مطالعه تأثیر اشعه گاما در ایجاد تنوع در ارقام برنج سنگ‌طارم، طارم هاشمی و نعمت (M_1&M_2)

علیرضا بابایی*[1]، قربانعلی نعمت زاده[2]، سید حمیدرضا هاشمی[3]

۱- مربی مسئول گروه علوم زراعی مجتمع آموزشی جهاد کشاورزی مازندران

۲- استاد و محقق ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- کارشناس پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*Babaei_balladeza@yahoo.com

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تنوع حاصل از پرتوتابی با دزهای ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ گری اشعه گاما روی ارقام برنج سنگ طارم، طارم هاشمی و نعمت اجرا گردید. در مطالعه نسل اول موتانت(M_1)، دز کشندگی ۵۰ درصد (LD_{50})، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط آزمایشگاهی و برخی صفات مهم زراعی بررسی گردید. میزان تنوع صفات مرفوفیزیولوژیک جمعیت نسل دوم (M_2) در قالب سه طرح ایزوله بلوک‌های کامل تصادفی مورد آنالیز آماری قرار گرفت. بر اساس نتایج نسل اول، درصد عقیمی و ارتفاع در اکثر دزها بیشترین تنوع را نشان داد. درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش دز تیمارها کاهش یافت، اما این روند از الگوی خاصی پیروی نمی‌کند. در نسل دوم، ارتفاع در تمام ارقام و تیمارهای گاما به استثنای ۴۵۰ گری در سنگ طارم و ۳۵۰ و ۴۵۰ گری در طارم هاشمی نسبت به شاهد تفاوت معنی داری داشته است. طول دوره رشد نعمت در کلیه دزها به غیر از ۴۵۰ گری و در طارم هاشمی به غیر از ۱۵۰ گری نسبت به شاهد کاهش داشته است. در دیگر صفات زراعی، در طارم هاشمی تعداد کل پنجه، تعداد دانه در خوشه، عقیمی خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد تک بوته و در نعمت طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و عملکرد تک بوته به غیر از برخی دزها نسبت به شاهد معنی دار گردید. تعداد ۹۴ بوته انتخابی نسل دوم که ۴۸ بوته مربوط به ۱۵۰گری و ۲۴ و ۲۲ بوته به ترتیب در ۲۵۰ و ۳۵۰ گری، حاکی از دز مؤثر ۱۵۰ گری و تنوع مناسب در جمعیت نسل دوم دارد.

کلمات کلیدی: اصلاح موتاسیونی، اشعه گاما، تنوع، برنج

مقدمه

اصلاح موتاسیونی با ایجاد جهش و تنوع ژنتیکی در ساختار توارثی گیاهان، سالیان متمادی در عرصه به نژادی گیاهی در کنار روش‌های کلاسیک استفاده می‌گردد. تعداد بیشمار ارقام اصلاحی معرفی شده به کشاورزان، بیانگر ارزش اقتصادی این تکنیک می‌باشد(دومینگو و همکاران، ۲۰۰۷). در طی هفتاد سال گذشته در سراسر جهان بیش از ۲۵۰۰ واریته موتانت به طور مستقیم به‌عنوان رقم و یا غیر مستقیم در برنامه های به نژادی آزاد گردید. بیشترین تعداد واریته‌های موتانت اصلاح شده در موتاسیون القایی مربوط به پرتوتابی(۸۹٪) که ۶۴ ٪ مربوط به گاما و ۲۲٪ مربوط به اشعه ایکس است(الوولیا و همکاران، ۲۰۰۴ ; شو و لاگودا، ۲۰۰۷). پرتوهای یونیزه کننده از جمله اشعه گاما با اثرات موتاژنی، خزانه ژنی متنوع‌تری را در منابع گیاهی ایجاد کرده، به عنوان یک ابزار تکمیلی در فرآیندهای به نژادی بکار گرفته می‌شود (بابایی و همکاران، ۲۰۱۰). در این ارتباط به اختصار به ایجاد و معرفی ۳۲۵ رقم موتانت و صدها لاین متعلق ۲۹ گونه برنج در چین نظیر معرفی موتانت Zhefu 802 با خواص زودرسی، مقاومت به بیماری و عملکرد بالا (وانگ،۱۹۹۱)، معرفی چندین لاین و رقم موتانت برتر در یک برنامه به نژادی در کشور تانزانیا به وسیله اشعه گاما نظیر موتانت Mwangaza با خصوصیت مقاومت به ویروس لکه زرد برنج و بسیار زودرس و رقم SUPA BC دارای پتانسیل عملکرد بالا و مقاوم به ویروس لکه زرد (لوزی و همکاران، ۲۰۰۹) را نام برد. از دیگر مطالعات، شناسایی گیاهچه‌های مقاوم به شوری در نسل دوم برنج موتانت رقم باسماتی پاکستان(سلیم و همکاران، ۲۰۰۵)، بررسی تأثیر اشعه گاما روی ارقام Shua-92، Sarshar و IR-8 و ایجاد لاین های مقاوم به شوری در تیمار ۱۵۰ گری گاما (ثرین و همکاران، ۲۰۰۹) و اصلاح برنج رقم LGC1 با مقادیر گلوتین پایین و پرولامین بالا (غیر قابل هضم) در ژاپن (نشیمورا و همکاران، ۲۰۰۹) می‌توان اشاره نمود. در مطالعه تأثیر اشعه گاما بر برنج دم‌سیاه (اصفهانی و فتوکیان،۱۳۸۱) لاین موتانت با ۱۵روز زودرس‌تر از شاهد ایجاد گردید. در گزارش طرح تحقیقاتی معرفی دو رقم جدید برنج از طریق اشعه گاما (عارفی و مجد ،۱۳۸۲)، چگونگی و نتایج حاصل از استفاده موتاژن های فیزیکی برای القای موتاسیون در سه رقم برنج طارم محلی و موسی طارم و آمل ۳ تشریح گردید.

