Archive of SID

J. of Nucl Sci. and Tech.
82, 2018, 75-83

مجله‌ی علوم و فنون هسته‌ای
۸۲، ۱۳۹۶، ۷۵-۸۳

# ایجاد جهش در صفات مرتبط با خورجین در ارقام کلزا با استفاده از اشعه‌ی گاما

**محمدحسین فتوکیان***
**گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده‌ی علوم کشاورزی،دانشگاه شاهد، صندوق پستی: ۱۵۹-۱۸۱۵۵، تهران ـ ایران**

**چکیده:** بذور ارقام کلزای ساری گل و RGS003 با اشعه‌ی گاما در دزهای ۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰Gy تیمار شدند. در نسل M۲، بذر هر بوته در یک ردیف جداگانه کشت شد و کلیه‌ی بوته‌های هر لاین در طول فصل زراعی بررسی شدند. در این نسل تعداد ۱۸ لاین موتان از رقم ساری گل و ۱۲ لاین موتان از رقم RGS003 با توجه به تغییرات مشاهده شده در صفات زراعی مانند طول خورجین، تعداد خورجین و زمان گل‌دهی به دست آمد. بین دزهای اشعه‌ی گاما از نظر عقیمی دانه‌ی گرده، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد، ولی این تفاوت برای عقیمی بذر معنی‌دار نبوده است. حداکثر عقیمی دانه‌ی گرده در دز ۸۰۰Gy مشاهده شد. بیش‌تر موتان‌های به دست آمده در ارقام RGS003 و ساری گل به ترتیب در دزهای ۱۲۰۰ و ۸۰۰Gy به دست آمدند. در نسل M۳، موتان‌های به دست آمده در هر دو رقم کلزا برای صفاتی مانند تعداد خورجین در ساقه‌ی اصلی، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و طول دوره‌ی گل‌دهی تغییرات داشتند.

***کلیدواژه‌ها:*** ***اشعه‌ی گاما، جهش مصنوعی، کلزا، طول خورجین، موتان***

# Induction of Mutation for Traits Related to Pod in Rapeseed (*Brassica Napus* L.) Cultivars Using Gamma Rays

**M.H. Fotokian***
**Croup Science and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Shahed University, P.O.Box: 18155-159, Tehran-Iran**

**Abstract:** The grains of cultivars Rapeseed Sarigol and RGS003 were irradiated with gamma rays at doses 0, 800, 1000 and 1200 Gary (GY). For M2 generation, the grain of each plant was cultivated in a separate row and all plants were individually investigated during cultivation. According to the observed changes in agronomic traits such as pod length, the number of pods and flowering during M2 generation, 18 and 12 candidate mutant lines were obtained from Sarigol and RGSOO3, respectively. The differences among gamma rays doses were not statistically significant for seed sterility, while they were significant for pollen sterility at the level of 1%. Maximum pollen sterility was observed in 800 GY. Induced mutations in RGS003 and Sariglo cultivars were mostly obtained in 1200 and 800 GY, respectively. The M3 mutant lines in both Rapeseed cultivars contained a variation on traits such as the number of pod per the main stem, the number of pod per plant, pod length, the number of grain per pod, grain weight and flowering duration.

***Keywords:*** ***Gamma Rays, Induced Mutation, Rapeseed (Brassica Napus L.), Pod Length, Mutant***

fotokian@shahed.ac.ir
*email:

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۵/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۶/۱۵



www.SID.ir

Archive of SID



## ۱. مقدمه

با توجه به این‌که بیش از ۹۰٪ روغن خوراکی کشور از طریق واردات فراهم می‌شود، لزوم برنامه‌ریزی بلندمدت و منسجم با هدف نیل به خودکفایی در تولید روغن خوراکی غیر قابل انکار خواهد بود. در سال‌های اخیر، به دلیل توجه بیش‌تر به توسعه و ترویج کلزا، سطح زیر کشت آن افزایش قابل‌ملاحظه‌ای یافته است. ویژگی‌های خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط مختلف آب و هوایی ایران، اهمیت این محصول را بیش‌تر کرده است [۱].

فعالیت‌های به نژادی بر پایه‌ی تنوع و گزینش بنا شده است. تنوع ژنتیکی در گیاهان می‌تواند به صورت طبیعی و یا مصنوعی ایجاد شود. از آن‌جا که فراوانی تنوع طبیعی ناچیز است و سرعت آن نیز کند است، به نژادگر از تنوع مصنوعی اســتفاده می‌کند. تنوع مصنوعی از طریق دورگ‌گیری مصنوعی، جهش‌های مصنوعی، پلی‌پلوئیدی و کشت بافت یا سلول و یا با استفاده از تکنیک‌های مهندسی ژنتیک حاصل می‌شود [ ۲، ۳]. پژوهشگران برای القاء جهش از مواد فیزیکی و شیمیایی استفاده می‌کنند. از عوامل فیزیکی می‌توان به اشعه‌ی یونیزه‌کننده مانند گاما که بیش‌ترین کاربرد را در اصلاح جهش مصنوعی دارند استفاده کرد [۴]. قسمت‌های مختلف گیاه مثل کل گیاه، بذر، دانه‌ی گرده و مریستم‌ها می‌توانند تحت تیمار مواد جهش‌زا قرار گیرند. در گیاهانی که تکثیر جنسی دارند تیمار بذر با مواد جهش‌زا معمول‌ترین روش است.

روش اصلاح از طریق جهش برای خیلی از گیاهان با موفقیت قابل توجه همراه بوده است [۳، ۱۰]. تا سال ۲۰۰۰ میلادی، حدود ۲۲۵۲ واریته‌ی موتان از طریق این روش در گونه‌های مختلف گیاهی اصلاح شدند که ۱۵۸۵ موتان به طور مستقیم، و بقیه در استفاده‌ی غیرمستقیم از طریق به‌کار بردن موتان‌ها در تلاقی‌ها معرفی شدند. تعداد واریته‌های موتانی که اصلاح و معرفی شدند و در پایگاه اطلاعاتی[1] واریته‌های موتان تا قبل از پایان سال ۲۰۰۰ میلادی ثبت شدند به ۲۲۵۲ موتان می‌رسد. تقریباً نیمی از این واریته‌ها (۱۰۱۹ واریته) طی ۱۵ سال قبل از آن معرفی شدند [۱۱، ۱۲].

