزهای اشعه گاما داشته است.

ارزیابی بوته‌های مختلف (لاین‌ها) در هر دز اشعه. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در رقم PF بین لاین‌های مختلف در دز۵۰۰ گری برای کلیه صفات به جز تعداد غلاف در شاخه اصلی و در دز ۷۰۰ گری برای تمامی صفات به جز تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. در دز ۹۰۰ گری نیز بین لاین‌های مختلف برای کلیه صفات اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۵). در رقم زرفام نتایج بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین لاین‌ها برای صفات ارتفاع ساقه اصلی، طول غلاف و وزن هزار دانه در دز ۵۰۰، ۹۰۰ و ۱۱۰۰ گری می‌باشد. همچنین بین لاین‌های مورد مطالعه در رابطه با کلیه صفات به جز تعداد غلاف در شاخه اصلی برای دز ۷۰۰ گری و تعداد غلاف در شاخه فرعی برای دز ۱۳۰۰ گری اختلاف معنی‌دار وجود داشته است (جدول۵).

در رابطه با مقایسه تک بوته‌های (لاین‌های) موجود در هر دز و با توجه به انتخاب بوته‌هایی با صفات مطلوب و برتر نسبت به شاهد، در مجموع می‌توان گفت که در رقم زرفام بین لاین‌های مورد ارزیابی در دز ۵۰۰ گری، لاین شماره ۱۴ با ($\overline{X}$=۸۱/۳۴cm) کاهش معنی‌داری در ارتفاع ساقه نسبت به شاهد ($\overline{X}$=۱۳۰/۶۷cm) و لاین شماره ۱۳ با ($\overline{X}$=۷/۰۱cm) افزایش معنی‌داری در طول غلاف نسبت به شاهد ($\overline{X}$=۶/۲۳cm) داشته و برترین لاین‌های این دز بوده‌اند.

جدول۳- تجزیه واریانس صفات در نسل M_2 ارقام کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	رقم PF MS						رقم زرفام MS					
		ارتفاع‌ساقه اصلی	تعداد-شاخه فرعی	تعدادغلاف‌در شاخه اصلی	تعدادغلاف‌در شاخه فرعی	طول-غلاف	وزن‌هزار دانه	ارتفاع‌ساقه اصلی	تعداد-شاخه فرعی	تعدادغلاف-در شاخه اصلی	تعدادغلاف در شاخه فرعی	طول‌غلاف	وزن‌هزار-دانه
تکرار	۳	۳۵/۱۴۰^{ns}	۵/۶۷۷^{ns}	۳۰/۹۸۳^{ns}	۱۲۳۹۰/۰۳۸^{ns}	۰/۱۹۹^{ns}	۰/۰۸۸^{ns}	۳۴/۲	۲/۱۶۵^{ns}	۳۲/۶۰۸^{ns}	۷۲۱۱/۷۷۳^{ns}	۰/۱۶۶^{ns}	۰/۲۸۸^{ns}
دز	۳	۵۴۷/۴۷۸**	۵۶/۶۹۳**	۳۳/۲۴۰^{ns}	۱۹۰۲۱/۲۸۹*	۲/۳۶۰**	۰/۷۲۶**	۱۵۷/۰۸۹^{ns}	۱/۷۵۵^{ns}	۳۱/۵۲۷^{ns}	۱۴۵۷/۸۱۶^{ns}	۰/۱۳۷^{ns}	۱/۹۵۶**
خطا	۹	۶۰/۰۷۶	۵/۴۱۸	۱۳/۸۷۰	۳۴۶۸/۳۱۳	۰/۱۶۷	۰/۰۷۰۴	۱۳۴/۲۴۷	۱/۵۸۴	۴۰/۸۳۱	۱۸۸۵/۲۳۵	۰/۴۶۹	۰/۱۳۰
CV%		۷/۵	۳۴/۲	۱۶/۷	۳۵	۶/۵	۷/۰۶	۱۰	۱۶/۶	۴۰/۹	۳۰/۶	۱۱/۵	۸/۳

ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ ** و * : غیر معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

