اثر سطح خشکی در بوته مادری بر خصوصیات جوانه زنی بذر و سبز شدن گیاهچه ارقام سویا

سید محمد مرتضوی[۱]، جهانفر دانشیان[۲]، آیدین حمیدی[۳*]، سید محمد جواد میرهادی[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استاد پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، کرج، ایران

۳- دانشیار پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران

۴- استادیار واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *a.hamidi@areeo.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۴ خرداد ۱۳۹۶، تاریخ بازنگری: ۳ مرداد ۱۳۹۶، تاریخ پذیرش: ۲ شهریور ۱۳۹۶

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی در گیاه والد ارقام تجاری سویا بر جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه در مزرعه، آزمایشات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ اجرا گردید. بذرهای شش رقم تجاری سویا شامل ویلیامز، M- 11، M- 9، صبا (L-17)، کلارک و زان تحت سه سطح تنش خشکی بر گیاه مادری شامل آبیاری پس از ۵۰ میلی متر(آبیاری مطلوب)، ۱۰۰میلی متر (تنش متوسط) و ۱۵۰ میلی‌متر (تنش شدید) تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA تولید شدند. پس از برداشت با انجام آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد، سرما و پیری تسریع شده در آزمایشگاه، درصد گیاهچه‌های عادی تعیین شدند. همچنین شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه محاسبه گردید. نتایج نشان داد، با افزایش شدت تنش خشکی بر گیاه مادری درصد گیاهچه‌های عادی و شاخص سبز شدن گیاهچه در شرایط مزرعه افزایش یافت. بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی مربوط به بذرهای تولید شده ارقام زان و صبا (L-17) تحت تنش خشکی ۱۰۰ میلی‌متر و رقم کلارک تحت تنش خشکی ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA بود. همچنین بذرهای رقم زان تولید شده تحت تنش خشکی ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA از بالاترین شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه برخوردار بودند. درصد گیاهچه‌های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده از بیشترین همبستگی با شاخص سبز شدن گیاهچه سویا در مزرعه برخوردار بود و این آزمون می‌تواند برآورد دقیق‌تری از سبز شدن گیاهچه در مزرعه در اختیار قرار دهد.

کلمات کلیدی: *آزمون جوانه زنی استاندارد ؛ آزمون سرما؛ پیری تسریع شده؛ همبستگی*

مقدمه

آب به‌دلیل وظایف حیاتی و نقش بسیار مهمی که در رشد و نمو گیاه بر عهده دارد، در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید رشد و نمو گیاهان زراعی است (Blum, 2005). تنش به معنای از بین رفتن شرایط طبیعی در سطوح مختلف از جمله محیط، کل گیاه، یک سلول و یا حتی در سطح اجزاء سلول می‌باشد (Venkateswarlu *et al*., 2012). در نتیجه تنش آب، فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله انتقال را در سطح کل گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهد، توسعه برگ و تبادل CO_2 را در سطح اندام‌ها و فتوسنتز را در سطح اجزاء سلول تغییر می‌دهد (Araus and Slafer, 2011).

سویا [*Glycine max* (L.) Merrill] از جمله مهم‌ترین دانه‌های روغنی است (Cober *et al*., 2010). سطح کشت، میزان تولید و عملکرد جهانی سویا در سال ۲۰۱۶ به ترتیب ۱۲۱۵۳۲۴۳۲ هکتار، ۳۴۸۴۶۷۰۰۰ تن و ۲۷۵۵/۶ کیلوگرم در هکتار بودند (FAO, 2017) و بر اساس آمار منتشره وزارت جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد سویا به‌ترتیب ۶۱۵۳۷ هکتار، ۱۳۹۹۷۲ تن و ۲۳۱۷ کیلوگرم در هکتار بوده است (Ministry of Jihade-Agriculture, 2016).

