

گزارش علمی کوتاه

برهمکنش تنش شوری و اشعه گاما بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

سمانه لاله^{۱*}، محسن موسوی نیک^۲، مهدی فیروزآبادی^۳، زهرا شریفی^۴
۱ و ۴. دانشجویان دکتری زراعت، دانشگاه بیرجند؛ ۲. عضو هیات علمی دانشگاه زابل؛
۳. عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۰۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۱۷

چکیده

امروزه کاربرد تکنیک‌های هسته‌ای به ویژه اشعه‌ی گاما در تولید گیاهان مقاوم به شوری نقش مهمی را ایفا می‌کند. این آزمایش در دو مرحله اجرا شد. مرحله اول بررسی جوانه‌زنی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مرحله دوم رشد اولیه‌ی گیاهچه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار که در دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام گرفت. از سه رقم گلرنگ IL111، KW9 و اصفهان ۱۴ و شش دز صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ گری اشعه‌ی گاما و پنج سطح شوری صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم استفاده گردید. نتایج آزمایش نشان داد که پاسخ ارقام گلرنگ در برابر اشعه گاما و شوری متفاوت بود. شوری موجب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، تعداد و سطح برگ و هدایت روزنه شد. وزن خشک ریشه‌چه در دز ۵۰ گری و در سطوح شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر و در دز ۱۰۰ گری در تمامی سطوح شوری افزایش یافت. دزهای ۳۰۰ و ۴۰۰ گری اشعه‌ی گاما موجب کاهش صفات رشد در ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ی گلرنگ شدند. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که دزهای کمتر از ۲۰۰ گری در گلرنگ توانایی تولید گیاه مقاوم به شوری را دارند.

واژه‌های کلیدی: امواج الکترومغناطیس، کلرید سدیم، دانه، هدایت روزنه

مقدمه

ویژه اشعه‌ی گاما است. اشعه‌ی گاما یکی از امواج الکترومغناطیس با قابلیت یونیزاسیون مواد است که به علت کاربرد آسان، نفوذ پذیری مناسب، تکرار پذیری بالا و تولید موتاسیون‌های فراوان، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Omar, 2008). نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهند که در اثر پرتودهی به بذور، قابلیت جوانه زنی در اثر موتاسیون می‌تواند تغییر یابد (Ciftci, 2006). کاربرد اشعه‌ی گاما در رقم گلدن^۱ جو، باعث بهبود مکانیسم‌های مقاومت به تنش و کاهش تجمع نمک در بافت‌های ساقه شد (Walia, 2007). در سورگوم، دز ۴۵۰ گری، گیاه را در برابر نمک

جوانه‌زنی بذور و رشد اولیه‌ی گیاهچه از مراحل بحرانی در طول زندگی گیاهان محسوب می‌شود و مقاومت به شوری در این مرحله از زندگی، در استقرار و رشد گیاه در خاک-های شور از اهمیت زیادی برخوردار است (Li, 2008). مطالعات نشان داده است که گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نیز مانند بسیاری از گیاهان زراعی در مرحله‌ی جوانه‌زنی و رشد اولیه‌ی گیاهچه در مقایسه با مراحل بعدی رشد، حساسیت بیشتری به تنش شوری دارد (Shannon, 1997). لذا مقاوم سازی این گیاه در برابر شوری در مراحل اولیه‌ی رشد، در کشاورزی اهمیت دارد. یکی از روش‌های مقاوم سازی گیاهان در برابر تنش-هایی مانند تنش شوری استفاده از تکنیک‌های هسته‌ای به

^۱. Golden

کلرید سدیم با غلظت ۳۰ دسی زمینس بر متر، حفظ کرد اما دزهای ۶۰۰ و ۵۰۰ گری موجب مرگ گیاهچه‌ها شدند (Tabosa, 2007).