در بین لاین‌های دز ۷۰۰ گری لاین‌های شماره ۸ با کوتاهترین ارتفاع ساقه ($\overline{X}$=۸۱/۳۴cm)، شماره ۶ با بلندترین طول غلاف ($\overline{X}$=۷/۲۷cm) و شماره ۱۲ با بیشترین تعداد غلاف در شاخه اصلی ($\overline{X}$=۲۸) مطلوب‌ترین لاین‌ها در مقایسه با شاهد بوده‌اند. لاین‌های شماره ۱۵ با کوتاهترین ارتفاع ساقه ($\overline{X}$=۷۰/۶۷cm) و شماره ۱۷ و ۱ به ترتیب با بلندترین طول غلاف ($\overline{X}$=۷/۳cm) و بیشترین وزن هزار دانه ($\overline{X}$=۵/۲g) دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد در بین لاین‌های مورد ارزیابی در دز ۹۰۰ گری رقم زرفام بوده‌اند. بین لاین های دز ۱۱۰۰ گری لاین‌های شماره ۲ با کمترین ارتفاع ساقه ($\overline{X}$=۷۳/۳۴cm)، لاین شماره ۱۹ با بیشترین وزن هزار دانه ($\overline{X}$=۵/۳g) و لاین شماره ۴ با بیشترین طول غلاف ($\overline{X}$=۷/۴cm) در مقایسه با شاهد بهترین لاین‌ها بوده و در دز ۱۳۰۰ گری لاین‌های شماره ۱ ، ۵ و ۷ به ترتیب با کمترین ارتفاع ساقه ($\overline{X}$ = ۷۵cm)، بیشترین طول غلاف ($\overline{X}$=۷/۱۹cm) و بیشترین تعداد غلاف در شاخه اصلی ($\overline{X}$=۳۹/۳۴) مطلوب‌ترین لاین‌ها بوده‌اند. در رقم PF لاین شماره ۱۵ از لحاظ کاهش ارتفاع ساقه ($\overline{X}$=۸۸/۳۳cm) و افزایش طول غلاف ($\overline{X}$=۷/۶۸cm) و لاین شماره ۱۶ از لحاظ افزایش غلاف در شاخه اصلی ($\overline{X}$=۵۱) و فرعی ($\overline{X}$=۳۶۶/۶۶) و لاین شماره ۱۰ از نظر افزایش وزن هزار دانه ($\overline{X}$=۵/۲g) دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد در بین لاین‌های دز ۵۰۰ گری بوده‌اند. در بین لاین‌های مورد ارزیابی در دز ۷۰۰ گری تنها برای صفت ارتفاع ساقه اصلی و برای لاین شماره ۱۸ ($\overline{X}$=۷۶/۶۷cm) اختلاف معنی داری نسبت به شاهد ($\overline{X}$=۱۲۰/۸۸cm) مشاهده گردید. در دز ۹۰۰ گری، شماره های ۴ ($\overline{X}$ = ۷۰cm) و ۹ ($\overline{X}$=۵/۳۷g) به ترتیب با کمترین ارتفاع ساقه و بیشترین وزن هزار دانه مطلوب‌ترین لاین‌های این دز بوده‌اند.

بحث

مطابق بررسی‌های انجام گرفته در این تحقیق مشخص گردید که اشعه گاما روی اکثر صفات مورد ارزیابی تأثیر کاهشی داشته است. این کاهش در رابطه با صفت درصد جوانه زنی در رقم PF نسبت به سایر صفات در این رقم و رقم زرفام بیشتر بوده طوری که افزایش دز اشعه موجب کاهش ۲ الی ۵ برابری مقدار درصد جوانه‌زنی تیمارها نسبت به شاهد گردیده است.

و از آنجایی که جوانه‌زنی از صفات پایه‌ای و مهم، جهت رشد بعدی هر گیاه محسوب می‌شود، لذا می‌توان گفت که تأثیر اشعه گاما روی درصد جوانه‌زنی منفی بوده است. پاتیل و همکاران (۱۷)، تنوع ایجاد شده در صفات کمی یک واریته از سویا که تحت تیمار اشعه گاما بوده را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها مشاهده نمودند که درصد جوانه‌زنی در همه تیمارها به طور معنی‌داری کاهش نشان داده است. درحالی که سمالتین و همکاران (۶)، مستقل بودن جوانه‌زنی بذور تحت تیمار اشعه گاما را از دزهای مختلف اشعه در نخود اظهار داشتند.

