دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هفتم، شماره بیست و سوم، ۱۳۹۴

ایجاد جهش یافته‌های متحمل به شوری از طریق پرتوتابی اشعه گاما در رقم ۰۳۳ سویا [*Glycine max* (L.) Merr.] در شرایط گلخانه

میعاد کیاء[۱]، نادعلی بابائیان جلودار[۲]، نادعلی باقری[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۹ تاریخ پذیرش: ۹٤/۲/۳

چکیده

به منظور بررسی تحمل به شوری ۳۸ ژنوتیپ به دست آمده از پرتوتابی دزهای جذبی ۸۰، ۱٦۰، ۲٤۰، ۳۲۰ و ٤۰۰ گری اشعه‌ی گاما در رقم ۰۳۳ سویا (نسل M_2)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، همراه با تیمار شوری با سه سطح ۳۰، ٦۰ و ۹۰ میلی‌مول کلرید سدیم در سه تکرار انجام شد. این آزمایش در محیط کشت شنی گلخانه در سال ۱۳۸۷ انجام گرفت. پس از ٦۰ روز اعمال تیمار شوری، صفات طول ساقه، طول ریشه، تعداد گره ریشه، وزن تر گیاه، وزن خشک قسمت‌های هوایی گیاه، وزن خشک ریشه و توده‌ی زنده‌ی گیاه اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی دار بین سطوح شوری، ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل برای تمام صفات مورد مطالعه می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت شوری، کاهش معنی‌داری در تمام صفات ایجاد شد. دز ۳۲۰ گری اشعه‌ی گاما، بیشترین اختلاف معنی‌دار را بین ژنوتیپ‌ها در صفات مختلف ایجاد کرد. از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۱۳ ژنوتیپ به دست آمده از دز های مختلف اشعه‌ی گاما افزایش معنی‌داری را در اکثر صفات مورد بررسی نسبت به رقم شاهد دارا بودند. این ژنوتیپ‌ها پس از ارزیابی‌های دقیق‌تر در سال‌های آینده می‌توانند به عنوان لاین‌های امیدبخش جهت دستیابی به ارقام متحمل، مورد توجه قرار گیرند.

واژه های کلیدی: سویا، شوری، اشعه‌ی گاما، تحمل، صفات مورفولوژیکی.

گیاء، م.، ن. بابائیان جلودار و ن. باقری. ۱۳۹٤ ایجاد جهش یافته‌های متحمل به شوری از طریق **پرتوتابی اشعه گاما در رقم ۰۳۳ سویا [*Glycine max* (L.) Merr.] در شرایط گلخانه. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۳: ۲٤۳-۲۳٤.**

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: miaadkia@chmail.ir
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

مقدمه

سویا با نام علمی *Glycine max* (L.) Merr. از تیره لگومینوزه، گیاهی است یک ساله، روز کوتاه، خودگشن با نیم درصد دگرگشنی و 2n=40. سویا با دارا بودن ۳۶ الی ٤٠ درصد پروتئین و شوری خاک یکی از تنش‌های غیر زیستی مهم است که روی مراحل مختلف رشدی گیاه تاثیر می‌گذارد. در ایران ۲۵/۵ میلیون هکتار از اراضی در معرض شوری متوسط (٤ تا ١٦ دسی زیمنس بر متر) و ۸ میلیون هکتار در معرض شوری شدید (١٦ تا ۳۲ دسی زیمنس بر متر) می‌باشد (خدادادی و امیدبیگی، ۱۳۸۱). بسیاری از این زمین ها به کمک فنون مهندسی و مدیریتی قابل بهسازی می‌باشند که البته بسیار وقت گیر و پر هزینه است. راهکار جایگزین به منظور غلبه بر شوری خاک می-تواند توسعه‌ی ارقام متحمل و مقاوم به شوری باشد.

تنش شوری در سویا، باعث اختلال در جوانه زنی و رشد قسمت-های هوایی و ریشه‌ی گیاه، جلوگیری از گره‌بندی در ریشه و کاهش تجمع زیست‌توده می شود که این عوامل در نهایت کاهش محصول را در گیاه به دنبال دارد (لی و همکاران، ٢٠٠٤). بنابراین، ایجاد ژنوتیپ-هایی از سویا که تحمل بیشتری را نسبت به شوری از خود نشان دهند بسیار مطلوب خواهد بود. یکی از راه‌های رسیدن به این هدف، القای جهش ژنتیکی از طریق اشعه‌ی گاما به بخش‌های مختلف گیاه می‌باشد. جهش، حداکثر تنوع قابل توارث را برای عمل انتخاب فراهم می‌کند. جهش های القایی سهم عمده‌ای را در شناخت سازوکارهای ژنتیکی به ویژه درک ساختار عملکرد مواد ژنتیکی دارند (اتک و همکاران، ٢٠٠٤). جرجانی و همکاران (۱۳۸۳) با پرتوتابی کالوس‌های حاصل از جنین سویا با دزهای ۵، ۱۰، و ۱۲ گری اشعه‌ی گاما و سپس کشت آنها در محیط کشت موراشیک-اسکوگ (MS) تغییر یافته با غلظت‌های ۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، و یک درصد نمک (NaCl)، توانستند سلول‌های متحمل به شوری را از کالوس‌های حاصل از کشت جنین گیاه سویا به دست آورند. او و تایلانگ (٢٠٠٤)، با پرتوتابی اشعه‌ی گاما با دزهای صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گری به دو رقم از برنج ایندیکا[1] توانستند از بین ۵۰۰ لاین مورد بررسی در نسل‌های M_2 و M_3، ۲۵ لاین متحمل به شوری را به‌دست آورند. هایدوک و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه روی ژنوتیپ‌های نسل M_2 ارقام تایپنگ[2] و تولنا[3] از گیاه سویا (که با اعمال تیمارهای مختلف اشعه‌ی گاما به دست آمده بودند) مشاهده کردند که در رقم تایپنگ با افزایش مقدار دز اشعه هیچ تغییر معنی‌داری در ارتفاع نهایی گیاه ایجاد نشد، ولی اعمال تیمار ترکیبی ۸۰ گری اشعه‌ی گاما و یک میلی‌مول سدیم آزاید، باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید. در رقم تولنا، اعمال تیمار ١٦٠ گری اشعه‌ی گاما باعث ایجاد گیاهانی گردید که در ارتفاع نهایی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داشتند. تابوسا و همکاران (۲۰۰۷)، توانستند با اعمال تیمار ٤٥٠ گری اشعه‌ی گاما به ۱۹ الی ۲۲ درصد روغن موجود در دانه، یکی از مهم ترین گیاهان زراعی می‌باشد. این لگوم دانه‌ای به مقدار زیادی به تنش‌های محیطی علی الخصوص شوری حساس است (یزدی صمدی و عبدمیشانی ۱۳۷۰).