تا به حال تحقیقی در زمینه‌ی مقاوم سازی گلرنگ به شوری در مراحل اولیه‌ی رشد با استفاده از اشعه‌ی گاما انجام نگرفته است. هدف از انجام این آزمایش بررسی تاثیر دزهای مختلف اشعه‌ی گاما بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ارقام گلرنگ تحت تاثیر سطوح مختلف شوری بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو مرحله‌ی جوانه زنی و رشد گیاهچه در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و در سال ۱۳۸۷ انجام گرفت. از سه رقم گلرنگ به نام‌های اصفهان ۱۴، KW9 و IL111 استفاده شد. پرتودهی بذور هم اندازه با دزهای صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ گری اشعه‌ی گاما (منبع کبالت ۶۰ با شدت ۰/۳۷ گری بر ثانیه) در سازمان انرژی اتمی ایران انجام شد. برای مقدار نمک لازم (TDS) جهت تهیه‌ی محلول‌های شوری با هدایت الکتریکی (EC) صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی زمینس بر متر از فرمول [۱] استفاده شد و سپس تمامی محلول‌های تهیه شده توسط EC متر کالیبره شدند.

$$EC \times 640 = TDS \quad [1]$$

که در آن EC هدایت الکتریکی بر حسب دسی زمینس بر متر و TDS میزان نمک مورد استفاده بر حسب میلی گرم در لیتر می باشد.

آزمایش جوانه‌زنی در ظروف پتری‌دیش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و با سه تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بیرجند انجام گرفت. از ۲۷۰ عدد پتری‌دیش استفاده شد که در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر با فواصل مساوی مابین کاغذهای صافی قرار گرفتند. سپس ۶ میلی‌لیتر از محلول‌های نمک تهیه شده به پتری‌ها اضافه گردیدند و برای تهیه محیط‌های شاهد از آب مقطر استفاده شد. تمامی پتری‌دیش‌ها در اتاقک رشد با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۵ درجه سانتی‌گراد در شب با فتوپریود ۱۲/۱۲ ساعت و رطوبت ۵۰ درصد قرار گرفتند. پس از هفت روز، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد.

بررسی رشد گیاهچه در گلدان (ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی-متر) و به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در فضای آزاد تحت شرایط آب و هوایی بیرجند انجام گرفت. تمامی گلدان‌ها با خاک لومی شنی تا شن (۸۵/۵ درصد شن، ۶ درصد سیلت و ۸/۴ درصد رس) پر شدند و ۶ عدد بذر در عمق ۳ سانتی‌متری خاک قرار گرفت. در هر نوبت آبیاری، ۲۵۰ میلی‌لیتر آب (مطابق ظرفیت زراعی خاک) به هر گلدان اضافه شد. در مرحله‌ی دو برگی تعداد گیاهچه‌ها به سه عدد تقلیل یافت و سپس اعمال تیمار شوری در یک مرحله انجام گرفت. پس از سه هفته از اعمال شوری، از دستگاه پرومتر برای اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای و از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ^۱ (برای محاسبه سطح برگ گیاهچه‌ها استفاده گردید. برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از خط کش، جهت تهیه‌ی وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه از آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و برای توزین وزن خشک آن‌ها نیز از ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Sigmaplot و SAS انجام شد و میانگین‌ها با آزمون^۲ FLSD در سطح یک درصد مقایسه شدند. رسم نمودار با کمک نرم‌افزارهای Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