در بین گیاهان دانه روغنی شاید بیش‌ترین توجه از نظر اصلاح موتاسیونی به کلزا و آفتابگردان شده است که در آن جهش‌های مصنوعی و طبیعی در ترکیب با روش‌های اصلاح نبات کلاسیک برای تغییر ترکیب روغن و افزایش عملکرد استفاده شده‌اند [۱۳]. شو و همکاران [۱۴] در مطالعه‌ی اثر اشعه‌ی گاما با دزهای ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۵۰Gy در بذور دو لاین کلزا ۷۲۱ و ۹۰۸ مشاهده کردند که با افزایش دز اشعه‌ی گاما، میزان جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. آنها هم‌چنین کاهش رشد و ارتفاع گیاه را در نسل M۱ مشاهده کردند. از بین صفات کمّی مطالعه شده، ارتفاع شاخه‌ی فرعی اولیه نسبت به بقیه دارای حساسیت بیش‌تری نسبت به اشعه‌ی گاما بوده است. ارتفاع گیاه و ارتفاع شاخه‌های فرعی اولیه در بوته‌های نسل M۲ در تیمار ۱۰۰Gy لاین ۹۰۸ کاهش یافت ولی تعداد شاخه‌های فرعی اولیه افزایش یافته بود و عملکرد دانه بوته‌ها تغییری پیدا نکرد. در نسل M۲، موتان‌های با کاهش ارتفاع شاخه‌های فرعی اولیه به دست آمدند که با توجه به مطالعات انجام شده در نسل‌های بعدی، از نظر اصلاحی با ارزش بودند. چن و همکاران [۱۵] بذور لاین‌های کلزای ۷۶۱ و ۵۳۲ را با اشعه‌ی گاما در دزهای ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰Gy تیمار دادند و نتیجه گرفتند که اشعه‌ی گاما درصد جوانه‌زنی بذر، کیفیت بذر و صفات مهم زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با افزایش دز، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و از این نظر لاین ۵۳۲ نسبت به لاین ۷۶۱ تحمل بیش‌تری داشته است. ارتفاع بوته و طول شاخه‌ی اولیه در نسل M۲ کاهش، ولی وزن هزار دانه تغییر نیافته بود. دزهای ۸۰۰ و ۱۰۰۰Gy باعث افزایش روغن دانه شدند و مقدار اولئیک اسید و اروسیک اسید به طور آشکاری تغییر یافتند.

هدف از انجام این آزمایش، القاء جهش در صفات مختلف ارقام کلزای ساری گل و RGS003 به ویژه صفات مربوط به عملکرد دانه (خورجین) بوده است.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۱.۲ مواد گیاهی و پرتوتابی

بذور ارقام کلزای ساری‌گل و RGS003 که از بخش دانه‌های روغنی مؤسسه‌ی اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر کرج فراهم شده بودند، با اشعه‌ی گاما در دزهای ۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰Gy پرتوتابی شدند. عمل پرتوتابی با چشمه‌ی $^{60}Co$ سازمان انرژی



www.SID.ir

Archive of SID


اتمی ایران انجام گرفت. بذور پرتوتابی شده در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه شاهد کشت شدند.

**۲.۲ کاشت بذر M۱ و مراحل داشت**

کاشت بذر در پشته‌های به عرض ۳۰cm و طول ۵m و فاصله‌ی دو پشته‌ی ۶۰cm انجام گرفت. عملیات شخم زمین و مراحل کاشت و داشت طبق عرف منطقه انجام گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی اجرا شد. فاکتور اول ارقام کلزا (ساری‌گل و RGS003) و فاکتور دوم دزهای اشعه‌ی گاما (۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰Gy) بوده است. هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شده برای یک ترکیب تیماری حدود ۵۰$m^2$ بوده است. با توجه به این‌که تعداد ترکیب تیماری ۸ ترکیب از ارقام کلزا و دزهای اشعه‌ی گاما بوده است، هر ترکیب به ۲۵ قسمت تقسیم شد و به عنوان ۲۵ تکرار در نظر گرفته شد.

**۳.۲ برآورد درصد عقیمی دانه‌ی گرده‌ی نسل M۱**

تعداد ۲۵ بوته در مرحله‌ی گل‌دهی به تصادف از هر ترکیب تیماری- تکرار، و از هر بوته‌ی هم ۵ گل به تصادف از ساقه‌ی اصلی انتخاب شدند. غنچه‌های گل برداشت شده در الکل ۶۰٪ و در یخچال نگه‌داری شدند. مطالعه‌ی تعداد دانه‌های گرده‌ی عقیم با استفاده از محلول یدید پتاسیم ۱٪ و با استفاده از میکروسکوپ (بزرگ‌نمایی ۴۰) در آزمایشگاه ژنتیک و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد انجام شد. درصد عقیمی از تقسیم تعداد دانه‌های گرده‌ی عقیم به تعداد کل دانه گرده برآورد شد [۱۶]. برای تجزیه‌ی آماری از میانگین ۵ گل استفاده شد.

**۴.۲ برآورد درصد عقیمی بذر نسل M۱**

در مرحله‌ی رسیدن دانه، تعداد ۲۵ بوته به تصادف از هر ترکیب تیماری- تکرار انتخاب و از هر بوته نیز ۱۰ خورجین بذری به طور تصادفی از ساقه‌ی اصلی برداشت شد. از تقسیم تعداد عدم تشکیل بذر بر تعداد کل بذری که باید در هر خورجین تشکیل شود، درصد عقیمی بذر برآورد شد. تجزیه‌ی آماری با استفاده از میانگین ۱۰ خورجین استفاده شد.

**۵.۲ مطالعات نسل M۲**

در زمان رسیدن بذر بوته‌های نسل M۱، تعدادی از بوته‌ها به تصادف از هر تیمار- تکرار انتخاب و بذور (بذور M۲) آنها به طور جداگانه برداشت شد. بذور شاهد (بذور تیمار نشده به تعداد ۶ خط از هر رقم) و بذور M۲ (به تعداد ۶۵۰ خط که ۳۱۹ خط از RGS003 و ۳۳۵ خط از ساری گل) در خطوطی به طول ۲m و عرض ۵۰cm کشت شدند. در نسل M۲ از هر یک از ارقام ساری‌گل و RGS003 به ترتیب ۱۸ و ۱۲ لاین موتان از دزهای مختلف اشعه‌ی گاما به دست آمدند که مطالعه‌ی آنها به همراه شاهد در نسل بعدی (M۳) انجام گرفت.