هدف پژوهش حاضر، بررسی تنوع حاصل از تیمار موتاژن گاما (γ) جهت دستیابی به لاین های زودرس در رقم نعمت و لاین های پاکوتاه در ارقام سنگ طارم و طارم هاشمی بود. رقم پرمحصول برنج نعمت با متوسط عملکرد شلتوک ۷۴۲۶ کیلوگرم در هکتار و مقاوم به برخی آفات و بیماری‌های شایع شمال ایران- مازندران، دارای عیب طول دوره رشد (۱۴۰روز) بوده، استقبال چندانی توسط کشاورزان استان مازندران به‌عمل نیامده است و ارقام کیفی طارم هاشمی و سنگ طارم با متوسط

عملکرد شلتوک ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، حساس به برخی آفات و بیماری‌های شایع و خصوصاً سنگ طارم به ورس حساس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بذور خالص ارقام طارم هاشمی، سنگ طارم و نعمت در بهار ۱۳۸۷ به پژوهشکده هسته‌ای پزشکی و کشاورزی کرج ارسال گردید. پرتوتابی با منبع کبالت ۶۰ در محفظه گاما با دزهای ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و۴۵۰ گری به مدت ۳۰ دقیقه روی کیسه های ۱۰۰ گرمی بذور انجام و در روز بعد به همراه شاهد در شرکت زراعی دشت ناز ساری در خزانه و پس از ۲۱ روز در زمین اصلی کشت گردید. قسمتی از بذور تیمار شده جهت تست جوانه زنی (درصد و سرعت جوانه‌زنی)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و محاسبه دز کشندگی[1] ۵۰ درصد (LD_{50}) به آزمایشگاه انتقال یافت. درصد جوانه‌زنی در فواصل۳ ، ۵ و ۷ روز بعد از کاشت در پتری دیش و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه پس از ۱۴ روز اندازه گیری شد. سرعت جوانه‌زنی با فرمول زیر محاسبه گردید:

$$V_g = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + n_3 t_3}{N}$$

Vg: سرعت جوانه‌زنی، ni: تعداد بذور سبز شده در روز سوم (t_1)، پنجم (t_2) و هفتم (t_3)، N: کل بذور سبز شده

اندازه‌گیری صفات مرفوفیزیولوژیک به همراه شاهد شامل ارتفاع بوته، دوره رشد، تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد خوشه‌چه، طول و عرض برگ پرچم، وزن هزار دانه، تعداد کل دانه در خوشه، تعداد دانه پر و پوک، طول و عرض شلتوک انجام و ثبت گردید. برداشت شلتوک در هر یلات به صورت مجزا انجام تا مانع اختلاط فیزیکی بذور ارقام و دزها شود. بذور M_2 در بهار ۸۸ در قالب سه طرح ایزوله بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار(بلوک) کشت گردید و میزان تنوع صفات مهم زراعی ارتفاع بوته، طول دوره رشد، تعداد کل پنجه، تعداد پنجه بارور، تعداد کل دانه در خوشه، تعداد دانه پوک(درصد عقیمی) و تعداد دانه سالم خوشه، وزن هزاردانه، طول پانیکول، عملکرد تک بوته، رنگ ساقه و وضعیت ریشک دانه مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق برای محاسبه کارائی تیمارهای موتاژنیک[2] (کما و آنا، ۲۰۰۳) علاوه بر آنالیز آماری تنوع صفات مرفوفیزیولوژیکی M_2 از طریق بررسی فراوانی موتانت-های کلروفیلی زال[3]، زرد[4] و سبز روشن[5] انجام گردید. تجزیه و تحلیل داده های آماری نسل اول و

