مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

بررسی پاسخ برخی از مهم ترین مولفه های سبز شدن گیاهچه های ارقام زراعی-تجاری سویا به شوری و دز های پائین پرتوتابی با اشعه گاما

اعظم برزوئی*[۱]، پروانه صیاد امین[۲] ، محمد رضا جهانسوز[۲]
۱. پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده کشاورزی هسته ای کرج
۲. دانشگاه تهران پردیس کشاورزی و منابع طبیعی گروه زراعت و اصلاح نباتات

چکیده: به منظور بررسی پیامد پرتوی گاما بر سبز شدن گیاهچه های سویا در محیط شور؛ آزمایشی فاکتوریل در چهارچوب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه عامل آزمایشی و در چهار تکرار آزمایشی به اجرا در آمد. شوری با پنج سطح آزمایشی شاهد (آب شهر)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به عنوان عامل آزمایشی نخست؛ پرتوتابی بذر به کمک سطوح پایین پرتوی گاما با چهار سطح آزمایشی صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ گِری به عنوان عامل آزمایشی دوم؛ و ارقام زراعی با پنج سطح آزمایشی ویلیامز، کِلارک، اِم-۴، اِم-۷ و اِم-۹ برای سویا به کار گرفته شد. برخی از مهم ترین مولفه های سبز شدن گیاهچه در این آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین زمان های سبز شدن گیاهچه همراه با بیش ترین و کمترین طول و وزن ریشه و شاخساره به ترتیب در سطح بالا (۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم) و پائین (شاهد و ۵۰ میلی مولار کلرید سدیم) دیده شد. همچنین با افزایش شوری سرعت سبز شدن گیاهچه و میزان روزانه سبز شدن گیاهچه کاهش و میانگین زمان سبز شدن گیاهچه افزایش نشان داد. از طرف دیگر با افزیش شدت پرتو تابی بر همه زمان های سبز گیاهچه افزوده شد و از طول و وزن ریشه و شاخساره گیاهچه سبز شده کاسته شد. این رو؛ پرتوتابی بذر سویا با سطح‌های پایین پرتوی گاما، با رویکرد پیش تیمار بذر برای بهبود فرآیندهای سبز شدن گیاهچه در محیط‌های شور، سفارش نمی گردد.

واژگان کلیدی: پرتو گاما، شوری، طول و وزن ریشه و شاخساره، میانگین زمان سبزشدن گیاهچه، میزان روزانه سبزشدن گیاهچه.

Response of some important seedling emergence parameters to salinity and low gamma doses in commercial cultivars of soybean

Azam Borzouei[1], Parvaneh sayyad amin[2] and Mohammad reza Jahansuz[2]
[1]Nuclear Science and Technology Research Institute, P.O. Box 31485/1498, Karaj, Iran
[2] Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, P. O. Box 4111, Karaj, Iran.

Abstract: In order to study the effect of gamma irradiation on seedling emergence of soybean under saline conditions; an experiments was performed as a factorial arrangement based on completely randomized design. Experimental treatments include salinity in 5 levels (Control, 50, 100, 150 and 200 mmol NaCl), low doses of gamma radiation in 4 levels (0, 25, 50,75, Gy) and five soybean genotypes (Kelark, Viliams, M-4, M-7 and M-9). At the end of the experiment some of the most important seedling emergence parameters were measured. The results showed that the highest and lowest seedling emergence times, root dry weight, shoot dry weight, root length and shoot length of seedling emergence were observed at high (150 and 200 mmol NaCl) and low salinity (control and 50 mmol NaCl) levels respectively. Also with increasing salinity levels, rate of seedling emergence and daily seedling emergence were decreased and mean emergence time (MET) was increased. All the seedling emergence time parameters improved with

increasing gamma radiation; in contrast root and shoot dry weight, root and shoot length of seedling emergence were decreased. As a result, treatment soybean seeds with low gamma doses in order to improve the seedling emergence process did not recommend.

Keywords: Gamma irradiarion, Salinity, Root and Shoot dry weight, Root and Shoot Length, Seedling emergence, Rate of seeding emergence, MGT.