**۶.۲ مطالعات نسل M۳**

بذرهای M۲ به همراه شاهد در مزرعه‌ی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی استان مازندران- ساری بررسی شدند. بذور هر توده‌ی بذر در ۴ خط ۲ متری کشت شد. همه‌ی بوته‌ها از نظر صفاتی مانند تعداد خورجین در ساقه‌ی اصلی، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و طول دوره‌ی گل‌دهی در این نسل مطالعه شدند.

**۷.۲ تجزیه و تحلیل آماری**

تجزیه‌ی واریانس و آزمون مقایسه‌ی میانگین (آزمون دانکن)، هم‌بستگی پیرسون بین صفات و هم‌چنین آزمون t با نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

## ۳. نتایج و بحث

**۱.۳ تأثیر اشعه‌ی گاما در عقیمی دانه‌ی گرده و عقیمی بذر**

بین دو رقم کلزای مورد مطالعه از نظر عقیمی دانه‌ی گرده و عقیمی بذر تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۱). بین دزهای اشعه‌ی گاما از نظر عقیمی دانه‌ی گرده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد ولی این تفاوت برای عقیمی بذر معنی‌دار نبوده است. اثر متقابل ارقام کلزا و دزهای اشعه‌ی گاما اثر معنی‌دار آماری برای دو صفت مورد مطالعه نداشتند.

از نظر عقیمی دانه‌ی گرده و عقیمی بذر رقم RGS003 در مقایسه با رقم ساری‌گل نسبت به اشعه‌ی گاما حساس‌تر بوده است (جدول ۲).

حداکثر عقیمی دانه‌ی گرده در دز ۸۰۰Gy ایجاد شد (جدول ۳). تفاوت بین دزهای ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰Gy از نظر عقیمی دانه گرده



www.SID.ir

Archive of SID



معنی‌دار نبوده است. گرچه تفاوت بین دزهای اشعه‌ی گاما از نظر عقیمی بذر معنی‌دار نبوده است ولی با افزایش دز، مقدار عقیمی بذر نیز افزایش یافته است (جدول ۳).

**جدول ۱.** نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر اشعه‌ی گاما بر عقیمی دانه گرده و عقیمی بذر در نسل M۱

| منابع تغییرات | درجه‌ی آزادی | میانگین مربعات (MS) | |
|---|---|---|---|
| | | عقیمی دانه‌ی گرده | عقیمی بذر |
| ارقام کلزا (A) | ۱ | ۰٫۰۱۷ | ۰٫۰۶ |
| دز اشعه‌ی گاما (B) | ۳ | ۰٫۲۴۸ ** | ۰٫۰۳۶ |
| A×B | ۳ | ۰٫۰۲۷ | ۰٫۰۳۷ |
| خطای آزمایش | ۱۷۵ | ۰٫۰۱۱ | ۰٫۰۱۸ |

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪. میانگین مربعات بدون علامت معنی‌دار نیستند.

**جدول ۲.** میانگین درصد عقیمی محاسبه شده از طریق دانه‌ی گرده و بذر در بوته‌های M۱

| ارقام کلزا | عقیمی دانه‌ی گرده (٪) | عقیمی بذر (٪) |
|---|---|---|
| ساری‌گل | ۹٫۱ | ۲۲٫۹ |
| RGS003 | ۱۰٫۹ | ۲۵٫۴ |

بین ارقام از نظر صفت فوق تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱) و بنابراین آزمون مقایسه‌ی میانگین انجام نگرفت.

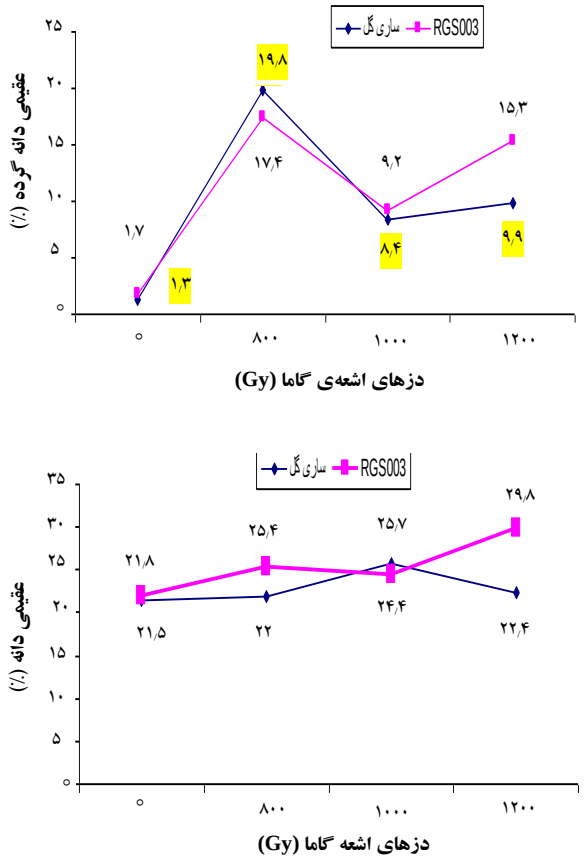
**جدول ۳.** نتایج مقایسه‌ی میانگین عقیمی دانه‌ی گرده و عقیمی بذر در بوته‌های M۱

| دز اشعه‌ی گاما (گری) | عقیمی دانه‌ی گرده (٪) | عقیمی بذر (٪) |
|---|---|---|
| شاهد | ۱٫۵c | ۲۱٫۷ |
| ۸۰۰ | ۱۸٫۶a | ۲۳٫۷ |
| ۱۰۰۰ | ۸٫۸b | ۲۵ |
| ۱۲۰۰ | ۱۱٫۱b | ۲۶٫۱ |

حروف غیرمشابه در هر ستون به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است. تفاوت بین سطوح مختلف اشعه‌ی گاما از نظر عقیمی بذر معنی‌دار نبوده است (جدول ۱) و بنابراین آزمون مقایسه‌ی میانگین انجام نگرفت.