1- Lethal dose
2- Effectiveness of the mutagenic treatments
3 - Albino
4 - Xantha
5 - Viridis

دوم شامل تجزیه واریانس و مقایسات میانگین(LSD) در سطوح ۹۵ و ۹۹ درصد اطمینان ($P<0.05$, $P<0.01$) با نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام و برای ثبت داده‌ها و رسم نمودارها از نرم-افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نسل اول (M_1)

نتایج تیمارها نشان داد که درصد جوانه‌زنی در تمامی ارقام با افزایش دز اشعه به شدت کاهش یافته است، به طوری که دامنه تغییرات درصد جوانه زنی در طارم هاشمی ۹۰، سنگ طارم ۶۵ و نعمت ۹۵ درصد می‌باشد. مقادیر LD_{50} در رقم سنگ طارم ۳۵۰ ، طارم هاشمی ۳۱۰ و نعمت ۱۷۰ گری برآورد گردید که بیانگر وجود اثر متقابل ژنوتیپ با محیط (اشعه گاما) نیز می‌باشد (شکل ۱). اگر چه سرعت جوانه‌زنی در کلیه ارقام از شاهد (سنگ طارم ۱۵، طارم هاشمی ۱۴/۸ و نعمت۱۳/۶) به دز ۴۵۰ گری (سنگ طارم ۶/۲، طارم هاشمی ۷/۶ و نعمت۷/۳) با شیب ملایم کاهش می‌یابد، اما روند کاهش در ارقام یکسان نیست. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ۱۴ روزه تحت هر چهار تیمار پرتو تابی و در ارقام در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری نشان داده است، به طوری که پس از دو هفته، طول ساقه-چه از شاهد سنگ طارم، طارم هاشمی و نعمت به ترتیب از ۱۷۶، ۱۵۶ و ۹۳ میلی متر به ۵۷، ۸۷ و ۱۲ میلی متر در دوز ۴۵۰ گری کاهش یافته است (شکل ۲). طول ریشه‌چه شاهد سنگ طارم، طارم هاشمی و نعمت به ترتیب از ۷۵، ۶۱ و ۴۹ میلی متر به ۳۴، ۴۸ و ۷ میلی متر در دوز ۴۵۰ گری کاهش داشته است. نتایج تجزیه و تحلیل صفات مرفوفیزیولوژیک در ۵ تیمار شامل صفر (شاهد)، ۱۵۰ ، ۲۵۰ ، ۳۵۰ و ۴۵۰ گری اشعه گاما در نسل اول موتانت نشان داد، تیمارهای گاما در ایجاد تنوع در درصد عقیمی خوشه و ارتفاع بوته با ۹۹ درصد اطمینان در کلیه ارقام مؤثر بوده است. وزن هزار دانه در ۴۵۰ گری طارم هاشمی و تعداد خوشه‌چه در خوشه و تعداد پنجه بارور در ۳۵۰ گری رقم نعمت نیز تفاوت معنی داری نشان داده است. تغییرات طول خوشه در هیچ‌کدام از دزها و در هیچ رقم معنی دار نگردید. طول دوره رشد صرفاً در طارم هاشمی نسبت به شاهد کاهش معنی داری نشان داده است. در سایر صفات تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. بررسی نسبت ضریب تنوع تیمار به شاهد (CVt/CVnt)، دامنه تنوع (R) و آزمون تجزیه واریانس صفات (F) نشان داده است که بالاترین نسبت ضریب تنوع تیمار به شاهد (CVt/CVnt)، مربوط به درصد عقیمی در ۲۵۰ گری رقم نعمت است، در حالی که بیشترین دامنه تنوع مربوط به طارم هاشمی و در دوز ۴۵۰ گری می‌باشد. دامنه تنوع درصد عقیمی دو رقم طارم هاشمی و سنگ طارم گسترده‌تر از نعمت بوده است. بیشترین میزان F نیز مربوط به درصد عقیمی در دوز ۳۵۰ گری طارم هاشمی است. میزان F مربوط به درصد عقیمی در تمام

دزهای رقم طارم هاشمی و نعمت به استثنای تیمار ۴۵۰ گری و رقم سنگ طارم به استثنای تیمار ۳۵۰ گری در سطوح آماری ۹۵ یا ۹۹ درصد نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان است.