چند رقم از گیاه سورگوم، ژنوتیپ‌هایی را در نسل M_2 به دست آورند که در شوری ۳۰ میلی مول، تحمل بهتری را نسبت به شاهد نشان دهند. یونسی و همکاران (۱۳۹۱)، تنوع ایجاد شده در صفات مختلف مورفولوژیکی ۳۳ لاین جهش یافته حاصل از پرتوتابی دزهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ گری اشعه‌ی گاما در گیاه سویا را در نسل M7 مورد بررسی قرار دادند. لاین‌های بررسی شده در این پژوهش در صفات مختلف مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری در سطوح احتمال یک و پنج درصد نشان دادند. نتایج نشان داد که پرتوتابی از لحاظ اکثر صفات، نظیر تعداد گره در ریشه و شاخص برداشت، باعث القای تنوع ژنتیک قابل توجهی شده است. عارف راد و همکاران (۲۰۱۲)، با اعمال تیمار های صفر، ۸۰، ١٦٠ و ٢٤٠ گری اشعه‌ی گاما به بذور رقم هیل سویا در نسل M_4 به لاین‌هایی دست یافته اند که در صفات تعداد شاخه، وزن دانه و مقدار روغن موجود در دانه در هر بوته نسبت به رقم شاهد دارای افزایش معنی‌دار بوده است.

با توجه به حساسیت بالای گیاه سویا نسبت به شوری خاک، اصلاح به منظور دستیابی به لاین‌های متحمل به شوری یکی از اهداف اصلی اصلاح‌گران این گیاه می‌باشد. تحقیق حاضر با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری که از طریق القای دز های مختلف اشعه‌ی گاما در گیاه سویا به دست آمده است در نسل M_2 صورت پذیرفت.

مواد و روش ها

پس از تهیه‌ی بذور رقم زراعی ۰۳۳ سویا از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، مقدار ۲۰ کیلو گرم از آن بذور به وسیله‌ی اشعه‌ی گاما با منبع کبالت ٦٠، با دزهای جذبی ۸۰، ١٦٠، ٢٤٠، ۳۲۰ و ٤٠٠ گری، در مرکز تحقیقات هسته‌ای پزشکی و کشاورزی کرج، مورد تیمار قرار گرفت و به همراه شاهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ی پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ١٣٨٦ کشت گردید. از بین گیاهانی که به صورت تصادفی در نسل M_1 بذرگیری انجام شده بود، گیاهانی که دارای بذر کافی برای کشت در نسل M_2 بودند در شرایط گلخانه‌ای با محیط کشت شنی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۷ کشت شدند. جهت بررسی میزان تحمل به شوری، ۳۸ ژنوتیپ جهش‌یافته و رقم شاهد سه مرتبه در هفته و به مدت دو ماه با سه غلظت شوری ۳۰، ٦٠ و ۹۰ میلی‌مول NaCl آبیاری شدند. از آن‌جایی که از محیط کشت شنی استفاده شد، جهت تامین مواد غذایی گیاهان از محلول غذایی هوگلند تغییر یافته با غلظت-های مختلف شوری استفاده گردید. محلول غذایی هوگلند از ٢٤/٦ گرم

1- Indica
2 - Toping
3 - Tolena

Na_2MoO_4، ۰/٦ گرم KH_2PO_4، ۳/٦ گرم $MgSO_4, 7H_2O$، ۰/٤ گرم $2H_2O$، ۰/۱۱ گرم $CuSO_4, 2H_2O$، ۰/۹ گرم $ZnSO_4, 7H_2O$، ۱/٤۳ گرم $MnCl_2, 2H_2O$، ۳ گرم H_3BO_3، ۲/٤۹ گرم EDTA، ۲۱/۷۷ گرم $FeSO_4, 7H_2O$، ٤۳ گرم K_2SO_4، ۱۰۰ گرم $CaSO_4, 2H_2O$ در ۱۰۰ لیتر آب با اسیدیته‌ی ٦/۸ تهیه شد (هاردارسون و دانسون، ۱۹۹۳). پس از دو ماه تیمار گیاهان به وسیله‌ی محلول‌های شوری در گلخانه، صفات طول ساقه، طول ریشه، تعداد گره ریشه، وزن تر گیاه، وزن خشک قسمت‌های هوایی، وزن خشک ریشه و زیست-توده‌ی گیاه اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 15، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه‌ی میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس صفات مورد نظر در نسل M_2 نشان‌دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف شوری، ژنوتیپ‌های مورد بررسی و اثر متقابل بین آنها در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد (جدول ۱).

سطوح مختلف شوری در تمامی صفات مورد بررسی اثرات منفی قابل توجهی را به وجود آورد به طوری که در اکثر موارد با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری در تمامی صفات مورد بررسی مشاهده می‌شود (جدول ۲). در آزمایش‌های متعدد نشان داده شده است که شوری خاک با کاهش فعالیت عناصر غذایی در محلول خاک، باعث جلوگیری از جذب عناصر غذایی و آب توسط گیاه می‌شود. این عامل باعث کاهش رشد گیاه و در نهایت مرگ گیاهان بسیار حساس می‌شود (کاترجی و همکاران، ۲۰۰۰).

دز ۸۰ گری اشعه‌ی گاما در همه‌ی صفات (به جز صفت طول ریشه) باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک درصد شد. همچنین اثر متقابل شوری و ژنوتیپ در صفات وزن تر گیاه و نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک قسمت‌های هوایی معنی‌دار بود (جدول ۱). از بین ده ژنوتیپ به دست آمده از این دز، ژنوتیپ ٤-۸۰-۰۳۳ دارای افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد آزمایشی در صفات طول ساقه، وزن خشک قسمت‌های هوایی و عملکرد زیست توده در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳).