رقم RGS003 از نظر عقیمی بذر نسبت به رقم ساری‌گل حساس‌تر بوده است که البته این موضوع در تیمار شاهد زیاد مطرح نیست ولی در تیمار پرتوی به ویژه در دزهای ۸۰۰ و ۱۲۰۰Gy حساسیت RGS003 نسبت به ساری گل برای عقیمی بذر که نمادی از وقوع ناهنجاری‌های کروموزمی در اثر تیمار پرتوی است بیش‌تر مشاهده شده است (شکل ۱).

اثر متقابل ارقام کلزا و دزهای اشعه‌ی گاما با وجود این‌که از نوع تغییر در ترتیب است، ولی به دلیل کافی نبودن مقدار آن، این تأثیر معنی‌دار نشده است و نشان‌دهنده‌ی آن است که دو فاکتور اشعه‌ی گاما و ارقام از نظر عقیمی دانه‌ی گرده و عقیمی بذر مستقل از همدیگرند. به استثنای دز ۸۰۰Gy، در بقیه‌ی موارد، درصد عقیمی دانه‌ی گرده RGS003 بیش‌تر از ساری‌گل بوده است و با این نتایج می‌توان چنین نتیجه گرفت که رقم RGS003 از نظر درصد عقیمی دانه‌ی گرده نسبت به اشعه‌ی گاما حساس‌تر از رقم ساری‌گل است. تفاوت درصد عقیمی دانه‌ی گرده و عقیمی بذر این دو رقم در دز ۱۲۰۰Gy به حداکثر می‌رسد (شکل ۱).




**شکل ۱.** اثر متقابل ارقام کلزا و دزهای اشعه‌ی گاما از نظر درصد عقیمی دانه‌ی گرده و عقیمی بذر در نسل M۱.

معمولاً میزان و نوع عقیمی در نسل M۱ تا اندازه‌ای از عقیمی نسل‌های بعد متفاوت است و به احتمال زیاد فقط بخشی از عقیمی نسل M۱ قابل توارث است و به نسل‌های بعدی منتقل می‌شود. عقیمی علاوه بر دلایل ژنتیکی که ناشی از آسیب‌های فیزیولوژیکی است با توجه به زمینه‌ی ژنتیکی، به شرایط تیمار با مواد جهش‌زا، نوع و دز جهش‌زا بستگی دارد. حتی در استفاده از یک دز، میزان عقیمی از یک گیاه به گیاه دیگر و از یک گل آذین به گل آذین دیگر متفاوت است، که نشان‌دهنده‌ی تأثیر تصادفی جهش‌زاها در نوع و فراوانی آسیب‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی است. برای اهداف اصلاح ژنتیکی گیاهان، معمولاً عقیمی کم و فراوانی بالای جهش زنده مدنظر است. به طور کلی عقیمی ناشی از اشعه‌ی گاما به خاطر جهش کروموزمی به ویژه نقصان‌های کوچک[۲] یا جابه‌جایی[۳] است [۱۶].



www.SID.ir

Archive of SID


معمولاً با افزایش دز جهش‌زا، درصد عقیمی نیز افزایش می‌یابد و بین فراوانی جهش و عقیمی با دز تا اندازه‌ای هم‌بستگی وجود دارد و بعد از آن به دلیل مرگ و میر زیاد ناشی از افزایش دز یا عقیمی، فراوانی جهش نیز کاهش می‌یابد. بین درصد جوانه‌زنی، و درصد عقیمی همبستگی اندکی وجود دارد، زیرا عقیمی عمدتاً ناشی از ناهنجاری‌های کروموزمی و ژنی است، در حالی‌که کاهش جوانه‌زنی، بیش‌تر به خاطر آسیب‌های فیزیولوژیکی و تأخیر در تقسیم میتوز است [۱۶].

**۲.۳ لاین‌های موتان نسل M۳**

در هر دو رقم کلزای مورد مطالعه و در همه‌ی تیمارهای اشعه‌ی گاما، لاین موتان مشاهده شد (جدول‌های ۴ و ۵).

**جدول ۴.** متوسط صفات مطالعه شده در لاین‌های موتان M۳ در کلزای رقم RGS003

| شماره‌ی لاین موتان | دز اشعه‌ی گاما (Gy) | تعداد خورجین در ساقه‌ی اصلی | تعداد خورجین در بوته | طول خورجین (cm) | تعداد دانه در خورجین | وزن هزار دانه (g) | دوره گل‌دهی (روز) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۲۰۰ | ۳۰** | ۱۷۴** | ۶ ns | ۱۷** | ۳٫۳۷۹* | ۳۸ |
| ۲ | ۱۲۰۰ | ۳۵٫۵* | ۱۱۵٫۵** | ۴٫۷۵** | ۱۹** | ۳٫۳۵۱* | ۴۴ |
| ۳ | ۱۲۰۰ | ۳۶٫۵* | ۱۷۵٫۵* | ۷** | ۲۰٫۶** | ۴٫۷۵۷** | ۴۳ |
| ۴ | ۱۲۰۰ | ۳۱** | ۸۷٫۵** | ۶٫۷** | ۲۱٫۲* | ۳٫۳۴۱* | ۴۲ |
| ۵ | ۱۲۰۰ | ۳۴٫۵** | ۱۰۰٫۵** | ۶ ns | ۱۶** | ۳٫۶۴۳ ns | ۴۰ |
| ۶ | ۱۲۰۰ | ۴۴** | ۱۴۱** | ۶٫۲۵ ns | ۲۳٫۶ ns | ۳٫۷۸۲ ns | ۴۲ |
| ۷ | ۸۰۰ | ۳۸٫۵ ns | ۶۵٫۵** | ۷** | ۲۸٫۸** | ۳٫۰۳۶** | ۳۹ |
| ۸ | ۱۰۰۰ | ۴۳٫۵ ns | ۲۰۸٫۵** | ۵٫۸ ns | ۱۵** | ۳٫۳۸۷* | ۴۰ |
| ۹ | ۱۰۰۰ | ۳۵٫۵* | ۱۱۶٫۵** | ۶٫۲۵ ns | ۳۳٫۲** | ۳٫۳۴۵* | ۴۲ |
| ۱۰ | ۱۰۰۰ | ۵۱٫۵** | ۱۹۵** | ۶٫۵* | ۲۲٫۵* | ۳٫۲۰۷** | ۴۰ |
| ۱۱ | ۱۰۰۰ | ۳۵* | ۱۰۱٫۵** | ۷٫۲۵** | ۲۷* | ۴٫۱۰۸** | ۴۱ |
| ۱۲ | ۱۲۰۰ | ۳۹٫۵ ns | ۱۴۳٫۶** | ۶ ns | ۲۱** | ۳٫۵۶ ns | ۳۹ |
| شاهد | ۰ | ۴۰٫۱ | ۱۶۵٫۸ | ۵٫۹ | ۲۴٫۰۱ | ۳٫۵۵۹ | ۳۵ |

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ و غیرمعنی‌دار. مقایسه‌ی میانگین با شاهد با آزمون t انجام گرفته است. برای صفت مربوط به دوره گل‌دهی به دلیل این‌که تکرار وجود نداشت، مقایسه‌ی میانگین انجام نگرفت.