نسل دوم (M_2)

در بین صفات زراعی ارتفاع بوته تقریباً در کلیه ارقام و دزها تفاوت معنی داری نشان داده است. این موضوع در نعمت با قاطعیت ۹۹ درصد اطمینان ($P<0.01$) در دزهای ۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ گری و ۹۵ درصد اطمینان ($P<0.05$) در دز ۱۵۰ گری بوده است. همچنین در رقم نعمت درصد عقیمی گیاه در کلیه دزها و عملکرد تک بوته صرفاً در ۴۵۰ گری ($P<0.01$) معنی دار گردید. در بین بوته های انتخابی رقم نعمت، بوته‌هایی متمایز به لحاظ زودرسی با طول دوره رشد ۱۰۷ روز و ارتفاع ۴۰ سانتیمتر کدگذاری گردید (شکل۳- a , b). تنوع صفات نسل دوم (M_2) خصوصاً در نعمت و در زودرسی و ارتفاع بوته امیدوارکننده است (جدول۱). در رقم سنگ طارم ارتفاع بوته در ۱۵۰ و ۲۵۰ گری با قاطعیت ۹۹ درصد و در ۳۵۰ گری با ۹۵ درصد اطمینان معنی دار نشان داده است. در سایر صفات زایشی و رویشی سنگ طارم تفاوت معنی دار نگردید(جدول ۲). در رقم طارم هاشمی ارتفاع بوته، طول دوره رشد، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و عملکرد تک بوته در اکثر دزها ($P<0.05$) نسبت به شاهد معنی دار گردید. طول دوره رشد در طارم هاشمی از اهداف تحقیق در ۳۵۰ گری با ۹۹ درصد اطمینان ($P<0.01$) و در ۲۵۰ و ۴۵۰ گری با ۹۵ اطمینان ($P<0.05$) معنی دار و در سایر صفات معنی دار نبوده است (جدول ۳). این موضوع بیانگر رفتار و واکنش متفاوت صفات و ارقام نسبت به دزهای مختلف اشعه گاما نیز است. تنوع عوامل عقیمی حائز اهمیت است، بطوریکه با مطالعه گرده تعدادی از بوته نعمت با میکروسکوپ نوری پس از رنگ آمیزی با محلول یدور پتاسیم، میزان عقیمی گرده بیش از ۶۰ درصد بوده است، بنابراین استفاده از روش اصلاح موتاسیونی برای تولید پایه های مادری نرعقیم(A لاین) در تولید بذر هیبرید نعمت قابل ارزیابی و پیشنهاد می‌گردد. تعداد۲۴ موتانت کلروفیلی آلبینو در سنگ طارم (شکل۳- c) و ۲۶ موتانت زرد در نعمت عمدتاً در تیمارهای ۳۵۰ و ۴۵۰ گری ثبت گردید. این موضوع حاکی از اثر موتاژن که با میزان تنوع و یا یکنواختی ارقام در مزرعه انطباق و ارتباط نشان می‌دهد و می‌تواند شاخصی برای بیان کارائی موتاژن در ایجاد تنوع در M_2 باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه اثر تیمار های اشعه گاما با شاهد در نسل دوم موتانت(M_2)، ایجاد تنوع به وسیله موتاژن گاما (۷) تائید گردید، بطوریکه۸۰٪ صفات مهم زراعی تحت مطالعه در نعمت ($P<0.01, 0.05$) معنی دار شد. این کمیت در سنگ طارم ۱۰٪ و در طارم هاشمی ۵۰٪ است.