اختلاف بین ژنوتیپ‌های به دست آمده از دز ۱٦۰ گری اشعه‌ی گاما در تمامی صفات در سطوح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود. همچنین، اثر متقابل شوری و ژنوتیپ در همه‌ی صفات به جز نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک قسمت‌های هوایی معنی‌دار شد (جدول ۱). در بین ۱۰ ژنوتیپ حاصل از تیمار با این دز اشعه، ژنوتیپ-های ٤-۱٦۰-۰۳۳، ۵-۱٦۰-۰۳۳ و ۱۰-۱٦۰-۰۳۳ افزایش معنی‌داری را در صفات مختلف مورد بررسی نشان دادند. در این مطالعه ژنوتیپ ۵-۱٦۰-۰۳۳ با میانگین وزن تر ۲/۰٤ گرم و عملکرد زیست‌توده‌ی ۱/۲۰ گرم در بوته، بیشترین افزایش معنی‌دار را نسبت به رقم شاهد (به ترتیب $\overline{X}$ =۰/۹٤ و $\overline{X}$ =۰/۵۳) داشت (جدول ۳) که به ترتیب دارای افزایش ۲/۱۷ و ۲/۲٦ برابری نسبت به شاهد در این صفات بودند. شوری باعث کاهش جذب آب توسط گیاه می‌شود. تنش شوری با از بین بردن تعادل بین مقدار آب جذب شده از ریشه و آب دفع شده از برگ‌ها باعث اختلال در فعالیت روزنه‌ها، اختلال در آماس سلول، تبخیر و فتوسنتز می‌شود که در نهایت وزن تر گیاه کاهش می‌یابد (پولجاکوف و میری، ۱۹٦۹). با تابش دز ۱۵۰ گری اشعه‌ی گاما، محققان مکزیکی طی چند سال مطالعه توانستند به واریته‌هایی از سویا دست یابند که علاوه بر افزایش محصول، دارای افزایش مقاومت به خوابیدگی می‌باشند (دلاکروز، ۲۰۰۸).

دز ۲٤۰ گری اشعه‌ی گاما در تمامی صفات به جز در صفت نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک قسمت‌های هوایی باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک درصد گردید. همچنین اثر متقابل شوری و ژنوتیپ در تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار بود (جدول ۱). در بین ژنوتیپ‌های حاصل از تیمار این دز اشعه، ژنوتیپ‌های ۹-۲٤۰-۰۳۳، ٤-۲٤۰-۰۳۳ و ۸-۲٤۰-۰۳۳ هر کدام در چندین صفت از جمله زیست‌توده‌ی گیاه، به ترتیب بیشترین افزایش معنی‌دار را نسبت به رقم شاهد دارا بوده اند (جدول ۳). موتیا و همکاران (۲۰۰۸)، با پرتوتابی دز ۲۵۰ گری اشعه‌ی گاما توانستند تحمل به خشکی را در ارقام سویا افزایش دهند. پس از انتخاب تک بوته ها در نسل M_3، لاین هایی در نسل M_4 مشاهده شد که دارای چگالی ریشه، ضخامت برگ و عملکرد بهتری نسبت به رقم شاهد بودند.

شکل ۱- تاثیر دز ٤۰۰ گری اشعه‌ی گاما در افزایش تحمل به شوری گیاه سویا. سمت راست: گیاه شاهد و سمت چپ: گیاه موتانت با تحمل افزایش یافته نسبت به شوری ٦۰ میلی‌مول NaCl که با اعمال تیمار ٤۰۰ گری اشعه‌ی گاما به دست آمد

مقایسه‌ی گیاهان تیمار شده با دز ۳۲۰ گری اشعه‌ی گاما در تمامی صفات مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک درصد بود. همچنین اثر متقابل شوری و ژنوتیپ در تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار شد (جدول ۱). تمامی ژنوتیپ‌های به دست آمده از دز ۳۲۰ گری اشعه‌ی گاما به جز ژنوتیپ ۵-۳۲۰-۳۲ دارای افزایش معنی‌دار در صفات مختلف مورد بررسی نسبت به رقم شاهد بودند. در این آزمایش ژنوتیپ ۱-۳۲۰-۰۳۳ با میانگین ۳۸/۵۰ سانتی متر طول ساقه و ژنوتیپ ٤-۳۲۰-۰۳۳ با میانگین ۱/۰۵ گرم وزن خشک قسمت‌های هوایی، بیشترین افزایش معنی‌دار را نسبت به رقم شاهد (به ترتیب $\overline{X}$=۲٤/۳٦ و $\overline{X}$=۰/٤۲) به خود اختصاص دادند. همچنین ژنوتیپ ٤-۳۲۰-۰۳۳ با میانگین ۱/۱۸ گرم عملکرد زیست‌توده و ژنوتیپ ۳-۳۲۰-۰۳۳ با میانگین ۱/۱٦ گرم عملکرد زیست‌توده به ترتیب رتبه‌ی دوم و سوم را در این مطالعه به خود اختصاص دادند (جدول ۳). ناندانوار و مانجایا (۲۰۰۸)، با القای دزهای مختلف از جمله ۳۰۰ گری اشعه‌ی گاما روی چند لاین و واریته سویا توانستند به چندین لاین جهش‌یافته دست یابند که نسبت به شاهد دارای افزایش معنی‌دار در تحمل به تنش اسیدیته‌ی پایین خاک و آلومینیوم بودند.

دز ٤۰۰ گری اشعه‌ی گاما در تمامی صفات (به جز صفت طول ریشه) باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در سطوح احتمال پنج و یک درصد گردید. همچنین، اثر متقابل شوری و ژنوتیپ فقط در صفت طول ساقه معنی دار بود (جدول ۱). ژنوتیپ‌های ۱-٤۰۰-۰۳۳ (شکل ۱)، ۲-٤۰۰-۰۳۳ و ۳-٤۰۰-۰۳۳ دارای افزایش معنی‌دار در صفات مختلف مورد بررسی نسبت به رقم شاهد بودند (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مختلف رقم ۰۳۳ سویا در تیمارهای مختلف اشعه‌ی گاما.