**جدول ۵.** متوسط صفات مطالعه شده در لاین‌های موتان M۳ در کلزای رقم ساری گل

| شماره‌ی لاین موتان | دز اشعه‌ی گاما (Gy) | تعداد خورجین در ساقه‌ی اصلی | تعداد خورجین در بوته | طول خورجین (cm) | تعداد دانه در خورجین | وزن هزار دانه (g) | دوره گل‌دهی (روز) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳ | ۸۰۰ | ۲۰٫۵** | ۱۵۳٫۵** | ۵٫۵** | ۲۱٫۵ ns | ۳٫۵۹۵ ns | ۳۹ |
| ۱۴ | ۸۰۰ | ۲۴** | ۹۴٫۸۵** | ۵٫۷** | ۲۱ ns | ۴٫۲۵۸* | ۳۷ |
| ۱۵ | ۸۰۰ | ۲۵** | ۸۹٫۵** | ۵٫۲۵** | ۱۶** | ۳٫۱۳۷** | ۴۲ |
| ۱۶ | ۱۰۰۰ | ۳۱٫۵** | ۱۶۳** | ۶٫۵ ns | ۲۶٫۴** | ۳٫۱۴۲** | ۴۳ |
| ۱۷ | ۸۰۰ | ۲۱** | ۱۸۶** | ۴٫۸** | ۱۴٫۴** | ۳٫۴۱۳ ns | ۳۵ |
| ۱۸ | ۱۰۰۰ | ۴۰٫۵** | ۱۵۰٫۵** | ۵٫۸** | ۲۴٫۲** | ۲٫۵۴۳** | ۳۳ |
| ۱۹ | ۸۰۰ | ۳۸** | ۱۷۲** | ۵٫۷۵** | ۲۱٫۶ ns | ۳٫۲۳۵* | ۲۹ |
| ۲۰ | ۸۰۰ | ۲۹** | ۱۰۷٫۵** | ۷٫۲۵** | ۲۰٫۴ ns | ۴٫۰۵۲** | ۳۶ |
| ۲۱ | ۸۰۰ | ۴۰ ns | ۲۲۵* | ۵** | ۱۸٫۸* | ۳٫۶۵۱* | ۳۲ |
| ۲۲ | ۸۰۰ | ۳۷٫۵** | ۱۶۰** | ۶* | ۲۰٫۶ ns | ۳٫۶۸۱* | ۳۴ |
| ۲۳ | ۸۰۰ | ۴۲٫۵* | ۱۹۲٫۵** | ۵٫۲۵** | ۱۷٫۶** | ۳٫۴۱۴ ns | ۳۰ |
| ۲۴ | ۸۰۰ | ۵۲* | ۲۵۹* | ۵٫۲۵** | ۲۱ ns | ۳٫۱۱۶** | ۳۳ |
| ۲۵ | ۸۰۰ | ۴۵ ns | ۱۹۰٫۵** | ۴٫۵** | ۲۱ ns | ۳٫۶۱۱* | ۳۱ |
| ۲۶ | ۱۲۰۰ | ۴۷ ns | ۲۲۱** | ۵٫۸** | ۱۷** | ۲٫۱۸۹** | ۳۳ |
| ۲۷ | ۸۰۰ | ۴۲* | ۱۶۲٫۵** | ۵٫۵** | ۲۴** | ۳٫۴۶۴ ns | ۳۴ |
| ۲۸ | ۱۰۰۰ | ۴۵٫۵ ns | ۲۲۶٫۵* | ۶* | ۲۷٫۵** | ۲٫۵۳** | ۳۴ |
| ۲۹ | ۸۰۰ | ۵۷٫۵** | ۱۶۴** | ۷* | ۲۱٫۴ ns | ۳٫۹۲۳* | ۳۶ |
| ۳۰ | ۸۰۰ | ۴۳٫۵* | ۲۳۶ ns | ۵٫۲۵** | ۲۵** | ۳٫۴۱۵ ns | ۳۲ |
| شاهد | ۰ | ۴۷٫۳ | ۲۴۱٫۶ | ۶٫۴ | ۲۰٫۲ | ۳٫۴۷۱ | ۳۸ |



www.SID.ir

Archive of SID


*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ و غیرمعنی‌دار. مقایسه‌ی میانگین با شاهد با آزمون t انجام گرفته است. برای صفت مربوط به دوره گل‌دهی به دلیل این‌که تکرار وجود نداشت، مقایسه‌ی میانگین انجام نگرفت.

**۱.۲.۳ لاین‌های موتان نسل M۳ در رقم RGS003**

در نسل M۳ تعداد ۱۲ لاین موتان کاندید مطالعه شدند که بیش‌تر آنها از تیمار ۱۲۰۰Gy اشعه‌ی گاما به دست آمدند (جدول ۴). حداکثر تعداد خورجین ساقه‌ی اصلی در لاین موتان شماره‌ی ۱۰ با ۵۱٫۵ خورجین به دست آمد که نسبت به شاهد (۴۰٫۱ خورجین) دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بوده است (جدول ۴). در لاین موتان شماره‌ی ۸ که در آن تعداد خورجین ساقه‌ی اصلی با شاهد اختلاف معنی‌داری دارد، تعداد خورجین در بوته (۲۰۸٫۵ خورجین) نسبت به سایر لاین‌های موتان RGS003 بیش‌ترین تعداد است و با شاهد نیز اختلاف معنی‌دار دارد. این شاید به علت فاصله‌ی کم بین خورجین‌ها در شاخه‌های فرعی باشد زیرا تعداد خورجین در ساقه اصلی در این لاین نیز بیش‌تر از شاهد بوده است.