بیشترین تنوع در نعمت با ویژگی متمایز نسبت به شاهد که در صورت حفظ خصوصیات در نسل‌های بعدی به‌عنوان لاین یا رقم جدید قابل ارزیابی است. تعداد ۹۷ بوته انتخابی M_2 شامل ۲۷ نعمت، ۳۲ سنگ طارم و ۳۸ طارم هاشمی با طول دوره رشد ۱۰۵ الی ۱۳۵ روز در نعمت و ارتفاع بوته ۷۵ الی ۱۶۰ سانتی متر در طارم هاشمی و سنگ طارم بیانگر وجود تنوع لازم جهت تولید لاین های زودرس و مقاوم به ورس در این ارقام دارد. بر اساس آنالیز آماری، دزهای ۱۵۰،۲۵۰ و ۳۵۰ گری اشعه گاما راندمان عملی بیشتری نسبت به ۴۵۰ گری نشان داده است، زیرا تنوع گسترده تری ایجاد نمود که با مطالعات دیگر محققان(کما و آتا، ۲۰۰۳) نیز انطباق دارد. این تفاوت خصوصاً در ۱۵۰گری در هر سه رقم قابل ملاحظه است به نحوی که ۴۳/۴٪ بوته های انتخابی مربوط به تیمار ۱۵۰ گری است (شکل ۴).

پیشنهادات

۱- جهت دستیابی به حداکثر راندمان اثر تیمار اشعه گاما و ایجاد تنوع در ارقام برنج، پیشنهاد می‌گردد در آزمایش‌های مشابه از دزهای ۱۵۰ و ۲۵۰ گری استفاده گردد. در این تحقیق در دز های بالاتر نتایج عملی در خور توجهی نائل نگردید.

۲- به منظور نگهداشت، حفظ و بررسی تنوع ژنتیکی حاصله در نسل‌های بالاتر، پیشنهاد می‌شود، جمعیت نسل اول موتانت(M_1) به صورت بالک[1] و بوته های نسل دوم (M_2) به صورت انتخاب تک بذر[2] برداشت شود.

۳- به منظور جلوگیری از اختلاط فیزیکی بذور ارقام و ورود گرده دیگر ارقام، مزارع کشت موتانت بایستی کاملاً ایزوله گردند.

۴- اصلاح موتاسیونی با موتاژن گاما در ایجاد تنوع و معرفی رقم مستقیماً یا در کنار روش‌های کلاسیک و موکولی می‌تواند نقش مؤثری ایفاء نماید.

منابع

۱. اصفهانی، م. و م.ح. فتوکیان . ۱۳۸۱ . القاء موتان های زودرسی و حذف ریشک در واریته برنج دم‌سیاه ، مجله علوم زراعی ایران ، جلد چهارم ، شماره ۲ ، صفحات ۱۰۶- ۹۵.

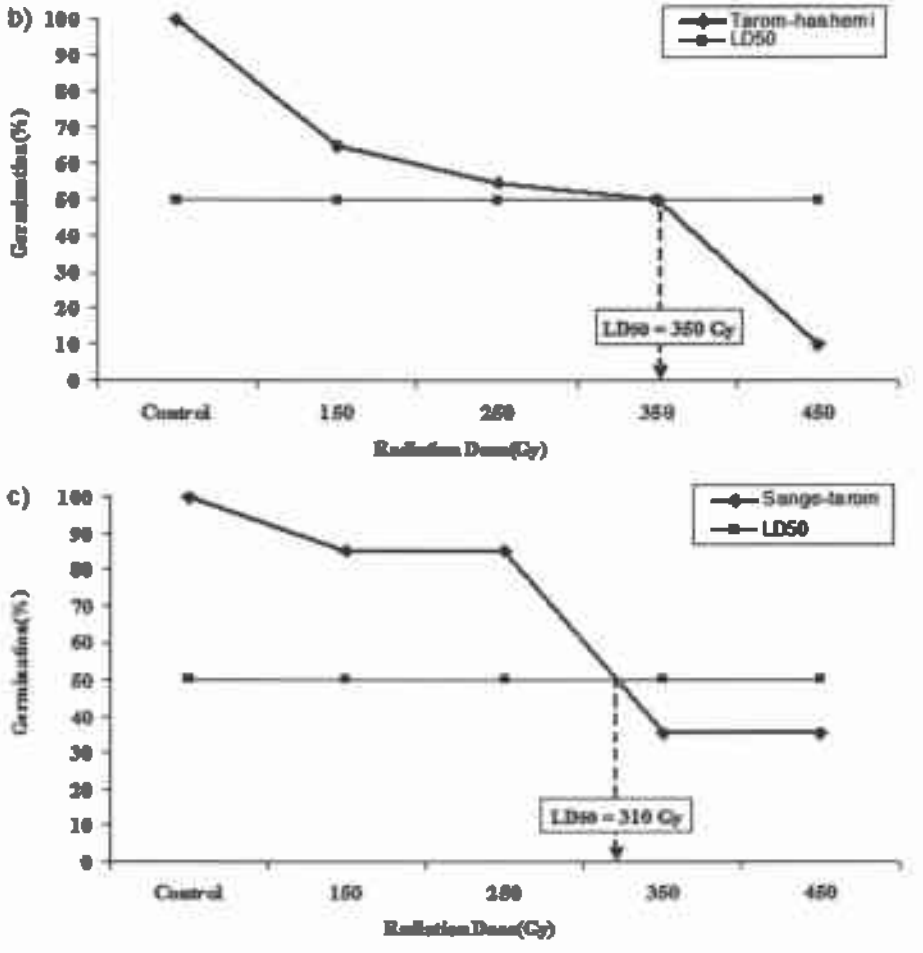
۲. عارفی، ح. و ف. مجد .۱۳۸۲. معرفی دو رقم جدید برنج از طریق موتاسیون (اشعه گاما) ، مؤسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، صفحات ۱۰-۲.