تیمار اشعه	منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
			طول ریشه	طول ساقه	وزن تر گیاه	وزن خشک ریشه	وزن خشک قسمت‌های هوایی	نسبت ریشه به قسمت-های‌هوایی	زیست‌توده
۸۰ گری	بلوک	۲	۱/۶۹	۲۲/۱۷	۰/۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۸	۰/۰۰۸	۰/۱۰
	شوری	۲	۴۹۴/۹۱**	۴۷۰/۹۴**	۵/۰۵**	۰/۰۹**	۰/۴۰**	۰/۲۰**	۰/۸۶**
	ژنوتیپ	۹	۳۷/۷۶	۱۵۴/۸۴**	۰/۸۰**	۰/۰۰۵**	۰/۱۲**	۲/۵۹**	۰/۱۶**
	شوری × ژنوتیپ	۱۸	۴۰/۷۸*	۸۴/۸۵**	۰/۹۷**	۰/۰۰۶**	۰/۱۸**	۲/۴۱**	۰/۲۳**
	خطا	۶۰	۲۳/۲۱	۱۷/۸۴	۰/۲۳	۰/۰۰۲	۰/۰۴	۰/۰۰۴۶	۰/۰۶
	ضریب تغییرات	-	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۵۷	۰/۴۹	۰/۴۵	۰/۳۲	۰/۴۵
۱۶۰ گری	بلوک	۲	۸/۳۸	۵/۵۲	۰/۱۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱۹	۰/۰۱۳
	شوری	۲	۵۴۸/۵۰**	۱۹۶۸/۶۳**	۱۵/۵۳**	۰/۱۷**	۲/۰۰**	۰/۰۵**	۳/۳۴**
	ژنوتیپ	۹	۲۳/۱۸*	۳۴۷/۲۷**	۲/۳۸**	۰/۰۱۷**	۰/۴۵**	۰/۰۱*	۰/۶۳**
	شوری × ژنوتیپ	۱۸	۴۴/۱۲**	۲۳۵/۷۹**	۲/۱۵**	۰/۰۱۶**	۰/۳۶**	۰/۰۰۵	۰/۵۲**
	خطا	۶۰	۱۱/۵۱	۴۶/۷۷	۰/۳۲	۰/۰۰۴۲**	۰/۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۷۸
	ضریب تغییرات	-	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۵۰	۰/۴۴	۰/۳۶	۰/۱۰	۰/۳۸
۲۴۰ گری	بلوک	۲	۳/۲۴	۱۰/۳۳	۰/۰۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۲
	شوری	۲	۲۷۰/۲۸**	۲۷۲/۵۶**	۱/۴۶**	۰/۰۶**	۰/۰۴	۰/۱۶**	۰/۱۷**
	ژنوتیپ	۸	۵۰/۰۵**	۱۸۵/۸۰**	۰/۶۹**	۰/۰۱**	۰/۱۳**	۰/۰۰۸	۰/۲۲**
	شوری × ژنوتیپ	۱۶	۲۰/۱۸**	۳۰/۱۷**	۰/۳۰**	۰/۰۰۵**	۳/۳۲*	۰/۰۱۲*	۰/۰۴*
	خطا	۵۴	۵/۶۶	۷/۵۷	۰/۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۶۲	۰/۰۲۲
	ضریب تغییرات	-	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۱۳	۰/۴۱	۰/۱۶
۳۲۰ گری	بلوک	۲	۲/۷۷	۶۰/۷۲*	۰/۴۴	۰/۰۰۵۸	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۶
	شوری	۲	۴۰۷/۳۲**	۵۴۷/۴۹**	۶/۰۰**	۰/۰۴**	۰/۹۶**	۰/۰۰۳	۱/۴۲**
	ژنوتیپ	۴	۵۶/۱۴**	۱۲۷/۶۵**	۱/۳۶**	۰/۰۱**	۰/۴۹**	۰/۰۱**	۰/۵۹**
	شوری × ژنوتیپ	۸	۵۴/۴۰**	۱۵۸/۹۹**	۰/۹۸**	۰/۰۱**	۰/۱۵**	۰/۰۱**	۰/۲۱**
	خطا	۳۰	۸/۲۹	۱۵/۶۰	۰/۳۰	۰/۰۰۳۵	۰/۰۴۹	۰/۰۰۲۵	۰/۰۷
	ضریب تغییرات	-	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۲۹
۴۰۰ گری	بلوک	۲	۳۱/۷۶	۵/۲۰	۰/۰۳	۰/۰۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۳
	شوری	۲	۶۷۰/۲۷**	۱۳۶۲/۷۱**	۵/۵۷**	۰/۰۶**	۰/۶۰**	۰/۰۱*	۱/۰۵**
	ژنوتیپ	۳	۱۶/۲۴	۱۷۲/۵۸**	۰/۷۴*	۰/۰۱**	۰/۲۱**	۰/۰۴**	۰/۲۸**
	شوری × ژنوتیپ	۶	۱۵/۳۵	۵۰/۴۹**	۰/۱۹	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۲
	خطا	۲۴	۲۰/۱۲	۶/۷۷	۰/۲۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۲	۰/۰۰۲۸	۰/۰۳۲
	ضریب تغییرات	-	۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۴۰	۰/۳۵	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۴

*و **؛ به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۲- مقایسات میانگین سطوح مختلف شوری در رقم ۰۳۳ سویا در تیمارهای مختلف اشعه‌ی گاما

تیمار اشعه گاما	غلظت شوری (میلی مول)	صفات						
		طول ریشه (سانتی متر)	طول ساقه (سانتی متر)	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک قسمت‌های هوایی (گرم)	نسبت ریشه به قسمت‌های هوایی	زیست‌توده (گرم)
	۳۰	۱۸/۵٦^{a}	۲۵/٤۰^{a}	۱/۲۹^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۵۷^{a}	۰/۲۹^{a}	۰/۷۲^{a}
۸۰ گری	٦۰	۱۳/۵٦^{b}	۱۹/۵٦^{b}	۰/٦۳^{b}	۰/۰۷^{b}	۰/۳۹^{b}	۰/۲۱^{b}	۰/٤۷^{b}
	۹۰	۱۰/۹۳^{c}	۱۸/۳٤^{b}	۰/٦۰^{b}	۰/۰٤^{c}	۰/۳۷^{b}	۰/۱۳^{c}	۰/٤۲^{b}
	۳۰	۱۹/۳۱^{a}	۳٤/۷۱^{a}	۱/۹۲^{a}	۰/۲۰^{a}	۰/۸۹^{a}	۰/۲۳^{a}	۱/۰۹^{a}
۱٦۰ گری	٦۰	۱٤/٤۱^{b}	۲۳/۲۸^{b}	۰/۷۳^{b}	۰/۰۷^{b}	۰/٤۸^{b}	۰/۱٦^{b}	۰/۵۵^{b}
	۹۰	۱۱/۲۲^{c}	۱۹/۹۹^{b}	۰/۷۳^{b}	۰/۰۷^{b}	۰/٤٦^{b}	۰/۱۷^{b}	۰/۵۳^{b}
	۳۰	۱۷/۹۸^{a}	۲٦/۲٤^{a}	۱/۱۵^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۵۲ ^{ab}	۰/۳۲ ^{a}	۰/٦۹ ^{a}
۲٤۰ گری	٦۰	۱٤/۰۰^{b}	۲٤/٤۱^{b}	۰/۸۹^{b}	۰/۱۰^{b}	۰/۵٤ ^{a}	۰/۲۱ ^{b}	۰/٦٤ ^{a}
	۹۰	۱۲/۱۰^{c}	۲۰/۳۵^{c}	۰/۷۱^{c}	۰/۰۸^{c}	۰/٤٦ ^{b}	۰/۱۸ ^{b}	۰/۵٤ ^{b}
	۳۰	۲۲/۲۰ ^{a}	۳۳/۵۲ ^{a}	۲/۰٤ ^{a}	۰/۲۱ ^{a}	۱/۰۲ ^{a}	۰/۲۱ ^{a}	۱/۲۳ ^{a}
۳۲۰ گری	٦۰	۱٤/۵٤ ^{b}	۲۷/۸٤ ^{b}	۱/۲۰ ^{b}	۰/۱۳ ^{b}	۰/۷٤ ^{b}	۰/۱۸ ^{a}	۰/۸۷ ^{b}
	۹۰	۱۲/۵٦ ^{b}	۲۲/۳۹ ^{c}	۰/۸۲ ^{c}	۰/۱۰ ^{b}	۰/۵۲ ^{c}	۰/۲۰ ^{a}	۰/٦۲ ^{c}
	۳۰	۲۵/۰۰ ^{a}	٤۰/۲۰ ^{a}	۱/۸۲ ^{a}	۰/۲۱ ^{a}	۰/۸۳ ^{a}	۰/۲٦ ^{a}	۱/۰۵ ^{a}
٤۰۰ گری	٦۰	۱۳/۸۳ ^{b}	۲۳/۸۵ ^{b}	۰/۷۷ ^{b}	۰/۰۹ ^{b}	۰/٤۸ ^{b}	۰/۲۰ ^{b}	۰/۵۸ ^{b}
	۹۰	۱۳/۰۵ ^{b}	۲۳/۵۳ ^{b}	۰/۷٦ ^{b}	۰/۱۱ ^{b}	۰/٤۸ ^{b}	۰/۲٤ ^{ab}	۰/۵۹ ^{b}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال پنج در صد آزمون دانکن می‌باشد