طول خورجین در لاین موتان شماره‌ی ۹ که در دز ۱۰۰۰Gy اشعه‌ی گاما به دست آمده است، گرچه با شاهد دارای اختلاف معنی‌دار نبود، ولی متوسط تعداد دانه در خورجین در این لاین (۳۳٫۲ بذر) بیش‌تر از شاهد (۲۴ بذر) بوده، و اختلاف آنها نیز معنی‌دار است (جدول ۴). نتایج به دست آمده از این گزارش نشان می‌دهد که تعداد بذر در خورجین می‌تواند با وجود کوچک‌تر بودن طول غلاف، بیش‌تر باشد.

در لاین موتان شماره‌ی ۳ در RGS003 که بوته‌ها به هنگام رسیدن فیزیولوژیکی بذر نیز سبز بودند، حداکثر وزن هزار دانه (۴٫۷۵ g) به دست آمد. وزن هزار دانه در لاین موتان شماره‌ی ۹ که بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین را در مقایسه با شاهد و سایر لاین‌های موتان در RGS003 دارد، نسبت به شاهد کم‌تر بود و این می‌تواند به دلیل رقابت بین بذرها و وزن کم‌تر هر دانه باشد. گرچه حداکثر تعداد دانه در خورجین در لاین موتان ۹ در تیمار ۱۰۰۰ Gy رقم RGS003 به دست آمد، ولی طول خورجین در این لاین (۶٫۲۵ cm) نسبت به حداکثر طول خورجین (۷٫۲۵ cm) که در لاین‌های موتان ۱۱ و ۲۰ مشاهده شده است به طور قابل‌توجهی کم‌تر بوده است. لاین موتان شماره‌ی ۳ که در زمان رسیدن دانه رنگ برگ و ساقه‌ی آن تقریباً سبز بوده است، کم‌ترین زمان رسیدن را (۱۸۸ روز) دارد و نسبت به شاهد (۱۹۴ روز) حدود یک هفته زودرس‌تر بوده است. طول دوره گل‌دهی این لاین ۸ روز بیش‌تر از شاهد بوده است. البته باید توجه کرد که زودرس کردن کلزا به ویژه رقم RGS003 که در استان مازندران و بخشی از استان گلستان سازگار است، می‌تواند در شالیزار به ویژه در فصول پاییز و زمستان به دلیل بدون استفاده بودن شالیزارها کشت شود. این کار یعنی کشت کلزا بعد از برداشت برنج نه تنها منبع مناسبی برای بهبود اقتصاد شالیکاران خواهد بود، بلکه باعث تنوع در اکولوژی شالیزارها نیز خواهد بود و می‌تواند در خواص شیمیایی خاک اثر مثبت بگذارد.

**۲.۲.۳ لاین‌های موتان نسل M۳ در ساری‌گل**

در نسل M۳، تعداد ۱۸ لاین موتان کاندید مطالعه شدند که بیش‌تر آنها از تیمار ۸۰۰Gy اشعه‌ی گاما به دست آمدند (جدول ۵). از دزهای ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰Gy نیز لاین موتان به دست آمد و این نشان می‌دهد که دزهای اشعه‌ی گامای مورد مطالعه برای القاء موتان در کلزا مناسبند و البته در این راستا شاید موضوع تفاوت بین

ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه از نظر واکنش به یک دز نیز می‌تواند مدنظر قرار گیرد. این مطلب یعنی تفاوت واکنش ارقام مختلف یک گونه به دزهای مواد جهش‌زا در گزارش‌های مختلف ارائه شده است [۱۶-۲۳].

لاین‌های موتان ۲۱، ۲۲ و ۲۷ تعداد خورجین کم‌تری در بوته نسبت به شاهد دارند و علت آن هم وجود تعداد خورجین کم‌تر در شاخه‌های فرعی بوده است. تعداد خورجین در شاخه‌ی اصلی در این لاین‌های موتان نیز کم‌تر از شاهد بوده است. همبستگی بین تعداد خورجین در بوته با تعداد خورجین در شاخه‌ی اصلی

معنی‌دار و مثبت بوده است ولی ارتباط بین این صفات در لاین‌های موتان ۲۱، ۲۲ و ۲۳ دارای روند مثبت نبوده است. در بیش‌تر لاین‌های موتان ساری گل مورد مطالعه، تعداد خورجین در شاخه‌ی اصلی کم‌تر از شاهد بوده است.

به استثنای لاین موتان شماره‌ی ۲۴ که از تیمار ۸۰۰Gy اشعه‌ی گاما به دست آمده است و بیش‌ترین تعداد خورجین در بوته



www.SID.ir

Archive of SID


(۲۵۹ خورجین) را دارد، بقیه‌ی لاین‌های موتان تعداد خورجین کم‌تری از شاهد (۲۴۱٫۶) دارند طوری که تفاوت همه‌ی آنها نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است و در این میان تنها لاین موتان شماره‌ی ۳۰ با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشته است.

طول خورجین در همه‌ی لاین‌های موتان مورد مطالعه در ساری‌گل از شاهد کم‌تر بودند ولی مقدار این صفت نه تنها در لاین‌های موتان ۲۰ و ۲۹ بیش‌تر از شاهد بود، بلکه با آن اختلاف معنی‌دار نیز دارد (جدول ۵). با توجه به این‌که همبستگی بین طول خورجین و تعداد دانه در خورجین معنی‌دار و مثبت بوده است (جدول ۶) ولی در برخی از لاین‌ها مانند لاین ۲۰ و لاین ۲۹ با آن‌که دارای بیش‌ترین طول خورجین را دارند، تعداد دانه در آنها با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشته است. هم‌چنین با توجه به این‌که طول خورجین در لاین موتان شماره‌ی ۲۹ (۷ cm) بزرگ‌تر از لاین موتان شماره‌ی ۳۰ (۵٫۲۵ cm) بوده است، تعداد دانه‌ی آن (۲۱٫۴ دانه) کم‌تر از تعداد دانه‌ی لاین موتان شماره‌ی ۳۰ (۲۵ دانه) بود.

وزن هزار دانه در لاین موتان شماره‌ی ۲۰ (۴٫۰۵۲ g) که بزرگ‌ترین طول خورجین (۷٫۲۵) در بین لاین‌های موتان ساری‌گل را داشته است، بیش‌تر از سایر لاین‌های موتان بوده است و تفاوت آن با شاهد نیز معنی‌دار است (جدول ۵).