3. Ahloowalia BS, Maluszynski M, Nichterlein K. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica*. 135: 187–204.

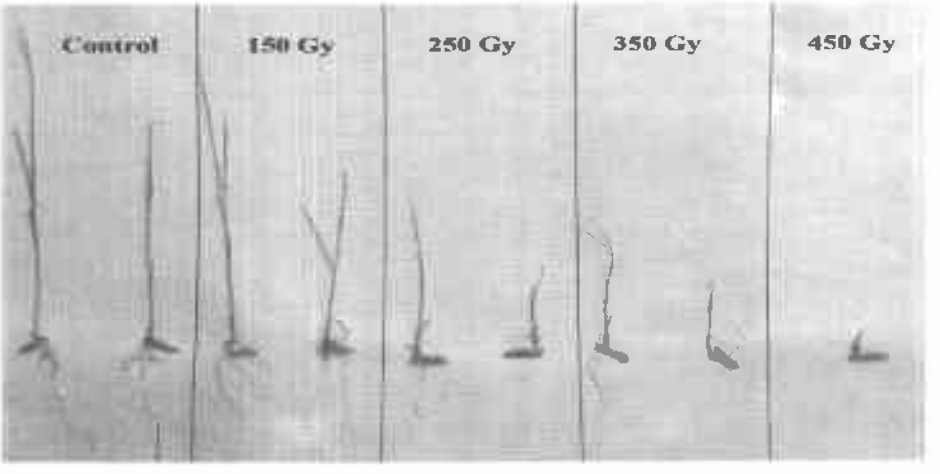
1- Bolk

2 - SSD method

4. Babaei A, GA Nematzadeh, V Avagyan, H Hashemi. 2010. Radio sensitivity studies of morpho-physiological characteristics in some Iranian rice varieties (*Oryza sativa* L.) in M1 generation. *African Journal of Agricultural Research*. 5(16): 2124-2130.
5. Cheema A, Atta B. 2003. Radio sensitivity studies in basmati rice. *Pakistan Journal of Botany* .35 (2): 197-207.
6. Domingo C, Andrés F, Talón M. 2007. Rice cv. Bahia mutagenized population: a new resource for rice breeding in the Mediterranean basin. *Spanish Journal of Agriculture Research*. 5(3): 341-347.
7. Fu HW, Li YF, Shu QY. 2008. A revisit of mutation induction by gamma rays in rice: implications of microsatellite markers for quality control. *Molecular Breeding*. 22:281–288.
8. Luzi-Kihupi A, Zakayo J A, Tusekelege H, Mkuya M, J M Kibanda N, Khatib4 K J & Maerere A. 2009. Mutation Breeding for Rice Improvement in Tanzania. FAO of the United Nations, Rome. Book: 385-387.
9. Nishimura M, Ryohei M, Makoto K. 2009. Utilization and molecular characterization of seed protein composition mutants in rice plants. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 43 (1):1–5.
10. Saleem MY, Mukhtar Z, Cheema AA, Atta BM. 2005. Induced mutation and in vitro techniques as a method to induce salt tolerance in Basmati rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2 (2):141-145.
11. Shereen A, Ansari R, Mumtaz S, Bughio H.R, Mujtaba S.M, Shirazi M.U, Khan MA. 2009. Imact of gamma irradiation induced changes on growth and physiological responses of rice under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*. 41(5): 2487-2495.
12. Shu, QY, Lagoda, PJL. 2007. Mutation techniques for gene discovery and crop improvement. *China Academic Journal. Molecular Plant Breeding*. 5 (2): 193-195.
13. Wang LQ .1991. Induced mutation of crop improvement in china. Plant mutation breeding for crop improvement. IAEA. Vienna. 1: 9-32.