جدول۴- مقایسه میانگین صفات در نسل M_2 ارقام کلزا

دز	صفات	رقم PF					رقم زرفام				
		ارتفاع ساقه اصلی	تعداد شاخه فرعی	تعدادغلاف‌در شاخه اصلی	طول غلاف	وزن هزاردانه	ارتفاع ساقه اصلی	تعدادشاخه فرعی	تعدادغلاف‌در شاخه اصلی	طول‌غلاف	وزن هزاردانه
۰		۱۱۸/۷۵	۱۲/۳۳۵	۱۹/۷۵۵	۷/۳۷۲	۴/۲۳۵	۱۲۴/۹۱۷	۸/۶۶۷	۲۰/۷۵۰	۶/۲۵۰	۵/۷۴۲
۵۰۰		۱۰۱/۳۳۸	۴/۰۹۱**	۲۵/۸۹۴	۶/۰۵۴**	۳/۴۴۵**	۱۱۶/۵۶۹	۷/۳۲۸	۱۳/۱۸۵	۶/۱۹۹	۴/۰۰۸**
۷۰۰		۹۷/۴۱۲**	۴/۸۷۴**	۲۳/۵۳۶	۵/۶۱۱**	۳/۳۴۲**	۱۱۲/۳۳۶	۶/۶۴۸	۱۳/۰۱۵	۵/۷۷۷	۴/۱۷۷**
۹۰۰		۹۱/۵۶۸**	۵/۸۸۵**	۲۰/۲۹۴	۵/۹۹۷**	۳/۹۹۰**	۱۰۹/۳۱۰	۷/۵۹۳	۱۵/۶۵۲	۵/۷۱۹	۴/۰۰۱**
۱۱۰۰		–	–	–	–	–	۱۰۷/۲۴۴	۷/۷۱۲	۱۵/۹۹۶	۶/۰۳۳	۳/۸۹۵**
۱۳۰۰		–	–	–	–	–	۱۱۳/۵۸۳	۷/۶۲۷	۱۵/۱۳۳	۵/۲۹۱	۴/۱۷۰**
LSD		۱۷/۸۱	۵/۳۳	–	۹۴/۱۸	۰/۹۱	–	–	–	–	۰/۷۳

*و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

بیشترین ضریب نسبی تنوع بین ارقام و صفات مورد مطالعه نیز مربوط به دز ۱۳۰۰ گری برای صفت سرعت جوانه‌زنی در رقم PF بوده یعنی دز ۱۳۰۰ گری اشعه باعث افزایش بیشتر واریانس ژنتیکی تیمار نسبت به شاهد آزمایشی در مقایسه با دزهای اعمال شده برای این صفت و سایر صفات گردیده است. در نسل M_2 نیز تأثیر کاهشی دز اشعه بخصوص در رقم PF مشهود می‌باشد. در بین صفات مورد ارزیابی تنها تعداد غلاف در شاخه اصلی که از مهمترین فاکتورهای دخیل در عملکرد گیاهان تیره براسیکا می‌باشد در همه دزهای اعمال شده در رقم PF، مقدار بیشتری نسبت به شاهد داشته است و این نتیجه به عنوان یک تغییر مطلوب اصلاحی تلقی می‌گردد. بگ (۴)، در مطالعات خود روی کلزا ضمن بیان اهمیت این صفت در کلزا، اظهار داشت که تعداد غلاف در شاخه اصلی با تعداد شاخه فرعی همبستگی منفی دارد و کاهش تعداد شاخه فرعی می‌تواند منجر به افزایش تعداد غلاف گردد که این نکته با نتایج به دست آمده در رقم PF مطابقت دارد. کاهش ارتفاع ساقه هم می‌تواند یک تغییر مفید محسوب گردد چرا که پاکوتاهی در گیاهان تیره براسیکا موجب مقاومت بیشتر به ورس و پذیرش دزهای بالاتر کود و در نتیجه افزایش عملکرد می‌گردد (۱۶). چوهان و کومار (۷) و شاه و همکاران (۲۲)، موتانت‌های پاکوتاه با پتانسیل عملکرد بالا را از طریق تیمار موتاژنی در جمعیتی از کلزا و خردل به دست آوردند. اگر چه عکس العمل ارقام PF و زرفام تحت تیمار اشعه برای بسیاری از صفات یکسان بوده است، اما نتایج نشان‌دهنده تأثیرپذیری بیشتر رقم PF نسبت به رقم زرفام از دزهای اعمال شده اشعه گاما می‌باشد. این نتایج بیانگر این نکته می‌باشد که مکانیسم تأثیر موتاژن با نوع رقم مورد مطالعه و روابط ژنتیکی آن قبل از تیمار رابطه مستقیمی دارد. بطور کلی می‌توان گفت که کارایی موتاژنی در ایجاد تغییرات مطلوب در صفات مورد بررسی بسته به نوع صفت، نوع رقم و میزان مورد مصرف آن متفاوت است. و از آنجایی که در رقم زرفام میانگین اکثر صفات مورد ارزیابی نزدیک به میانگین آن در شاهد بوده است به نظر می‌رسد که برای این رقم استفاده از مقادیر بالاتر دز اشعه برای ایجاد تنوع لازم باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات در لاین های مورد ارزیابی در ارقام کلزا