حداکثر ارتفاع با ۱۸۷ cm در لاین شماره‌ی ۳۰ به دست آمد که مربوط به رقم ساری‌گل است و در تیمار با ۸۰۰Gy اشعه‌ی گاما مشاهده شد. هم‌چنین حداکثر فاصله‌ی اولین شاخه‌ی فرعی از زمین در این لاین دیده شد. حداقل فاصله‌ی اولین شاخه‌ی فرعی از زمین در لاین شماره‌ی ۱۲ که مربوط به تیمار ۱۲۰۰ Gy رقم RGS003 است، مشاهده شد. در تیمار ۸۰۰Gy، رقم ساری گل و در لاین موتان ۲۴، با حداکثر تعداد خورجین در بوته (۲۵۹ خورجین) به دست آمد که علت آن می‌تواند ناشی از تعداد قابل توجه شاخه‌ی فرعی (۷٫۵) باشد.

اصلاح نباتات با استفاده از جهش‌زایی مصنوعی در حال حاضر به خوبی استاندارد شده است. تعداد زیادی واریته‌ی امیدبخش در گیاهان مختلف به طور موفقیت‌آمیزی با استفاده از جهش‌زاهای فیزیکی و شیمیایی در دنیا اصلاح شده‌اند. در خیلی از مراکز تحقیقات کشاورزی دنیا از روش اصلاح موتاسیون برای اصلاح تعداد زیادی از گیاهان زراعی به طور موفقیت‌آمیزی استفاده شده است [۴، ۹، ۱۰، ۱۶، ۲۴-۳۰].

برخی از محققین معتقدند که اصلاح نباتات از طریق موتاسیون را نباید تنها راه اصلاحی دانست، بلکه آن را باید یک وسیله‌ی اضافی دیگر به منظور ایجاد تنوع ژنتیکی، شکستن پیوستگی ژن‌ها، کوتاه کردن دوره‌ی اصلاح یک واریته، انجام موتاسیون سماتیکی و حتی موتاسیون‌های تک‌ژنی تلقی کرد. استفاده از جهش‌زاهای فیزیکی و شیمیایی در پیدایش برخی از واریته‌های مطلوب موفق، و در برخی دیگر غیرمؤثر بوده است. با کاربرد جهش‌زاهای فیزیکی و شیمیایی توانسته‌اند ارقام مطلوبی از گیاهان زراعی نظیر غلات، حبوبات، گیاهان روغنی، گیاهان علوفه‌ای، درختان میوه و زینتی از طریق موتاسیون‌های مصنوعی ایجاد و انتخاب کنند و برای کشت در اختیار کشاورزان قرار دهند. با وجود موفقیت در به کارگیری موتاسیون برای برنامه‌های اصلاحی و اصلاح بسیاری از گیاهان و تلاش بسیاری از کمپانی-ها و مؤسسات در اصلاح از راه موتاسیون (نظیر بخش کشاورزی سازمان اتمی ایران)، پژوهشگران در بسیاری از موارد، با عدم موفقیت روبه‌رو بوده‌اند. کوچک بودن جمعیت‌های مورد بررسی، عدم انتخاب صحیح ماده‌ی جهش‌زا و میزان آن، نامشخص بودن نتیجه‌ی استفاده از عوامل جهش‌زا و عدم اعمال صحیح روش گزینش، می‌توانند دلایل عمده‌ی عدم موفقیت باشند.

## ۴. نتیجه‌گیری

به دست آوردن لاین‌های متنوع موتان در این پژوهش نشان می‌دهد که القاء موتان از طریق اشعه‌ی گاما دارای پتانسیل مطلوبی است و شاید بتوان با این روش موضوع زودرسی ارقام کلزای ساری گل و RGS003 را برای توسعه‌ی بیش‌تر سطح زیر کشت کلزا در استان‌های ساحلی شمال کشور برطرف کرد.

**جدول ۶.** ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در لاین‌های موتان نسل M۳

| | فاصله‌ی اولین شاخه فرعی از زمین | تعداد شاخه فرعی | تعداد خورجین در ساقه‌ی اصلی | تعداد خورجین در بوته | طول خورجین | تعداد دانه در خورجین |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد خورجین در ساقه‌ی اصلی | ۰٫۴* | ۰٫۲۳ | | | | |



www.SID.ir

Archive of SID


| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد خورجین در بوته | ۰٫۴۷** | ۰٫۵* | ۰٫۵۵** | | | |
| طول خورجین | −۰٫۰۸ | −۰٫۲۵ | ۰٫۰۴ | −۰٫۴۲* | | |
| تعداد دانه در خورجین | −۰٫۰۹ | −۰٫۰۷ | ۰٫۱۶ | −۰٫۱۸ | ۰٫۴۱* | |
| وزن هزار دانه | −۰٫۲۴ | −۰٫۲۵ | −۰٫۲۳ | −۰٫۲۸ | ۰٫۲۷ | −۰٫۸ |

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ضرایب فاقد ستاره معنی‌دار نیستند.

از آن‌جا که تیمار بذور با اشعه‌ی گاما در سازمان انرژی اتمی ایران با هزینه‌ی ناچیز انجام می‌گیرد (و البته انتظار می‌رود برای این‌کار نه تنها هزینه‌ای دریافت نشود بلکه پژوهش‌های مرتبط با کاربرد صلح‌آمیز انرژی هسته‌ای مورد تشویق مادی و معنوی سازمان قرار گیرد) و با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش و هم‌چنین گران بودن مواد شیمیائی جهش‌زا، پیشنهاد می‌شود با کنترل شرایط تیمار (مانند رطوبت بذر)، بذرپاشی بلافاصله پس از تیمار بذور پرتوتابی شده انجام و به منظور افزایش کارایی و سودمندی[۴] جهش‌زایی، از اشعه‌ی گاما به عنوان جهش‌زای مناسب در پژوهش‌های کلزا و سایر گیاهان زراعی استفاده شود.

باید به خاطر سپرد که روش اصلاح گیاهان از طریق موتاسیون یک روش در اصلاح گیاهان و کلزا است و موفقیت این روش عمدتاً از طریق تلفیق با سایر روش‌های اصلاحی مانند گزینش، دورگ‌گیری و بیوتکنولوژی امکان‌پذیر خواهد بود.