مقدمه:

بهره‌گیری از فناوری هسته‌ای، در دیگر بخش‌های کشاورزی هم‌چون روش‌های بِه‌زراعی نیز از پیشینه دَرخُور نگاهی برخوردار می‌باشد. رویکرد پایه‌ای بِه‌زراعی ارقام گیاهی به کمک پرتوی گاما، عمدتاً بر روی پرتوتابی بذر؛ و تا اندازه‌ای، پرتوتابی بافت‌پینه (کالوس)، پرتوتابی یاخته‌های مریستمی[۲] جوانه، پرتوتابی دانه گرده، پرتوتابی قَلَمه، پایه و پِیوَندَک، پرتوتابی غده و پرتوتابی پیاز متمرکز بوده است [۱،۲]. در این میان؛ پرتوتابی گامای بذر در جایگاه پیش‌تیماری کارامد، برای بهبود شناسه‌های جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه ـ چه بذرهای سخت‌رویش در شرایط بدون تنش و چه دیگر بذرها در شرایط تَنِش‌زا ـ همواره در کانون توجه پژوهشگران جای داشته است؛ چنان که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش؛ تابش دامنه گسترده‌ای از سطح‌های بسیار پایین و پایین [۳،۴]؛ تا سطح‌های بالا و بسیار بالای[۵،۶] پرتوی گاما، به شیوه پیش‌تیمار بذر برای بهبود دو فرآیند نام‌برده در گونه‌های زراعی و غیرزراعی، در سراسر جهان به کار رفته؛ و بسته به گونه گیاهی، سطح پرتوتابی و صفت آزمایشی بررسی شده؛ سودمند، زیان‌بار و یا بدون هر گونه پیامدی دیده شده است. در همین راستا؛ بررسی پاسخ شناسه‌های سبز شدن گیاهچه سویا به پیش‌تیمار بذر با سطح‌های پایین پرتوی گاما، در برابر سطح‌های گوناگون شوری، در جایگاه یکی از رویکردهای پژوهش کنونی قَلَم‌داد گردید.

مواد و روش ها

در تابستان ۱۳۹۰؛ آزمایشی در چهارچوب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه عامل آزمایشی در چهار تکرار آزمایشی به شرح زیر پیاده شد. شوری با پنج سطح آزمایشی شاهد (آب شهر)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به عنوان عامل آزمایشی نخست؛ پرتوتابی بذر به کمک سطوح پایین پرتوی گاما با چهار سطح آزمایشی صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ گِری به عنوان عامل آزمایشی دوم؛ و ارقام زراعی با پنج سطح آزمایشی ویلیامز، کِلارک، اِم‌۴، اِم‌۷ و اِم‌۹ برای سویا پرتوتابی بذرها با شدت‌های (دوزهای) تابِش یاد شده به وسیله دستگاه گاماسل با چشمه کبالت ۶۰ و با نِرخ شدت تابِش ۰/۵۵ گِری در ثانیه و فعالیت تابش $۱۰^{۱۰} \times ۱۳۵۱۲/۴۰$ بِکرِل، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، انجام گردید. پیش از پرتوتابی، بذر هر گونه زراعی به روش تناسب ریاضی وزن و نَم بذر، به نَم نسبی کارامد برای کارکردهای یاخته‌ای که برای سورگوم، در بازه نَم نسبی شش تا ۳۰ درصد و به طور میانگین ۱۲ درصد؛ رسانده شد و درستی میزان نَم نسبی بذرها به کمک دستگاه نَم‌سَنج دانه، مدل پی.

اِم.ـ۶۰۰، ساخت کشور ژاپن[۱] آزمون گردید. آزمایش‌های سبز شدن گیاهچه، در گلخانه‌های پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج؛ انجام گرفت. دوره پیاده‌سازی آزمایش، ۱۴ روز در نظر گرفته شد. همچنین برای هر تکرار آزمایشی ۲۵ عدد بذر در نظر گرفته شد. درطی دوره آزمایش؛ شمارش گیاهچه‌های سبز شده به صورت دو بار در روز با فاصله زمانی ۱۲ ساعت انجام گرفت. در پایان دوره پیاده‌سازی هر آزمایش؛ صفت آزمایشی طول، بی‌دِرَنگ پس از بیرون آوردن نمونه‌ها از واحدهای آزمایشی، به کمک خط‌کِش اندازه‌بندی شده با دقت سنجش یک میلی‌متر بر روی ریشه اصلی و ساقه اصلی شاخساره گیاهچه سبز شده؛ و صفت آزمایشی وزن خشک، پس از خشک شدن نمونه‌ها در بازه زمانی ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد اُجاق برقی، به کمک ترازوی خودکار با دقت سنجش ۰/۰۰۰۱ گرم بر روی کل اندام گیاهی زیرزمینی یا هوایی سنجیده شد.