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده نشان داد که دز ۸۰ گری اشعه‌ی گاما به دلیل توانایی کم در ایجاد تنوع ژنتیکی، کمترین تاثیر را در افزایش تحمل ژنوتیپ‌ها به تنش شوری داشت. همچنین مخرب‌ترین دز اشعه، ٤۰۰ گری بوده است که کمترین تعداد ژنوتیپ را در نسل دوم تولید کرد (جداول ۱ و ۳). مودیبو و همکاران (۲۰۱۲)، با اعمال تیمار های صفر، ۲۰۰، ٤۰۰، ٦۰۰ و ۸۰۰ گری اشعه‌ی گاما با عدم جوانه زنی بذور تیمار شده توسط دز های ٦۰۰ و ۸۰۰ گری اشعه‌ی گاما در همان نسل اول مواجه شدند. یعقوب و احمد (۲۰۰۳) و کان و همکاران (۲۰۰۷) هم گزارش های مشابهی را در مورد اثرات مخرب تیمار های بالای اشعه‌ی گاما به ترتیب در گیاه ماش و باقلا ارائه کردند. اشعه‌ی گاما، رادیکال‌هایی تولید می‌کند که بسته به سطح پرتوتابی آن می‌تواند در بهبود و یا تخریب خصوصیات مورفولوژی، آناتومی، بیوشیمی و فیزیولوژیکی گیاهان موثر باشد (آهوجا و همکاران ۲۰۱٤). ۱۳ ژنوتیپ از ۳۸ ژنوتیپ به دست آمده از تیمار دزهای مختلف اشعه‌ی گاما در نسل M_2 نسبت به رقم شاهد در صفات مختلف مورد بررسی دارای افزایش معنی‌دار بودند (جدول ۳). این ژنوتیپ‌ها پس از بررسی‌های دقیق‌تر در سال‌های آینده می‌توانند به عنوان لاین‌های امیدبخش جهت دستیابی به ارقام متحمل مورد توجه قرار گیرند. بیشترین سهم از این ژنوتیپ‌ها مربوط به تیمار دز ۳۲۰ گری اشعه‌ی گاما بود. همچنین این دز به همراه دز ۱٦۰ گری بیشترین تنوع را در صفات مورد بررسی ایجاد کردند (جدول ۱). مقدار دز پرتوتابی شده اشعه‌ی گاما در القای تنوع ژنتیکی که منتهی به موتانت‌های بهبود یافته در گیاهان گردد بسیار مهم است. فائو (۲۰۰۱)، در تحقیق مشترک با محققان بخش کشاورزی سازمان بین-المللی انرژی هسته‌ای، دامنه‌ی ۱۰۰ تا ۲۰۰ گری دز اشعه‌ی گاما و ایکس را بهترین مقادیر اشعه جهت دستیابی به صفات مطلوب در بقولات عنوان کرده‌اند. تامب و آپاراو (۲۰۰۸)، با پرتوتابی دزهای مختلف اشعه‌ی گاما به رقم MACS-450 سویا، بیشترین لاین‌های دارای افزایش معنی‌دار در صفات مختلف را از تیمار دز ۳۰۰ گری

اشعه‌ی گاما به دست آوردند. همچنین نتایج مشابهی در تحقیقات حنفیه و همکاران (۲۰۱۰)، مودیبو و همکاران (۲۰۱۱) و یونسی حمزه‌خانلو و همکاران (۲۰۱۱) به دست آمده است. بنابراین با توجه به تحقیقات قبلی انجام شده و نتایج حاصل از این تحقیق، دامنه‌ی مقادیر ۱٦۰ تا ۳۲۰ گری اشعه‌ی گاما می‌تواند تیمارهای بهینه‌ای جهت دستیابی به صفات مطلوب، به خصوص، تحمل به شوری در رقم ۰۳۳ و احتمالاً سایر ارقام گیاه سویا باشد.