جوانه زنی

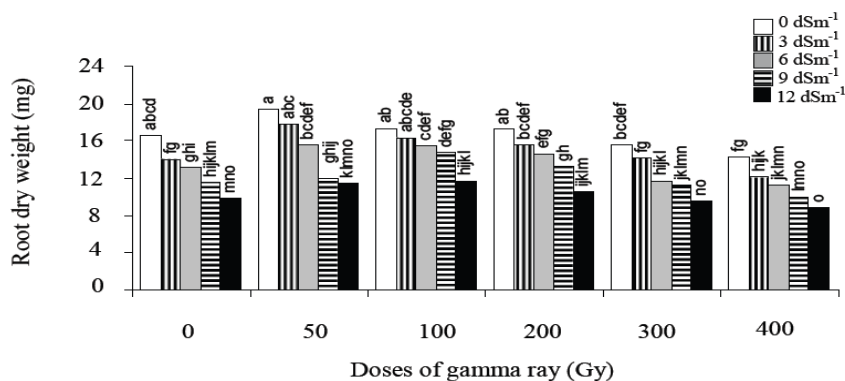
طول ریشه‌چه در رقم اصفهان ۱۴ و در دز ۵۰ گری، در مقایسه با شاهد ۱۱/۱۷ درصد افزایش یافت (جدول ۱). بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه نیز در دز ۵۰ گری و در رقم اصفهان ۱۴ مشاهده شد که در مقایسه با شاهد این رقم ۱۴/۲۰ درصد افزایش داشت. دز ۱۰۰ گری در رقم اصفهان ۱۴ نیز وزن خشک ریشه‌چه را به میزان ۱۳/۲۰ درصد افزایش داد. در رقم KW9 طول و وزن خشک ریشه‌چه نیز در دز ۱۰۰ گری بیشترین میزان بود که با شاهد این رقم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد نشان نداد و دزهای ۳۰۰ و ۴۰۰ گری در این رقم، موجب کاهش طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه شدند (جدول ۱). وزن خشک ریشه‌چه در هر دز اشعه‌ی گاما با افزایش

1. Win DIAS Image Analysis

2. Fisher's LSD

دیسوماتاز تحت تنش موثر است (Al-Rumaih and Al-Rumaih, 2008)، لذا احتمال می‌رود که دزهای پایین اشعه‌ی گاما از طریق تاثیر بر فاکتورهای فیزیولوژیکی در بهبود صفات مرفولوژیکی گیاهان تحت تنش موثر باشند. وزن خشک ساقه‌چه در رقم اصفهان ۱۴ مشابه طول ساقه‌چه‌ی آن در دزهای مختلف اشعه‌ی گاما اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان نداد. در رقم KW9 مشابه طول ساقه‌چه‌ی این رقم، دزهای ۵۰ و ۱۰۰ گری در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و دزهای ۳۰۰ و ۴۰۰ گری موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک ساقه‌چه شدند. در رقم IL111 وزن خشک ساقه‌چه مشابه طول ساقه‌چه در دز ۴۰۰ گری به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱).

شوری کاهش یافت (شکل ۱). در بررسی هر سطح شوری بین دزهای مختلف اشعه‌ی گاما در مقایسه با همان سطح شوری در دز شاهد، نتایج نشان داد که وزن خشک ریشه-چه در دز ۵۰ گری و در سطوح شوری ۳ و ۶ دسی زیمنس بر متر ۷/۳ و ۱۶/۱۶ درصد و در دز ۱۰۰ گری در سطوح شوری ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۴/۶۲، ۱۴/۱۱، ۱۴/۲۸ و ۱۶/۳۶ درصد افزایش یافت. وزن خشک ریشه‌چه در دز ۲۰۰ گری با وجود بالاتر بودن در تمامی سطوح شوری، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان نداد (شکل ۱). در لوبیا دزهای پایین اشعه گاما در پایداری باندهای پروتئینی تحت تاثیر سطوح شوری موثر بودند (Beltagi et al., 2006). همچنین گزارش شده است که دزهای پایین اشعه گاما در افزایش فعالیت آنزیم‌های آسکورات پراکسیداز، گلوکاتینون ردوکتاز و سوپراکسید



شکل ۱. بررسی وزن خشک ریشه‌چه برای اثرات متقابل دزهای مختلف اشعه‌ی گاما (گری) و سطوح شوری (دسی زیمنس بر متر) در گلرنگ در آزمایشگاه.