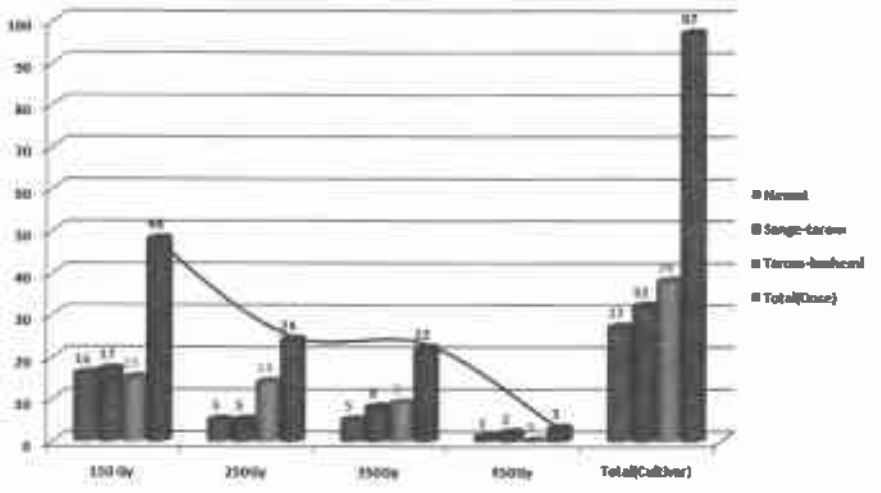


شکل۱- درصد بذور جوانه زده و محاسبه LD_{50} ارقام طارم هاشمی، سنگ طارم و نعمت (M_1) در تیمارهای مختلف اشعه گاما



شکل۲- تأثیر درهای مختلف اشعه گاما بر روی طول ریشه چه و ساقه چه ۱۴ روزه رقم برنج نعمت

شکل۳- بوته های موتانت M_2 (a) رودرس ۱۰۷روزه با پانیکول متمایز، (b) پاکوتاه ۴۰ سانتی متری و عقیم و (c) آلبینو



شکل ۴- تعداد بوته انتخابی نسل دوم (M_2) در درهای مختلف گاما و در ارقام سنگ طارم، طارم هاشمی و نعمت بر اساس تیپ ایده آل

جدول ۱- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (LSD) برخی صفات مهم رویشی و زایشی در نسل دوم (M_2) رقم نعمت

منابع تغییرات / مقایسه میانگین	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات/ میانگین صفات							
		ارتفاع بوته	طول دوره رشد	تعداد کل پنجه	طول خوشه	تعداد بذر سالم خوشه	تعداد بذر پوک خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد تک بوته
تیمار	۴	۴۸/۵**	۱۲۱/۶ ns	۱۰/۹*	۱/۳ ns	۶۳/۹ ns	۴۵۳/۹**	۲/۸*	۴۹/۸**
بلوک	۲	۵۷/۲**	۴۴/۸ ns	۱۵/۲*	۱/۳ ns	۲۷/۸ ns	۱۴/۵ ns	۱/۳ ns	۱۵۷/۸**
اشتباه آزمایشی	۸	۵/۲	۳۸/۶	۲/۰	-/۶	۴۳/۲	۴۶/۸	-/۶	۶/۴
ضریب تنوع شاهد		[illegible]	[illegible]	۱۲/۶	۵/۱	[illegible]	۲۴/[illegible]	[illegible]	۲۹/۲
مقایسه	۱۵۰- گری	۱۱۰/[illegible]*	۱۱۹/۳*	۱۳/[illegible]*	۲۸/۶ ns	۸۸/۳ ns	۳۴/-**	۲۹/۴**	۲۹/۸
میانگین	۲۵۰ گری	۱۱۵/۲**	۱۱۸/۰*	۱۲/۷*	۲۹/۱ ns	۹۴/۷ ns	۳۴/-**	۲۹/۸*	۳۵/۴
تیمار با	۳۵۰- گری	۱۱۳/۷**	۱۱۸/۷*	۱۴/۲**	۲۹/۱ ns	۹۲/۷ ns	۳۵/-**	۲۹/۹*	۴۰/۱**
شاهد	۴۵۰- گری	۱۱۴/۵**	۱۲۲/۳ns	۱۴/۳**	۳۰/۱ ns	۸۶/۰ ns	۳۹/۷**	۳۱/۲ ns	۳۴/۱ ns

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد، و ns : بدون تفاوت معنی‌دار

جدول ۲- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (LSD) برخی صفات مهم رویشی و زایشی در نسل دوم (M2) رقم سنگ طارم