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین صفات ژنوتیپ‌های به دست آمده از رقم ۰۳۳ سویا در تیمارهای مختلف اشعه‌ی گاما

تیمار اشعه	صفات ژنوتیپ	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک قسمت‌های هوایی (گرم)	نسبت ریشه به قسمت-های هوایی	زیست‌توده (گرم)
۸۰ گری	شاهد	۱۷/٦۱^{ab}	۲٤/۳٦^{b}	۰/۹٤^{ab}	۰/۱۰^{abc}	۰/٤۲^{bc}	۰/۲٤^{bc}	۰/۵۳^{bcd}
	۰۳۳-۸۰-۱	۱۵/۰۰^{ab}	۱۷/۰۲^{c}	۰/٦۹^{b}	٦/٦٦^{cd}	۰/٤٤^{bc}	۰/۱٦^{d}	۰/۵۱^{bcd}
	۰۳۳-۸۰-۲	۱۲/۷۷^{b}	۱۷/۷۷^{c}	۰/٦۹^{b}	۹/٤٤^{abcd}	۰/۳۸^{bc}	۰/۳۲^{a}	۰/٤۸^{bcd}
	۰۳۳-۸۰-۳	۱۳/۰۵^{ab}	۲۰/۰۰^{c}	۰/٦۱^{b}	۹/۱۱^{bcd}	۰/۲۵^{c}	۰/۲۷^{ab}	۰/٤٤^{cd}
	۰۳۳-۸۰-٤	۱۸/۰۵^{a}	۲۹/۱۱^{a}	۱/۳۸^{a}	۰/۱۲^{ab}	۰/٦٦^{a}	۰/۱۷^{d}	۰/۷۸^{a}
	۰۳۳-۸۰-۵	۱۵/٤٤^{ab}	۲۵/۵۲^{ab}	۱/۲۱^{a}	۰/۱٤^{a}	۰/۵۸^{ab}	۰/۲۱^{bcd}	۰/۷۲^{ab}
	۰۳۳-۸۰-٦	۱۳/۱٦^{ab}	۱۷/۵۰^{c}	۰/۷۰^{b}	۷/٤٤^{cd}	۰/٤۳^{bc}	۰/۱۹^{cd}	۰/۵۰^{bcd}
	۰۳۳-۸۰-۷	۱۲/٤٦^{b}	۲۰/۰۲^{c}	۰/٦۳^{b}	۷/۵۵^{cd}	۰/۳۹^{bc}	۰/۲۰^{bcd}	۰/٤۷^{bcd}
	۰۳۳-۸۰-۸	۱۲/۵۰^{b}	۱۷/۰۲^{c}	۰/۵۵^{b}	۵/۵۰^{d}	۰/۳۳^{c}	۰/۱۵^{d}	۰/۳۹^{d}
	۰۳۳-۸۰-۹	۱۵/۱۳^{ab}	۱۹/۰۰^{c}	۰/٦۲^{b}	۸/۰۵^{bcd}	۰/۳۱^{c}	۰/۲۷^{ab}	۰/۳۹^{d}
	۰۳۳-۸۰-۱۰	۱۲/٦٦^{b}	۲٤/۸۰^{b}	۱/۲۳^{a}	۰/۱۰^{abc}	۰/٦۰^{ab}	۰/۱۷^{cd}	۰/۷۱^{bc}
۱٦۰ گری	شاهد	۱۷/٦۱^{a}	۲٤/۳۱^{bcd}	۰/۹٤^{cd}	۰/۱۰^{bc}	۰/٤۲^{ef}	۰/۲٤^{a}	۰/۵۳^{cde}
	۰۳۳-۱٦۰-۱	۱۳/۱۹^{bc}	۱٦/۲۱^{e}	۰/٦۰^{d}	۰/۰۵^{c}	۰/۳۸^{ef}	۰/۱۵^{bc}	۰/٤٤^{e}
	۰۳۳-۱٦۰-۲	۱۵/۰۵^{abc}	۳۸/۰۰^{a}	۱/۰٤^{d}	۰/۱۱^{bc}	۰/٦٤^{cde}	۰/۱٦^{bc}	۰/۷۵^{cd}
	۰۳۳-۱٦۰-۳	۱۵/۲۱^{abc}	۲۹/۳۲^{b}	۱/۳۰^{bc}	۰/۱۰^{bc}	۰/۷۱^{bcd}	۰/۱٤^{c}	۰/۸۲^{bc}
	۰۳۳-۱٦۰-٤	۱٤/۸۸^{abc}	۳۰/۲۲^{b}	۱/٦٦^{ab}	۰/۱٤^{ab}	۰/۹۰^{ab}	۰/۱٤ ^{c}	۱/۰٤^{ab}
	۰۳۳-۱٦۰-۵	۱٦/۱۱^{abc}	۲۹/٤۲^{b}	۲/۰٤^{a}	۰/۱۸^{a}	۱/۰۱^{a}	۰/۱۷^{abc}	۱/۲۰^{a}
	۰۳۳-۱٦۰-٦	۱۲/۷۷^{c}	۱۸/۱۱^{de}	۰/۷۳^{cd}	۰/۰۸^{bc}	۰/٤٤^{ef}	۰/۲۰^{abc}	۰/۵۲^{cde}
	۰۳۳-۱٦۰-۷	۱۳/٦۱^{bc}	۲۱/۱٦^{cde}	۰/۷۵^{cd}	۰/۰۸^{bc}	۰/٤۷^{def}	۰/۱۸ ^{abc}	۰/۵٦^{cde}
	۰۳۳-۱٦۰-۸	۱۳/۳۳^{bc}	۲۳/۰۵^{bcde}	۰/٦۰^{d}	۰/۰۸^{bc}	۰/۳۷^{f}	۰/۲۳^{ab}	۰/٤۵^{de}
	۰۳۳-۱٦۰-۹	۱٦/۳۳^{abc}	۲۷/۸۸^{bc}	۰/۸۹^{cd}	۰/۱۲^{bc}	۰/۵٤^{def}	۰/۲٤^{a}	۰/٦٦^{cde}
	۰۳۳-۱٦۰-۱۰	۱٦/۷۲^{ab}	۲۸/۲۲^{bc}	۱/۸٦^{ab}	۰/۱۹^{a}	۰/۸٤^{abc}	۰/۱۹ ^{abc}	۱/۰٤^{ab}
۲٤۰ گری	شاهد	۱۷/٦۱^{ab}	۲٤/۳٦^{cd}	۰/۹٤^{b}	۰/۱۰ ^{bc}	۰/٤۲ ^{bc}	۰/۲٤ ^{ab}	۰/۵۳ ^{bc}
	۰۳۳-۲٤۰-۱	۱۲/۸۳^{d}	۱۹/۵۸^{ef}	۰/۸٦^{bc}	۰/۱۰ ^{bc}	۰/۵۱ ^{b}	۰/۲۱ ^{ab}	۰/٦۱ ^{b}
	۰۳۳-۲٤۰-۲	۱۲/۰۵^{d}	۲۰/۷۷ ^{ef}	۰/۷۳ ^{bc}	۰/۱۱ ^{bc}	۰/٤۵ ^{bc}	۰/۲۱ ^{ab}	۰/۵٦ ^{bc}
	۰۳۳-۲٤۰-۳	۱۲/۸۳^{d}	۲٤/۳۳ ^{cd}	۰/۷۸ ^{bc}	۰/۱۲^{b}	۰/٤۸ ^{bc}	۰/۲۵ ^{ab}	۰/٦۱ ^{b}
	۰۳۳-۲٤۰-٤	۱۵/۸٦^{bc}	۳۲/٦۷^{a}	۱/۲۱^{a}	۰/۱٦ ^{a}	۰/٦۸ ^{a}	۰/۲۳ ^{ab}	۰/۸٤ ^{a}
	۰۳۳-۲٤۰-۵	۱۳/۰۵^{d}	۱۸/۲۲^{f}	۰/٦۰^{c}	۰/۰٦ ^{c}	۰/۳٦ ^{c}	۰/۲۰ ^{ab}	۰/٤۲ ^{c}