دز اشعه	منابع تغییر	درجه آزادی	رقم PF						رقم زرفام					
			MS						MS					
			۱	۲	۳	٤	٥	٦	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۵۰۰	تکرار	۲	۲۸۷/۲	۲/۷۵	۶۴۰/۰۱*	۱۴۱۹۰	۰/۰۶۱^{ns}	۰/۱۳۸^{ns}	۱۲۲۷/۹*	۵/۰۸^{ns}	۲۴۱/۵*	۲۳۶/۶^{ns}	۰/۵۱۶**	۰/۰۴۵^{ns}
	ژنوتیپ	۲۰	۳۵۳/۷**	۸/۳۹**	۲۰۶/۵^{ns}	۱۲۶۱۰/۷**	۱/۶۶**	۱/۱۷**	۷۳۹/۰۱**	۶/۸۳^{ns}	۷۸/۰۸^{ns}	۹۷۴۳/۴^{ns}	۰/۵۵۱**	۰/۸۱۳**
	خطا	۴۰	۱۴۳/۹	۱/۳۹	۱۹۲/۲	۳۸۸۲/۸	۰/۰۶۳	۰/۰۶۱	۲۷۳/۹	۴/۷۳	۵۴/۴	۵۹۴۷/۱	۰/۰۵۳	۵/۷۹
۷۰۰	تکرار	۲	۳/۹۶^{ns}	۱/۲۷^{ns}	۲۱۸/۵^{ns}	۴۶۶۰۴/۵^{ns}	۰/۱۲۴^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۲۰/۰۰۵^{ns}	۴/۴۴^{ns}	۲۱/۶۹^{ns}	۲۴۷۸/۵^{ns}	۰/۲۳۴^{ns}	۰/۰۳۶^{ns}
	ژنوتیپ	۲۰	۴۳۲/۹*	۸/۸۹*	۱۵۰/۴^{ns}	۲۴۸۰۹/۴^{ns}	۱/۰۳۸**	۱/۰۳۶**	۵۶۰/۹*	۱۰/۴۸**	۱۴۰/۴^{ns}	۱۷۱۶۱/۰۱**	۰/۹۵۴**	۰/۴۵۷**
	خطا	۴۰	۱۵۸/۱	۴/۱۳	۲۰۶/۱	۱۷۹۱۳/۳	۰/۱۱۷	۰/۱۵۸	۲۵۹/۳	۴/۲۶	۸۵/۳	۴۷۸۷/۵	۰/۱۰۴	۰/۰۵۹
۹۰۰	تکرار	۲	۲۱/۹۸^{ns}	۰/۶۴۷^{ns}	۱۶^{ns}	۹۷/۲^{ns}	۰/۰۷۴^{ns}	۰/۲۲۰^{ns}	۵۰/۶^{ns}	۷/۱۱^{ns}	۲۶/۸۴^{ns}	۱۰۰۴۵/۱^{ns}	۰/۱۰۸^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}
	ژنوتیپ	۲۰	۵۰۴/۶**	۶/۷۷^{ns}	۱۸۲/۰۱*	۱۲۸۳۶/۰۷**	۲/۵۷**	۰/۹۱۲**	۱۰۱۵/۲**	۸/۸۸^{ns}	۱۱۳/۴^{ns}	۸۷۵۳/۲^{ns}	۱/۸۶**	۰/۶۱۹**
	خطا	۴۰	۲۰۱/۲	۳/۹۵	۸۴/۹	۳۰۳۶/۶	۰/۳۶۷	۰/۱۸۹	۴۰۵/۰۵	۷/۹	۶۸/۰۸	۸۴۴۹/۳	۰/۱۵۸	۰/۰۶۵
۱۱۰۰	تکرار	–	–	–	–	–	–	–	۲۴۲/۷^{ns}	۱۲/۰۸^{ns}	۱۳۳/۸^{ns}	۱۲۰۱/۶^{ns}	۰/۱۶۱^{ns}	۰/۳۰۳^{ns}
	ژنوتیپ	–	–	–	–	–	–	–	۷۸۰/۲**	۹/۵۹^{ns}	۱۰۷/۱^{ns}	۱۳۴۵۶/۶^{ns}	۲/۲۵**	۱/۳۴**
	خطا	–	–	–	–	–	–	–	۲۲۴/۲	۵/۸۲	۹۹/۶	۹۷۷۶/۶	۰/۱۱۵	۰/۱۶۱
۱۳۰۰	تکرار	–	–	–	–	–	–	–	۱۹۰/۷^{ns}	۱/۰۳^{ns}	۴۶/۰۷^{ns}	۱۷۰۵/۹^{ns}	۰/۰۲۴^{ns}	۰/۰۶۸^{ns}
	ژنوتیپ	–	–	–	–	–	–	–	۱۰۲۸/۲**	۱۲/۱**	۲۰۲/۳**	۱۱۳۶۳/۱^{ns}	۱/۲۷**	۰/۶۵۸**
	خطا	–	–	–	–	–	–	–	۱۴۹/۲	۵/۱۰۶	۵۲/۲۰	۶۲۸۷/۳	۰/۲۳۹	۰/۰۷۸