Fig. 1. Interactions of doses of gamma ray (Gy) and salinity levels on root dry weight of safflower in laboratory condition.

دزهای پایین اشعه‌ی گاما با وجود افزایش طول ساقه‌چه، اختلاف معنی‌داری در مقایسه با شاهد مشاهده نشد، در حالی که دزهای بالای اشعه‌ی گاما موجب کاهش معنی‌دار طول ساقه‌چه شدند (جدول ۱). وزن خشک ساقه‌چه نیز در دزهای ۳۰۰ و ۴۰۰ گری به ترتیب ۲۱/۰۵ و ۲۶/۳۰ درصد کاهش یافت (جدول ۲). در گیاه مونگ بین، دز ۴۰۰ گری به عنوان دز موثر در کاهش شدید ارتفاع گیاه معرفی شد و از آن به عنوان دز موثر در پاکوتاهی یاد گردید (Ranjan Tah, 2006). محققان دلایل بازدارندگی رشد دزهای بالای

رشد گیاهچه

در رقم اصفهان ۱۴، دز ۵۰ گری موجب افزایش معنی‌دار ۱۶/۶۰ درصد طول ریشه‌چه و ۱۷/۴۵ درصد وزن خشک ریشه‌چه شد. طول ریشه‌چه در رقم KW9 و در دزهای ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گری اختلاف معنی‌داری در مقایسه با شاهد این رقم نشان نداد (جدول ۱). کاهش وزن خشک و طول ریشه‌چه در دزهای بالای اشعه‌ی گاما در ارقام اصفهان ۱۴، KW9 و IL111 نشان‌دهنده‌ی تولید ریشه-چه‌های ضعیف بود (جدول ۱). در هر سه رقم گلرنگ در

مقایسه با شاهد تعداد و سطح برگ را به ترتیب ۸/۲۰ و ۲۲/۱۵ درصد کاهش داد (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری نیز تعداد و سطح برگ کاهش یافت (جدول ۲).
 نتایج این آزمایش نشان داد که دزهای پایین اشعه‌ی گاما در ارقام اصفهان ۱۴ و KW9 در تولید گیاهان مقاوم به شوری موثر بودند و در IL111 به علت مقاومت بالاتر این رقم در برابر شوری اثرات افزایشی رشد تحت تاثیر اشعه‌ی گاما کمتر بود. پیشنهاد می‌شود تا با بکارگیری دزهای پایین اشعه‌ی گاما در ارقام گلرنگ حساس به شوری، گامی مهم در افزایش تولید این گیاه روغنی در مناطق شور برداشته شود.

اشعه‌ی گاما را کاهش تقسیم میتوز، تخریب ترکیبات ماکرومولکول‌های سلولی مثل دیواره سلولی، غشاءها و DNA و افزایش پراکسید هیدروژن داخل سلولی ذکر کرده‌اند (Seung et al., 2007). احتمال می‌رود که دزهای بالای اشعه‌ی اثر تنش‌زا بر گیاه داشته و تحت تاثیر شوری نیز اثر مضاعفی بر کاهش رشد ارقام گلرنگ گذاشته باشد. هدایت روزه‌ای گیاهچه در رقم اصفهان ۱۴ و در دز ۵۰ گری ۱۵/۶۲ درصد و در رقم KW9 و در دز ۱۰۰ گری ۱۰/۹۴ درصد افزایش یافت (جدول ۱). تعداد و سطح برگ در دز ۵۰ گری اگرچه بیشترین میزان بودند اما در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و دز ۴۰۰ گری در

جدول ۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل دزهای اشعه‌ی گاما و ارقام گلرنگ در مراحل جوانه زنی در آزمایشگاه و رشد گیاهچه در گلدان
Table1. Mean comparison of the effect of doses of gamma ray and safflower cultivars on germination stage in the laboratory and seedling growth in pot.