	۰۳۳-۲٤۰-٦	۱۲/۹٤^{d}	۱۹/۷۲ ^{ef}	۰/۷٥ ^{bc}	۰/۰۸ ^{c}	۰/٤٦ ^{bc}	۰/۱۸ ^{b}	۰/٥٥ ^{bc}
	۰۳۳-۲٤۰-۷	۱٤/۱۱^{cd}	۲۱/۹٤^{de}	۰/٦٤ ^{bc}	۰/۰۹ ^{bc}	۰/۳۷ ^{c}	۰/۲٥ ^{ab}	۰/٤۷ ^{bc}
	۰۳۳-۲٤۰-۸	۱۷/۳۳^{ab}	۲۸/۰٥^{b}	۱/۳٥ ^{a}	۰/۱۷ ^{a}	۰/٦٥ ^{a}	۰/۲۷ ^{ab}	۰/۸۲ ^{a}
	۰۳۳-۲٤۰-۹	۱۸/۳۳^{a}	۲۷/۰۳^{bc}	۱/۳۲ ^{a}	۰/۱۸ ^{a}	۰/٦۷ ^{a}	۰/۲۸ ^{a}	۰/۸٥ ^{a}
	شاهد	۱۷/٦۱ ^{ab}	۲٤/۳٦ ^{c}	۰/۹٤ ^{b}	۰/۱۰ ^{c}	۰/٤۲ ^{d}	۰/۲٤ ^{a}	۰/٥۳ ^{c}
۳۲۰ گری	۰۳۳-۳۲۰-۱	۱۷/۰۰^{b}	۳۸/٥۰ ^{a}	۱/۷٦ ^{a}	۰/۲۰ ^{a}	۰/۷۹ ^{bc}	۰/۲٤ ^{a}	۰/۹۹ ^{ab}
	۰۳۳-۳۲۰-۲	۱٤/۹٤ ^{bc}	۲٤/۹٤ ^{c}	۱/۰٤ ^{b}	۰/۱۳ ^{bc}	۰/٦۷^{c}	۰/۱۹ ^{ab}	۰/۸۰ ^{b}
	۰۳۳-۳۲۰-۳	۲۰/۲۷^{a}	۳٤/۲۷ ^{a}	۱/۷۷ ^{a}	۰/۱۸ ^{ab}	۰/۹۷ ^{ab}	۰/۱۷^{b}	۱/۱٦ ^{a}
	۰۳۳-۳۲۰-٤	۱٥/۲۷ ^{bc}	۳۰/۰۳ ^{b}	۱/٥۱ ^{ab}	۰/۱۲ ^{bc}	۱/۰٥ ^{a}	۰/۱٤^{b}	۱/۱۸ ^{a}
	۰۳۳-۳۲۰-٥	۱۲/٤۳^{c}	۲٤/٤۰ ^{c}	۰/۹۸ ^{b}	۰/۱۲ ^{c}	۰/٦۱ ^{cd}	۰/۱۹^{b}	۰/۷۳ ^{bc}
	شاهد	۱۷/٦۱ ^{a}	۲٤/۳٦ ^{c}	۰/۹٤ ^{b}	۰/۱۰ ^{b}	۰/٤۲ ^{b}	۰/۲٤ ^{b}	۰/٥۳^{d}
٤۰۰ گری	۰۳۳-٤۰۰-۱	۱۸/۱٦ ^{a}	۳۲/۷۷ ^{ab}	۱/٥۹ ^{a}	۰/۲۱ ^{a}	۰/۷٦ ^{a}	۰/۲۷ ^{b}	۰/۹۷^{a}
	۰۳۳-٤۰۰-۲	۱٤/۹۱ ^{a}	۳۰/٥۲^{b}	۰/۹۲ ^{b}	۰/۱۰ ^{b}	۰/٦٦ ^{a}	۰/۱٦ ^{c}	۰/۷٦^{bc}
	۰۳۳-٤۰۰-۳	۱۷/۸۸ ^{a}	۳۳/٥٥ ^{a}	۱/۱۹ ^{ab}	۰/۱۲ ^{b}	۰/۷۱ ^{a}	۰/۱٦ ^{c}	۰/۸۳^{ab}
	۰۳۳-٤۰۰-٤	۱۷/۸۸ ^{a}	۲٤/۷٥ ^{c}	۰/۹۳ ^{b}	۰/۱٥ ^{b}	۰/٤٥ ^{b}	۰/۳۳ ^{a}	۰/٦۰^{cd}

حروف مشابه در هر ستون، در هر دز نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد

منابع

جرجانی، ع.، م. ابراهیمی و ف. مجد. ۱۳۸۳. ارزیابی تحمل کالوس‌های پرتوتابی شده جنین سویا (*Glycine max* L.) به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۲: ۷۹-۸٦.

یونسی حمزه خانلو، م.، ع. ایزدی دربندی، ن. پیرولی بیرانوند و م. حلاجیان. ۱۳۹۱. بررسی تنوع مورفولوژیک لاین‌های جهش‌یافته نسل هفتم سویای حاصل از پرتودهی با اشعه گاما در شرایط گلخانه. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای. ۹: ۹۷-۱۰٥.

خدادای، م. و ر. امید بیگی. ۱۳۸۱. اثرات شوری بر رشد، پتانسیل آب برگ و میزان پرولین دو رقم پیاز خوراکی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ٤: ۷۱ – ۸۱

عبدمیشانی، س. و ع. الف. شاه‌نجات بوشهری. ۱۳۷٦. اصلاح نباتات تکمیلی. جلد اول. دانشگاه تهران. صفحه ۲۳۱-۲٦۱.