- پیامد عامل‌های آزمایشی بر شناسه‌های خام سبز شدن گیاهچه سویا

همگی شناسه‌های خام سبز شدن گیاهچه سویا ـ دربردارنده زمان آغاز سبز شدن گیاهچه، زمان پایان یا بیشینه سبز شدن گیاهچه، طول ریشه گیاهچه سبز شده، طول شاخساره گیاهچه سبز شده، وزن ریشه گیاهچه سبز شده و وزن شاخساره گیاهچه سبز شده ـ دست‌خوش پیامدهای بسیار معنی‌دار (سطح پیشامَد یک درصد) شوری گشتند. زودهنگام‌ترین زمان‌های سبز شدن گیاهچه همراه با بیش‌ترین طول و وزن ریشه و شاخساره گیاهچه سبز شده؛ در سطح‌های پایین شوری ـ شاهد و ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم ـ و دیرهنگام‌ترین زمان‌های سبز شدن گیاهچه در کنار کم‌ترین طول و وزن ریشه و شاخساره گیاهچه سبز شده؛ در سطح‌های بالای شوری ـ ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم ـ دیده شد (جدول ۱). از سویی؛ پاسخ همگی صفت‌های آزمایشی شناسه‌های خام سبز شدن گیاهچه سویا به پرتوتابی بذر، بسیار معنی‌دار (سطح پیشامَد یک درصد) ارزیابی گردید، به سانی که با افزایش شدت پرتوتابی بذر سویا، بر همه زمان‌های سبز شدن گیاهچه، افزوده؛ و از طول و وزن ریشه و شاخساره گیاهچه سبز شده کاسته شد (جدول ۱). میان ارقام نیا و جهش‌یافته سویا، هیچ تفاوت معنی‌داری از نگاه زمان‌های سبز شدن گیاهچه پیدا نشد ولی طول و وزن ریشه و شاخساره گیاهچه سبز شده سویا، به گونه بسیار معنی‌داری (سطح پیشامَد یک درصد) به رقم زراعی واکنش نشان داد، آن چنان که روی هم؛ ارقام جهش‌یافته سویا به ویژه اِم.ـ۹، بالاترین؛ و ارقام نیای سویا به ویژه ویلیامز، پایین‌ترین طول و وزن ریشه و شاخساره گیاهچه سبز شده را به نمایش گذاشتند (جدول ۱).

زمان‌های سبز شدن گیاهچه سویا، در سطح‌های اندک شوری ـ ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم ـ بردباری نشان دادند ولی هیچ بردباری در برابر سطح‌های میانه و بالای شوری نداشتند. این در حالی بود که ریشه و شاخساره گیاهچه سبز شده سویا؛ کوچک‌ترین بردباری در برابر افزایش شوری، حتی در سطح‌های پایین نداشتند. این یافته، نمایان‌گر حساسیت بسیار بالای سویا به شوری، در گام نخست رویش خود است که فراهم‌سازی محیط غیرشور را دَستِ‌کَم برای این گام نموی از زندگی هر دو گیاه، گریزناپذیر می‌گرداند. ناموَر و همکاران [۷] و نِوِس و همکاران[۸] نیز کاهش طول و وزن ریشه و شاخساره

[۱] Grain moisture tester, PM-600, Kett Electeric Lab., Tokyo, Japan.