رقم	جوانه‌زنی					Seedling growth		رشد گیاهچه	
	دزهای اشعه گاما (گری)	طول ریشه چه (میلی متر)	طول ساقه چه (میلی متر)	وزن خشک ریشه چه (میلی متر)	وزن خشک ساقه چه (میلی متر)	طول ریشه چه (میلی متر)	طول ساقه چه (میلی متر)	وزن خشک ریشه چه (میلی متر)	هدایت روزه (میلی مول بر متر مربع بر ثانیه)
Cultivar	Doses of gamma ray (Gy)	Root length (mm)	Shoot length (mm)	Root dry weight (mg)	Shoot dry weight (mg)	Root length (mm)	Shoot length (mm)	Root dry weight (mg)	Stomata conductive (mmolm ⁻² s ⁻¹)
KW9	0	43.522	14.710	15.933	103.200	183	51.066	124.333	15.480
	50	43.392	15.266	15.933	101.500	191.146	53.066	127.466	17.116
	100	45.397	15.106	16.400	100.533	189.253	50	135.600	17.383
	200	40.501	12.033	15.866	95.400	171.673	50	88.800	13.716
	300	34.948	11.173	13.266	85.666	156.960	47.666	77.533	12.383
	400	31.608	9.960	12.200	81.733	137.180	41.666	53.333	12.250
Isfahan14	0	41.666	12.246	15.133	81.800	170.186	44	118.066	15.116
	50	46.900	13.766	17.666	89.666	204.106	47.533	143.533	17.916
	100	42.905	13.593	17.466	86.400	178.626	47.133	120.200	17.583
	200	40.830	12.280	14.666	75.666	162.840	43.466	79.466	14.116
	300	37.560	11.720	13.800	74.666	141.320	32.133	68.333	11.650
	400	33.536	11.626	13.000	72.400	106.026	29	57.666	10.450
IL111	0	12.970	7.373	11.133	79.400	151.313	23.20	117.133	9.050
	50	14.053	7.516	11.400	79.200	152.746	24.133	118.400	9.916
	100	14.816	6.273	11.800	77.933	154.733	24.733	111.200	10.450
	200	13.141	6.213	12.466	76.533	111.080	24	66.466	10.650
	300	10.285	5.333	9.333	75.266	98.800	23.133	51.213	6.583
	400	8.622	4.573	9.187	57.733	94.713	22.733	29.800	6.05
LSD (0.01)		4.236	1.608	1.850	10.755	17.648	5.266	18.712	2.163

جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات اشعه‌ی گاما، سطوح شوری و ارقام گلرنگ بر صفات در مرحله‌ی رشد گیاهچه در گلدان
Table 2. Mean comparison of the effects of gamma ray, salinity levels and safflower cultivars on characteristics of seedling growth stage in pot