۱- ارتفاع ساقه اصلی. ۲- تعداد شاخه فرعی. ۳- تعداد غلاف در شاخه اصلی. ۴- تعداد غلاف در شاخه فرعی. ۵- طول غلاف. ۶- وزن هزار دانه.

: غیر معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪* * و*

منابع

۱- عندلیبی ب، ا، زنگانی و ع، حق نظری. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تنش خشکی بر شاخص های جوانه زنی شش رقم کلزا. مجلـه علـوم کـشاورزی ایران. ۴۶۳-۴۵۷.

2- Ahmad, I., J. P. Day, M. V. MacDonald and D. S. Ingram. 1991. Haploid culture and UV mutagenesis in rapid-cycling *Brassica napus* for the generation of resistance to chlorsulfuron and Alternaria brassicicola. Ann. Bot. 67: 519-521.

3- Ando, A., 1970. Mutation induction in rice by radiation combined with chemical protectants and mutagens. In rice breeding with induced mutation II. IAEA. Vienna. Pp: 1-5.

4- Beg, A., 1984. Status of rapeseed and mustard in Pakistan. In: Manual on Rapseed and mustard Production Technology. Oilseeds Programmers. Pak. Agric. Res. Council, Islamabad, Pakistan,PP:11.

5- Brock, R. D., 1976. Prospects and perspectives in mutation breeding. Basic Life Sci. 8: 117-132.

6- Cemalttin, Y., A. D. Turkan, K. M. Khawar, M. Atac and S. Ozcan. 2004. Use of gamma rays to induce mutations in four pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. Turk. J. Biol. 30: 29-37.

7- Chuhan, Y. S. and K. Kumar, 1986. Gamma rays induced chocolate B seeded mutant in *Brassica compestris* L. cv. Yellow Sarson. Current Sci. India. 55-410.