## سپاسگزاری

از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شاهد در تأمین اعتبار هزینه‌ی اجرای این پژوهش تشکر می‌شود.

## پی‌نوشت‌ها

1. Mutant Varieties Database
2. Small Deficiency
3. Translocation
4. Efficiency and Effectiveness of Mutagenesis

## مراجع

[1] A.H. Shirani-Rad, A. Dehshiri, Canola guideline (planting, maintenance, harvesting), Agricultural education leaflet (2002) 37.

[2] S.M. Amer, E. Mikhael, Cytogenetic studies on the effect of $^{co}60$ gamma–irradiation on *Vicia faba*. *Cytologia* **37(2)** (1972) 169-174.

[3] A. Filippetti, Improvement of grain yield in *Vicia faba* L. by using experimental mutagenesis. *Genetica-Agraria* **37** (1983) 53-67.

[4] S.M. Kyin, O.A. Khin, S. Khin, Development of a short duration upland rice mutant line through anther culture of gamma irradiated plants. Mutat. *Breed. Newsl. Rev*. **1** (2005) 13-14.

[5] H. Gaul, Critical analysis of the methods for determining the mutation frequency after seed treatment with mutagens. *Genetica-Agraria*, **12** (1960) 297-318.

[6] International Atomic Energy Agency, Manual on mutation breeding. Technical Reports Series NO. 119. IAEA Publisher (1977).

[7] K. Nayl, Breeding value of radio–induced mutant of *Vicia faba* L. In: seed protein Improvement by nuclear techniques, (1978) 243-252.

[8] A. Srivastava, V.P. Singh, Induced high yielding broad bean mutant. *Mutat. Breed. Newsl*. **42** (1996) 8-124.

[9] M.I. Tutluer, Mutation induction in broad bean (*Vicia faba* L.) for yield. Mutat. Breed. Newsl. **43** (1997) 32-37.



www.SID.ir

Archive of SID


Data bank. FAO/IAEA database. *Mutat. Breed. Newsl*. **38** (1991) 16-21.

[12] M. Maluszynski, K. Nichterlein, L. Van Zanten, B.S. Ahloowalia, Official released mutant varieties-The FAO/IAEA database. *Mutat. Breed. Rev*. **12** (2000) 1-14.

[13] B.S. Ahloowalia, M. Maluszynski, K. Nichterlein, Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica* **135** (2004) 187–204.

[14] Y.T. Zhou, L.M. Yaling, Z.Y. Wei, S.S. Li, Studies on radiation induced mutation in *Brassica napus*. *Chin. J. Oil Crop Sci*. **4** (1998) 1-11.

[15] G.Y. Chen, G.H. Wang, F. Luo, M.J. Nie, J.R. Wang, Effect of ~(60)Co γ irradiation on agronomic characters and quality of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Acta Agric. Boreali-Sin*. **5** (2007) 28-39.

[16] A. Kamrani, M.H. Fotokian, Study of gamma effects on some of the plant and cellular properties in bean plants, Research project, Faculty of Basic Sciences, Shahed University, (2005).

[17] M. Isfahani, M.H. Fotokian, Induction of earliness and awnless mutants in rice (*Oryza sativa* L.) Domsiah cultivar, Iranian *J. Crop Sci*. **2** (2002) 95-105.

[18] M. Isfahani, M.H. Fotokian, Investigating the effects of gamma rays and Dimethyl Sulfate on the Variety of Rice Domsiah, Research project report, Faculty of Agriculture, Guilan University (1998).

[19] M.H. Fotokian, M. Khosroshahi, M. Moghaddam, M.R. Shakiba, The study on the effect of gamma rays on several Iranian rice varieties, *J. Daneshvar*. **6(22)** (1998) 51-58.

[20] M.H. Fotokian, A. Kamrani, Induction of mutation at plant height of *Vicia faba* using gamma rays. Proceeding of the 13th national conference and the first international conference of biology of Iran. Guilan University, September 1-3 (2005) 230.

[21] M.H. Fotokian, S. Ramezani, Study of gamma ray doses in seed germination and sterility rate of rice varieties. Proceeding of the first Iranian Student Biotechnology Conference. Tehran

[10] X. Wen, L. Qu, Crop improvement through mutation techniques in Chinese agriculture. *Mutat. Breed. Newsl*. **42** (1996) 3-6.

[11] M. Maluszynski, B. Sigurbjornsson, E. Amano, L. Sitch, O. Kamra, Mutant varieties.

University-Campus Science, October 24-26, (2005).

[22] M.H. Fotokian, M. Isfahani, Induction of short culm mutant in Domsiah rice (*Oryza sativa* L.) variety, Iranian *J. Crop Sci*. **3** (2001) 32-40.

[23] M.H. Fotokian, The investigation of the effect of gamma rays and Dimethyl sulfate (DMS) on several rice varieties, Tabriz University, M.S. Thesis, (1993).

[24] V.K. Bansal, P.C. Katoch, Selection of semidwarf, early maturing and blast resistance mutants after mutagenic seed treatment in two locally adapted Indian rice cultivars. Plant Breed. **107** (1991) 169-172.

[25] R.M. Din, M.M. Khan, M. Qasim, S. Iehan, M.I. Khan, Induced mutability studies in three wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties for some morphological and agronomic characteristics. Asian *J. Plant Sci*. **2(17-24)** (2003) 1179-1182.

[26] W. Gottschalk, G. Wolff, Induced mutation in plant breeding. Springer-verlig Inc. (1983).

[27] Othman, R., M. Osman, R. Ibrahim, Semi-dwarf mutants for rice improvement. *Mutat. Breed. Newsl*. **35** (1990) 19.

[28] G. Röbbelen, Mutation breeding for quality improvement–a case study for oilseed crops. *Mutat. Breed. Rev*. **6** (1990) 1–44.

[29] H. Shew, M.A.Q. Shiaikh, Early maturing, short-culm and finer grain rice mutants. *Mutat. Breed. Newsl*. **40** (1993) 7-8.

[30] H. Yamaguchi, I. Igarashi, T. Sato, A new lodging-resistant glutinous rice mutant cultivar. Mutat. breed. *Newsl. Rev*. **1** (2005) 19-20.



www.SID.ir

Archive of SID





www.SID.ir