گیاهچه سورگوم و سویا را در پی شوری آشکار ساختند. پرتوتابی بذر؛ نه تنها هیچ پیامد سودمندی بر شناسه‌های خام جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه هیچ یک از دو گونه زراعی سورگوم و سویا، در شرایط شور نداشت؛ بلکه در شدت‌های تابش بالا، حتی زیان‌بار نیز بود. افزون بر این؛ برتری ارقام جهش‌یافته بر ارقام نیای سویا، در این دسته از صفت‌های آزمایشی دیده شد. این در شرایطی بود که پرتوتابی بذر پنبه تا سطح ۱۵۰۰ گِرِی پرتوی گاما، پیامدی بر طول و وزن تر ریشه‌چه بذر جوانه‌زده نداشت ولی طول و وزن تر ساقه‌چه بذر جوانه‌زده را حتی در سطح ۵۰۰ گِرِی پرتوی گاما کاهش داد [۶] که می‌تواند نشان‌گر بردباری بالاتری ریشه‌چه پنبه در برابر آسیب‌های پرتوی گاما باشد. افزون بر این؛ پرتوتابی بذر یولاف (جو دوسَر) وحشی[۲]، زمان آغاز سبز شدن گیاهچه را به جلو کشید ولی از سطح ۱۰۰ گِرِی پرتوی گاما به بالا، با این که پیامدی بر وزن خشک شاخساره گیاهچه به نمایش نگذاشت؛ کاهش طول گیاهچه را دربرداشت [۹] .

- پیامد عامل‌های آزمایشی بر شناسه‌های برجسته سبز شدن گیاهچه سویا

جدای از میزان گیاهچه‌های غیرطبیعی و میزان زنده‌مانی گیاهچه‌های طبیعی که غیرمعنی‌دار یافت شدند؛ دیگر صفت‌های آزمایشی شناسه‌های برجسته سبز شدن گیاهچه سویا ـ دربرگیرنده میزان بیشینه سبز شدن گیاهچه، سرعت سبز شدن گیاهچه، سرعت روزانه سبز شدن گیاهچه و میانگین زمان سبز شدن گیاهچه ـ به گونه بسیار معنی‌داری (سطح پیشامَد یک درصد) پیامدهای ناگوار شوری را آشکار کردند. چنان که سوای یک‌نواختی سبز شدن گیاهچه که روند ویژه را دربرنداشت؛ با افزایش شوری، میزان بیشینه سبز شدن گیاهچه، سرعت سبز شدن گیاهچه و میزان روزانه سبز شدن گیاهچه، کاهش؛ و سرعت روزانه سبز شدن گیاهچه و میانگین زمان سبز شدن گیاهچه، افزایش نشان داد (جدول ۲). در این میان؛ پرتوتابی بذر بر همگی صفت‌های آزمایشی شناسه‌های برجسته سبز شدن گیاهچه سویا، مگر میزان گیاهچه‌های غیرطبیعی و میزان زنده‌مانی گیاهچه‌های طبیعی که غیرمعنی‌دار به دست آمدند؛ بسیار معنی‌دار (سطح پیشامَد یک درصد) دیده شد چنان که افزایش شدت پرتوتابی بذر، پیامدهای ناخواسته و ناخوشایندی بر صفت‌های آزمایشی معنی‌دار یاد شده به جا نهاد (جدول ۲). از دیدگاه شناسه‌های برجسته سبز شدن گیاهچه، هیچ گونه تفاوت معنی‌داری میان ارقام نیا و جهش‌یافته سویا نمایان نگشت. وانگهی، نمود دو سویای جهش‌یافته اِم-۷ و اِم-۹، تا اندازه‌ای بهتر بود (جدول۲).

سویا تا سطح‌های میانه شوری ـ ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم ـ بردباری خوبی به تنش شوری نشان داد هر چند که میزان بیشینه سبز شدن گیاهچه آن، در سطح‌های بالای شوری نیز چشم‌گیر و بیش از ۷۵ درصد به دست آمد. این یافته‌ها؛ بر خلاف شناسه‌های خام جوانه‌زنی بذر (داده ها نشان داده نشده است) و سبز شدن گیاهچه، شایستگی ارزنده این گونه زراعی را از دیدگاه جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه در شرایط شوری، نمایان می‌کنند هر چند که از سرعت جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه کاسته گردید. از سویی، به رغم کاهش میزان و سبز شدن گیاهچه سویا، با افزایش شوری؛ افزایش سرعت روزانه سبز شدن گیاهچه، نشان از تلاش آن‌ها برای سازگاری با شرایط سخت پیرامونی، در گام نموی جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه دارد تا در هر روز و پیش از رویارویی هر چه بیش‌تر با شوری پیرامون، گام‌های نموی بسیار حساس و سرنوشت‌ساز جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه خود را به پایان برسانند. هر چند که افزایش میانگین زمان سبز شدن گیاهچه با افزایش شوری، ناکامی