منابع تغییر مقایسه میانگین	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات/ میانگین صفات							
		ارتفاع بوته	طول دوره رشد	تعداد کل پنجه	طول خوشه	تعداد بذر سالم خوشه	تعداد بذر پوک خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد تک بوته
تیمار	۴	۲۰۹/۳*	۱۸/۶ ns	۶/۲ ns	۴/۵ ns	۱۵۰/۶ ns	۶۳/۸ ns	۴/۷ ns	۷۸/۶ ns
بلوک	۲	۷۴۸/۶**	۳۸/۶ ns	۲۷/۳ ns	۷/۲ ns	۱۱۵/۴ ns	۱۳/۲ ns	۳/۲ ns	ns ۴۹۸/۳
اشتباه آزمایشی	۸	۶۲/۲	۴۲/۵	۲۹/۴	۳/۸	۲۳۷/۱	۵۰/۸	۳/۱	۱۶۰/۸
ضریب تنوع شاهد		۱۰/۳	۱۰/۴	۱۲/۱	۴/۹	۳۱۰	۱۰۳/۳	۱/۰	۱۹/۵
مقایسه میانگین تیمار با شاهد	۱۵۰ گری	۱۰۹/۷**	۱۰۸/۷ns	۱۲/۳ ns	۲۴/۸ ns	۷۹/۰ ns	۱۴/۰ns	۲۴/۹ns	۱۹/۳ ns
	۲۵۰ گری	۱۱۴/۰*	۱۱۴/۷ns	۱۴/۰ ns	۲۶/۶ ns	۹۷/۳ ns	۹/۷ ns	۲۵/۹ns	۲۸/۷ ns
	۳۵۰ گری	۱۱۳/۸*	۱۱۱/۷ns	۱۱/۳ ns	۲۴/۳ns	۷۸/۷ ns	۱۰/۳ ns	۲۳/۰ns	۱۶/۳ ns
	۴۵۰ گری	۱۲۴/۷ ns	۱۰۹/۷ns	۱۵/۰ ns	۲۷/۱ ns	۸۳/۳ ns	۱۸/۷ ns	۲۶/۱ns	۲۶/۸ ns

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد، و ns : بدون تفاوت معنی‌دار

جدول ۳- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (LSD) برخی صفات مهم رویشی و زایشی در نسل دوم (M2) رقم طارم هاشمی

منابع تغییر مقایسه میانگین	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات/ میانگین صفات							
		ارتفاع بوته	طول دوره رشد	تعداد کل پنجه	طول خوشه	تعداد بذر سالم خوشه	تعداد بذر پوک	وزن هزار دانه	عملکرد تک بوته
تیمار	۴	۴۴۵/۴	۷۸/۹*	۱۳/۹	۱۰/۵*	۵۷۲/۴	۳۹/۱	۷/۲	۱۹۶/۹*
بلوک	۲	۱۴۱/۳	۳۵/۸	۳/۳	-/۹	۲۳۶/۵	۵۰/۵	۹/۹	۱۲۱/۵
اشتباه آزمایشی	۸	۱۳۳/۶	۱۹/۹	۸/۴	۳/۵	۱۸۷/۳	۳۲/۱	۱۲/۷	۴۹/۲
ضریب تنوع شاهد		۵/۴	۱۱/۸	۲۲/۱	۵/۳	۱۰/۶	۲۲/۸	۰/۶	۲۸/۱
مقایسه میانگین تیمار با شاهد	۱۵۰ گری	۱۱۸/۴*	۱۰۹/۰ ns	۱۴/۷ns	۲۹/۱ ns	۸۱/۳*	۱۸/۳ ns	۲۴/۵ns	۲۴/۵
	۲۵۰ گری	۱۲۳/۱*	۱۰۴/۳*	۱۰/۷ns	۲۷/۶**	۷۹/۷*	۱۵/۳ ns	۲۵/۲ns	۱۶/۶*
	۳۵۰ گری	۱۲۸/۳ ns	۱۰۱/۷**	۹/۸ ns	۲۸/۹*	۹۳/۰ ns	۱۲/۳ ns	۲۱/۹ns	۱۵/۳**
	۴۵۰ گری	۱۳۸/۹ ns	۱۰۴/۳*	۱۰/۳ns	۳۱/۴ ns	۱۰۱/۰ ns	۱۴/۷ ns	۲۵/۰ns	۲۴/۶ ns

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد، و ns : بدون تفاوت معنی‌دار