تیمار	طول ریشه چه (میلی متر)	طول ساقه چه (میلی متر)	وزن خشک ریشه چه (میلی متر)	وزن خشک ساقه چه (میلی متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی متر مربع)	هدایت روزنه‌ای (میلی مول بر متر مربع بر ثانیه)
Treatment	Root length (mm)	Shoot length (mm)	Root dry weight (mg)	Shoot dry weight (mg)	Leaf number	Leaf area (cm ²)	Stomata conductive (mmolm ⁻² s ⁻¹)
Gamma ray اشعه گاما							
0	171.151 ^{ab}	39.422 ^a	120.888 ^a	19.866 ^a	6.755 ^{ab}	10.345 ^{ab}	13.215 ^b
50	182.035 ^a	41.577 ^a	128.755 ^a	21.282 ^a	7.022 ^a	11.301 ^a	14.983 ^a
100	167.848 ^b	40.622 ^a	122.333 ^a	20.866 ^a	6.911 ^a	11.277 ^a	15.138 ^a
200	148.531 ^c	39.155 ^a	78.244 ^b	19.711 ^a	6.622 ^{abc}	10.680 ^a	12.827 ^b
300	132.360 ^d	34.311 ^b	65.693 ^c	15.002 ^b	6.355 ^{bc}	9.387 ^b	10.205 ^c
400	112.640 ^c	31.133 ^b	46.933 ^d	14.271 ^b	6.200 ^c	8.053 ^c	9.583 ^c
Salinity شوری							
0	181.812 ^a	43.370 ^a	117.222 ^a	21.925 ^a	7.611 ^a	12.644 ^a	16.253 ^a
3	168.437 ^b	41.685 ^{ab}	109.425 ^{ab}	21.337 ^a	6.870 ^b	11.846 ^a	14.484 ^b
6	159.307 ^b	39.462 ^b	100.407 ^b	20.500 ^a	6.611 ^{bc}	10.714 ^b	13.568 ^b
9	139.981 ^c	34.129 ^c	80.744 ^c	16.753 ^b	6.240 ^{cd}	8.819 ^c	10.512 ^c
12	115.933 ^d	29.870 ^d	61.240 ^d	11.983 ^c	5.888 ^d	6.846 ^d	8.475 ^d
Cultivar رقم							
KW9	173.282 ^a	48.911 ^a	100.655 ^a	20.952 ^a	7.533 ^a	11.840 ^a	14.721 ^a
Isfahan14	158.770 ^b	40.544 ^b	93.177 ^{ab}	183.300 ^b	6.622 ^b	9.307 ^b	14.472 ^a
IL111	127.231 ^c	23.655 ^c	87.591 ^b	16.247 ^c	5.777 ^c	9.375 ^b	8.783 ^b

برای هر تیمار در هر ستون، بین میانگین های دارای یک حرف مشترک تفاوت آماری معنی داری وجود ندارد.
 Means with the same letter in one column are not statistically different.

منابع

- Al-Rumaih, M.M., Al-Rumaih, M.M., 2008. Influence of ionizing radiation on antioxidant enzymes in three species of trigonella. American Journal of Environmental Sciences. 4(2), 151-156.
- Beltagi, M.S., Ismail, M.A., Mohamad, F.H., 2006. Induced salt tolerance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by gamma irradiation. Biological sciences. 9(6), 1143-1148.
- Ciftci, C.Y., Turkan, A.D., Khawar, K.M, Atak, M., Ozcan, S., 2006. Use of Gamma rays to induce mutations in four Pea (*Pisum sativum* L.) cultivaras. Turkish Journal of Biology. 30, 29-37.
- Li, Y., 2008. Effect of salt stress on seed germination and seedling growth of three salinity plants. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(9), 1268- 1272.
- Omar, S.R., Ahmed, O.H., Saamin, S., Majid, N.M., 2008. Gamma radiosensitivity study on chili (*Capsicum annum*). American Journal of Applied Sciences. 5(2), 67-70.
- Ranjan Tah, P., 2006. Studies on gamma ray induced mutations in Mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek). Asian Journal of Plant Sciences. 5(1), 61-70.
- Seung, G., Byung Yeoup, C., Jae-Sung, K., Jin-Hong, K., Myung-Haw, B., Ju-Woon, L., Yoon-Soo, K., 2007. Effects of gamma irradiation on morphological changes and biological responses in plants. Micron. 38(6), 553-564.
- Shannon, M.C., 1997. Adaptation of plants to Salinity. Advances in Agronomy. 60, 75-120.

- Tabosa, J.N., Colaço, W., Reis, O.V., Simplicio, J.B., Dias, F.M., 2007. Sorghum genotypes tolerant to soil salinity – Progenies developed under gamma rays doses. *Journal of SAT Agricultural Research*. 5(1), 1-5.
- Walia, H., Wilson, C., Condamine, P., Ismail, A.M., Xu, J., Cui, X., Close, T.J., 2007. Array-based genotyping and expression analysis of barley cv. Maythorpe and Golden Promise. *BMC Genomics*. 8, 87-93.