این تلاش را آشکار می‌گرداند. همه این‌ها در شرایطی است که از هیچ یک از دو رقم زراعی سویا در محیط شور، گیاهچه‌های غیرطبیعی سبز نمی‌شود و همگی گیاهچه‌های طبیعی سبز شده آن‌ها، به رغم محیط شور، توانایی زنده ماندن را دارند؛ هر چند که شماری از گیاهچه‌های طبیعی روییده از بذرهای جوانه‌زده ، پیش از سبز شدن گیاهچه و بیرون آمدن آن از بستر کشت می‌میرند. از این رو؛ می‌توان برداشت کرد که کشت سویا، در شرایط شور تا سطح ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم،سبز شدن گیاهچه‌های غیرطبیعی یا مرگ گیاهچه‌های طبیعی سبز شده را به همراه ندارد. این خود؛ نشانه دیگری از بردباری شایسته گیاه سویا، در برابر شوری است.

پرتوتابی بذر حتی در سطح پایین ـ شدت تابش ۲۵ گِری ـ پیامدهای ناخوشایندی بر شناسه‌های برجسته سبز شدن گیاهچه به جا نهاد ولی با همه این‌ها؛ بر میزان گیاهچه‌های غیرطبیعی سبز شده نیفزود و از میزان زنده‌مانی گیاهچه‌های طبیعی سبز شده نکاست که نشان می‌دهد پیش‌تیمار پرتوتابی بذر، دَستِ‌کَم از سبز شدن گیاهچه‌های غیرطبیعی و مرگ گیاهچه‌های طبیعی سبز شده سویا در شرایط شور، جلوگیری می‌کند. پس؛ شاید بتوان گفت با کاشت بذرهای پرتوتابی شده سویا به کمک سطح‌های پایین پرتوی گاما، می‌توان از رویش گیاهچه‌های غیرطبیعی در شرایط شور، پیش‌گیری نمود و تنها گیاهچه‌های طبیعی سبز شده‌ای داشت که در برابر شوری زنده می‌مانند.این در شرایطی بود که روی هم رفته، هیچ یک از ارقام زراعی سویا، برتری ویژه‌ای از نگاه صفت‌های آزمایشی شناسه‌های برجسته سبز شدن گیاهچه به نمایش نگذاشتند. افزون بر این؛ پَند و خِت‌مالاس [۵] کاهش میزان بیشینه جوانه‌زنی بذر و میزان زنده‌مانی گیاهچه‌های طبیعی گیاه قندی‌دارویی اِستِویا[۳] را در پی پرتوتابی گامای بذر یافتند به گونه‌ای که از سطح پرتوتابی بیش از ۱۵۰ گِری، هیچ گیاهچه طبیعی زنده نماند. در همین حال، هاردینگ و همکاران [۱۰] با این که هیچ تفاوت معنی‌داری در میزان بیشینه جوانه‌زنی بذر ارقام گوناگون برنج تا سطح ۸۰۰ گِری پرتوی گاما ندیدند ولی کاهش میزان زنده‌مانی گیاهچه‌های طبیعی را به ویژه از سطح ۳۰۰ گِری به بالای پرتوی گاما، با شیب بسیار تندی یافتند.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های شناسه‌های خام سبز شدن گیاهچه؛ میان ارقام نیا (ویلیامز و کِلارک) و جهش‌یافته (اِم-۴، اِم-۷ و اِم-۹) سویای پرتوتابی شده

توسط پرتوی گاما (گِری) در برابر تنش شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم).†