یزدی صمدی، ب. و س. عبدمیشانی. ۱۳۷۰. اصلاح نباتات زراعی. مرکز نشر دانشگاهی دانشگاه تهران. صفحه ۱۰۲.

Ahuja, S., Kumar. M., Kumar P. Gupta, V.K. singhal, R.K. Yadav, A. and Singh, B. 2014. Metabolic and biochemical changes caused by gamma irradiation in plants. Rad. Nucl. Chem. J. 300: 199-212.

Arefrad. M., G. Nematzadeh., N. Babaian Jelodar and S. K. Kazemitabar. 2012. Improvement of qualitative and quantitative traits in soybean [*Glycine Max* (L.) Merrill] through gamma irradiation. JPMB. 1: 10-15.

Atak, C.C., I. Atak, S. Alikamanoglu, L. Acik and Y. Canbolat. 2004. Induced of plastid mutations in soybean plant (*Glycine max* L. Merrill) with gamma radiation and determination with RAPD. Mutation Res. 556: 35-44.

Dellacruz-Torres, E. 2008. The role of mutation breeding on plant improvement in mexico. International Symposium on Induced Mutations in Plants (ISIM) . IAEA-CN-167.

FAO/IAEA. 2001. Grain legume cultivars derived from induced mutation, and mutations affecting nodulation. Plant Breed. Gen. Section. 13: 1-44.

Hajduch, M., F. Debre, B. Bohmova, and A. Pretova. 1999. Effect of Different Mutagenic Treatments on Morphological Traits of M2 Generation of Soybean. Soybean Genetics Newsletter 26. URL http://www.soygenetics.org/articles/sgn1999-005.html.

Hanafiah, D. S., Trikoesoemaningtyas, S. Yahya and D. Wirnas. 2010. Induced mutations by gamma ray irradiation to Argomulyo soybean. Biosci. 3: 121-125.

Hardarson, G. and Danson S.K.A. 1993. Methods for measuring biological nitrogen fixation in grain legumes. Plant and Soil. 152: 19-23.

Katerji, N., J.W. Hoom Van, A. Hamdy, M. Mastrorilli and J.W. Van Hoom, 2000. Salt tolerance classification of crop according to soil salinity and to water stress day index. Agric. Water Manage. 43: 99-109.

Kon, E., O.H. Ahmed, S.A. Saamin and N.M. Hussain. 2007. Gamma Radiosensivity Study in Long Bean (Vigna sesquipedalis). AJAS. 12: 1090-1093.

Lee, G.J., Boerma, H.R., Villagarcia, M. R., Zhou, X., Carter Jr, T. E., Li, Z. and Gibbs, M. O. 2004. A major QTL conditioning salt tolerance in S-100 soybean and descendent cultivars. Theor. Appl. Genet. 109: 1610–1619.

Mudibu, J., K.K.C. Nkongolo, A. Kalonji-Mbuyi and R.V. Kizungu, 2012. Effect of Gamma Irradiation on Morpho-Agronomic Characteristics of Soybeans (Glycine max L.). AJPS. 3: 331-337.

Mudibu, J., K.K. Nkongolo, M. Mehes-Smith and A. Kalonji-Mbuyi. 2011. Genetic analysis of a soybean genetic pool using iSSR marker: Effect of gamma radiation on genetic variability. IJPB.3: 235-245.

Muthiah, A.R., J.G. Manjaya, T. S. Raveendran, P. Chezhian and V. Suguna. 2008. Drought tolerant m4 segregants of soybean cv. js 335 and co. International Symposium on Induced Mutations in Plants (ISIM). IAEA-CN-167.

Nandanwar, S.R. and J. G. Manjayya. 2008. Gamma rays induced mutation in soybean (*Glycine max* (L.) merr.) for resistance to moisture stress, root rot and collar rot. International Symposium on Induced Mutations in Plants (ISIM). IAEA-CN-167.

Oo, K.S. and N. Thi Lang. 2004. Genetic for salt tolerance in rice induced by mutagenesis. Agric. Sci. Technol. 4: 57-63.

Poljakoff-Mayber, A. and A. Meiri. 1969. The response of plant to chainging salinity. Final Technical Report. Heberew University / Volkani Institute Agric. Rec. Jerusalem. pp: 278.

Tabosa J.N. W. Colaco, O.V. Reis, J.B. Simplicio and F.M. Dias. 2007. Sorghum genotypes tolerant to soil salinity–Progenies developed under gamma rays doses. J. Sat. Agric. Res. 5(1). 1-5.

Tambe, A. B., and B. J. Apparao. 2008. Gamma rays induced mutations in soybean [*Glycine max* L. merill] for yield contributing traits. International Symposium on Induced Mutations in Plants (ISIM) . IAEA-CN-167.

Yaqoob, M. and B. Ahmad. 2003. Induced Mutation Studies in Some Mung Beans Cultivars. Sar. J. Agric. 1: 301-365.

Younessi Hamzekhanlu. M., A. Izadi-Darbandi, N. Pirvali-Beiranvand, M.T. Hallajian and A. Majdabadi. 2011. Phenotypic and molecular analysis of M7 generation of soybean mutant lines through random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker and some morphological traits. AJAR. 6(7): 1779-1785.

Induction of salt tolerant soybean [*Glycine max* (L) Merr. cv. 033] mutants with gamma ray irradiation under greenhouse condition

M. Kiae[1], N. Babaeian Jelodar[1], N. Bagheri[1]

Received: 2014-11-30 Accpeted: 2015-4-23

Abstract

In order to study salt tolerance of 38 genotypes derived from gamma ray irradiation on 033 soybean cultivar (M_2 generation), seeds of selected M_1 genotypes were sown under greenhouse condition with 3 levels of sodium chloride (30, 60 and 90 mM) in sandy culture as a factorial experiment on the basis of randomized complete block design with 3 replications in 2008. After 60 days from imposing salinity treatment, the traits of stem length, root length, root node number, plant fresh weight, dry weight of aerial part of plant, root dry weight and plant biomass were recorded. Analysis of variance indicated that there were significant differences between salinity treatments, genotypes and their interaction. Moreover, results showed significant differences in morphological traits. The observations showed the most extensive variation range was belonging to 320 Gy dose of gamma ray. In this study, 13 genotypes were selected and they were tolerant to all salinity levels compare to control. These promising genotypes can be used as new germplasms to obtain new salt tolerant or resistant varieties in near future.

Keywords: soybean, salinity, gamma ray, tolerance, morphological traits

1- Department of Agronomy and Crop Breeding, Sari University of Agriculture and Natural Resources, Sari, Iran