8- Javed, M. A., A. Khatri, I. A. Khan, M. Ahmad, M. A. Siddiqui and A. G. Arian. 2000. Utilization of gamma irradiation for the genetics improvement of oriental mustar (*Brassica juncea*). Pak. J. Bot. 32: 77-83.

9- Javed, M. A., M. A. Siddiqui, M. Kashif, A. Khatri, I. A. Khan, N. A. Dahar, M. H. Khanzada and R. Khan. 2003. Development of high yielding mutants of *Brassica campestris* L. cv. Toria selection through gamma rays irradiation. Plant Sci. 2: 192-195.

10- Joshi, S. N and K. D. Fery. 1967. Genetic variability in oats from recurrent and alternate treatment with physical and chemical mutagens. Radiate. Bot. 7: 513-520.

11- Maluszynski, M., S. A. Beanet and S. Bojorn. 1995. Application of in vitro and in vivo mutation techniques for crop improvement. Euphytica. 85: 303-307.

12- Mensah, J. K. and B. Obadoni. 2007. Effect of sodium azid on yield parameters of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Afr. J. Biotech. 6: 668-671.

13- Molina-Cano, J. L., F. Roca de Tgores, C. Royo and A. Perez. 1989. Fast-germination low β-glucan mutants induced in barley with improved malting quality and yield. Theor. Appl. Genet. 78: 748-754.

14- Montalvan, R. and A. Ando. 1998. Effect of gamma-radiation and sodium azide on quantitative characters in rice (*Oryza sativa* L.). Genet. Mol. Boil. 21:1-10.

15- Mungprom, A., S. G. Thomas. T. Sun and T. C. Osborn. 2005. A novel dwarfing mutation in a green revolution gene from *Brassica rapa*. Plant Physiol. Rev. 10: 1104 pp.

16- Olejniczak, J. and E. Adamska, 1999. Achivement of mutation breeding of cereal and oilseed crops in Poland proc. 3rd Int. Symp. New Genetical Approaches to crop improvement-III. Nuclear Institut of Agriculture, TandoJam, Pakistan. 55-63.

17- Patil, A., S. P. Taware and V. M. Raut. 1985. Induced variation in quantitive traits due to physical (gamma rays), chemical (EMS) and combind mutagen treatments in soybean [*Glycin max* (L.) Merril]. India J. Genet. 11: 149-155.

18- Rawling, J. O., D. D. G. Hanway and C. O. Gardner. 1958. Variation in quantitative characters of soybeen after seed irradiation. Agr. J. 50: 524-528.

19- Rehman, A., M. L. Das, M. A. R. Howlidar and M. A. Mansur. 1987. Promising mutants in *Brassica compestris*. Mut. Breed. Newsl. 29: 14-15.

20- Saha, A., S. C. Santra and S. Chanda. 2005. Modulation of some quantitative characteristics in rice (*Orayza sativa*) by ionizing radiation. Radiat. Physic. Chem. 74: 391-394.

21- Sengupta, S. and A. Kumar Datta. 2004. Desirable macromutants induced by chemical mutagens in sesame (*Sesamum indicum* L.). Cytologia. 69: 291-295.

22- Shah, S. A., I. Ali and K. Rahman, 1990. Induction and selsction of superior genetic variables of oilseed rape, *Brassica napus* L. The Nucleus, 7: 37-40.

23- Siddiq, E. A. & M. S. Suaminathan. 1968. Induced mutations in relation to the breeding and phytogenetic differentiation of (Oryza sativa L.) In: rice breeding with induced mutation, IAEA, Vienna. Pp: 25-51.

24- Waghmare, V. N. and R. B. Mehra. 2000. Mutation in grasspea (*Lathyrus sativus* L.). Lathyrus Lathyrisum Newsl. 1: 21-24.

25- Wang, G. L., M. Shen, Q. F. Chen and G. Xu. 1995. Preliminary study of mutagenic effects of nitrogen ion implantation in rice. Acta Agriculture Nucleatae Siniea. 9: 73-79.

26- Wani, A. and M. Anis. 2008. Gamma Ray- and EMS-Induced Bold-Seeded High-Yielding mutants in chickpea (*Cicer arietinum*). Turk. J. Biol.. 32: 1-5.