عامـــــــــل آزمایشی	زمان آغازسبز شدن گیاهچه (روز)	زمان پایان یا بیشینه سبز شدن گیاهچه (روز)	طول ریشه گیاهچه سبز شده (سانتی‌متر در واحد گیاهچه)	طول شاخساره گیاهچه سبز شده (سانتی‌متر در واحد گیاهچه)	وزن ریشه گیاهچه سبز شده (میلی‌گرم ماده خشک در واحد گیاهچه)	وزن شاخساره گیاهچه سبز شده (میلی‌گرم ماده خشک در واحد گیاهچه)
شاهد	۵/۰۰ d	۱۰/۲۵ d	۳/۹۴ a	۵/۶۳ a	۲/۹۸ a	۸/۳۱ a
۵۰	۵/۰۰ d	۱۲/۰۰ c	۳/۸۹ b	۵/۴۹ b	۲/۸۴ b	۸/۱۴ b
۱۰۰	۵/۲۵ c	۱۳/۲۵ b	۳/۵۰ c	۵/۲۳ c	۲/۵۲ c	۷/۸۸ c
۱۵۰	۶/۵۰ b	۱۳/۲۵ b	۳/۳۲ d	۵/۰۰ d	۲/۳۳ d	۷/۵۹ d
۲۰۰	۷/۰۰ a	۱۴/۰۰ a	۲/۶۸ e	۴/۴۷ e	۱/۸۱ e	۷/۰۷ e
صفر	۵/۲۰ c	۱۲/۳۰ c	۳/۵۳ a	۵/۲۵ a	۲/۵۸ a	۷/۹۹ a
۲۵	۵/۲۰ c	۱۲/۳۰ c	۳/۵۲ a	۵/۲۱ b	۲/۴۸ b	۷/۸۹ b
۵۰	۶/۰۰ b	۱۲/۶۰ b	۳/۴۴ b	۵/۱۴ c	۲/۴۸ b	۷/۶۵ c
۷۵	۶/۶۰ a	۱۳/۰۰ a	۳/۳۸ c	۵/۰۶ d	۲/۴۳ c	۷/۶۵ c
ویلیامز	۵/۷۱ a	۱۲/۵۰ a	۳/۴۰ d	۵/۱۱ d	۲/۴۵ c	۷/۷۶ d
ام-۴	۵/۷۳ a	۱۲/۵۲ a	۳/۴۰ d	۵/۱۱ d	۲/۴۵ c	۷/۸۳ b
کلارک	۵/۷۰ a	۱۲/۵۰ a	۳/۴۳ c	۵/۱۳ c	۲/۴۲ d	۷/۷۶ d
ام-۷	۵/۷۶ a	۱۲/۵۴ a	۳/۵۴ b	۵/۲۳ b	۲/۵۶ b	۷/۸۰ c
ام-۹	۵/۷۷ a	۱۲/۵۵ a	۳/۵۶ a	۵/۲۶ a	۲/۵۹ a	۷/۸۵ a

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های شناسه‌های برجسته سبز شدن گیاهچه؛ میان ارقام نیا (ویلیامز و کِلارک) و جهش‌یافته (اِم-۴، اِم-۷ و اِم-۹) سویای

عامـــــــل آزمایشی	میزان بیشینه سبز شدن گیاهچه (درصد)	سرعت سبز شدن گیاهچه (در روز)	سرعت روزانه سبز شدن گیاهچه (روز)	میانگین زمان سبز شدن گیاهچه (روز)	میزان گیاهچه‌های غیرطبیعی(درصد)	میزان زنده‌مانی گیاهچه‌های طبیعی (درصد)
شاهد	۸۷/۰۰ a	۰/۱۴ a	۰/۱۲ e	۷/۲۵ e	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۵۰	۸۷/۰۰ a	۰/۱۴ a	۰/۱۴ d	۸/۲۲ d	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۱۰۰	۸۷/۰۰ a	۰/۱۳ b	۰/۱۵ c	۸/۹۴ c	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۱۵۰	۸۰/۰۰ b	۰/۱۳ b	۰/۱۷ b	۹/۶۵ b	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۲۰۰	۷۵/۷۰ c	۰/۱۲ c	۰/۱۹ a	۱۰/۴۶ a	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
صفر	۹۰/۹۶ a	۰/۱۳ a	۰/۱۳ d	۸/۵۲ c	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۲۵	۹۰/۴۰ b	۰/۱۳ a	۰/۱۴ c	۸/۵۲ c	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۵۰	۷۸/۴۰ c	۰/۱۲ b	۰/۱۶ b	۹/۱۶ b	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۷۵	۷۳/۶۰ d	۰/۱۲ b	۰/۱۸ a	۹/۴۲ a	۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
ویلیامز	۸۳/۳۰ a	۰/۱۳ a	۰/۱۴ a	۸/۸۶ a	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a
ام-۴	۸۳/۳۵ a	۰/۱۳ a	۰/۱۴ a	۸/۹۰ a	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a
کلارک	۸۳/۳۰ a	۰/۱۳ a	۰/۱۴ a	۸/۸۶ a	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a
ام-۷	۸۳/۴۱ a	۰/۱۴ a	۰/۱۵ a	۸/۹۰ a	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a
ام-۹	۸۳/۴۰ a	۰/۱۴ a	۰/۱۵ a	۸/۹۳ a	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a

پرتوتابی شده توسط پرتوی گاما (گِری) در برابر تنش شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم).†

† در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی؛ میانگین‌هایی که دارای دَستِ‌کَم یک نماد هَم‌سان هستند، از نگاه آماری و بر پایه آزمون کم‌ترین تفاوت معنی‌دار در سطح /پیشامَد پنج درصد، بدون اختلاف معنی‌دار در صفت آزمایشی می‌باشند.\

منابع:

۱. اهری مصطفوی ح.، صفایی ن. (۱۳۸۶) کاربرد فناوری هسته‌ای در گیاه‌پزشکی، چاپ نخست.تهران: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای.

۲. پیروَلی بیرانوَند ن.، موسوی شَلمانی م. الف.، اهری مصطفوی ح.، ناصریان خیابانی ب.، شاه‌حسینی غ. ر.، شورَنگ پ. (۱۳۸۹) کاربرد فناوری هسته‌ای در کشاورزی. در: قنادی مراغه م. (ویراستار) فناوری هسته‌ای، جلد دوم، چاپ نخست. تهران: پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، صص. ۱۰۹۷-۱۲۶۷.

3. G. Kumar, S. Pandey, "Morphogenetic impact of gamma irradiation in *Linum usitatissmum* L." Journal of Phytological Research; 21: 265-268 (2008).

4. G., Muralidharan, R., Rajendran, "Effect of gamma-rays on germination and seedling vigor of bhendi [*Abelmoschus esculentus* (L.)]. "Plant Archives. 11: 755-757 (2011).

5. S. Pande, M. Khetmalas, "Effect of gamma irradiations on seed germination and seedling survival of *Stevia rebaudiana* Bert". South Asian Journal of Experimental Biology. 1: 255-259 (2011).

6. A. M. A. Reda, "Disinfestations of cotton seeds against the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) by gamma irradiation and its effects on some chemical and germination parameters". Egyptian Journal of Biological Pest Control. 22: 27-32 (2012).

7. A. Namvar, R. Seyed Sharifi, T. Khandan, P. Molaei, "Influence of extracts of *Chenopodium album* and NaCl salinity on germination and seedling growth of soybean". Allelopathy Journal. 23: 193-202 (2009).

8. G. Y. S. Neves, R. Marchiosi, M. L. L. Ferrarese, R. C. Siqueira-Soares, O. Ferrarese-Filho, "Root growth inhibition and lignification induced by salt stress in soybean." Journal of Agronomy and Crop Science. 196: 467-473 (2010).

9. N. Maherchandani. "Effects of gamma radiation on the dormant seed *Avena fatua* L." Radiation Botany. 15: 439-443(1975).

10. S. S. Harding, S. D. Johnson, D. R. Taylor, C. A. Dixon, M. Y. Turay," Effect of gamma rays on seed germination, seedling height, and survival percentage and tiller production in some rice varieties cultivated in Sierra Leone". American Journal of Experimental Agriculture; 2: 247-255 (2012).