تنش خشکی از طریق ممانعت از جذب آب به داخل بذر (Dahan *et al*., 2004) و ایجاد محدودیت در ترکیبات پروتئینی باعث کاهش جوانه‌زنی بذر می‌شود (Ueda *et al*., 2004؛Almansori *et al*., 2001). بروز تنش خشکی اغلب در مناطق تولید بذر سویا طی دوره‌های بحرانی تشکیل و دوره پر شدن بذر، سبب کاهش عملکرد و کیفیت بذر می‌شود. چنانچه فراهمی آب برای ریشه با مشکل روبرو شود و یا سرعت تعرق بسیار بالا باشد، گیاه تنش خشکی را تجربه خواهد کرد (Ober and Sharp, 2001).

خلوص ژنتیکی و فیزیکی، قوه نامیه[1]، جوانه‌زنی[2]، بنیه[3]، سلامت، میزان رطوبت، کیفیت انبارمانی[4] و ماندگاری (طول عمر)[5] بذر، مهم‌ترین شاخص‌های تعیین کننده کیفیت بذر هستند (Elias *et al*., 2012). بنیه بذر مجموعه‌ای از ویژگی‌های بذر اعم از سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و توانایی جوانه‌زنی بذر و خروج گیاهچه از خاک در شرایط نامساعد محیطی است که نقش مهمی در تعیین کیفیت بذر دارند (Powell, 2007). بنیه اولیه بذر می‌تواند بر مقاومت بذر نسبت به تنش‌های محیطی اعمال شده در مرحله جوانه‌زنی تاثیر بگذارد. آزمون جوانه‌زنی استاندارد، آزمون متداول تعیین درصد جوانه‌زنی بذر بوده و آزمونی می‌باشد که تحت شرایط مطلوب برای جوانه‌زنی انجام می‌شود و حداکثر پتانسیل جوانه‌زنی بذر را تحت شرایط بهینه نشان می‌دهد. با وجود این که ارزیابی گیاهچه‌ها و تعیین درصد گیاهچه‌های عادی به‌عنوان مبنای تعیین درصد جوانه‌زنی بذر در این آزمون برآوردی از بنیه گیاهچه‌ها را در اختیار قرار می‌دهد (ISTA, 2013)، با این وجود بذرهای با قابلیت جوانه‌زنی بالا در شرایط مطلوب برای جوانه‌زنی در آزمایشگاه معمولاً در شرایط نامناسب محیطی در مزرعه از جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه کمتری برخوردار می‌باشند اجرای آزمون‌های بنیه بذر برآورد بهتری از بنیه و قابلیت سبز شدن گیاهچه در مزرعه ارائه می‌دهند (Padma, 2006). اجرای آزمون سرما نیز که طبق قوانین بین‌المللی آزمون

1- Viability
2- Seed germination
3- Vigour
4-Storability
5- Longevity

بذر انجمن تحلیلگران رسمی بذر (AOSA)[۶]، آزمون بنیه بذر متداول برای بذرهای ذرت و سویا می‌باشد، جهت بررسی توانایی بذر برای سبز شدن گیاهچه در مزرعه تحت تنش‌های مزرعه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و نتایج آن همبستگی بالایی با میزان سبز شدن گیاهچه و استقرار بعدی بوته‌های سویا دارد (Elias *et al*., 2012). همچنین آزمون پیری تسریع شده که طبق قوانین بین‌المللی آزمون بذر انجمن بین‌المللی آزمون بذر(ISTA)[۷] آزمون استاندارد بنیه بذر سویا می‌باشد (ISTA, 2012)، مبتنی بر ارزیابی گیاهچه‌های حاصل از زوال[۸] مصنوعی بذر در شرایط دما و رطوبت زیاد محیط کشت است و برآورد مناسبی از کیفیت جوانه‌زنی و بنیه بذرهای زوال یافته سویا را در اختیار قرار می‌دهد (Powell, 2007).

عوامل محیطی مانند خاک و دمای محیط، رطوبت نسبی و بارندگی در دوران پر شدن و رسیدن بذر و عملیات زراعی در دوره رشد و نمو گیاه مادری از کاشت تا برداشت و دوره پس از برداشت، بر کیفیت بذر تأثیر می‌گذارند (Dornbos, 2002). شرایط نامناسب محیطی از لحاظ رطوبت در دسترس خاک، دما و رطوبت نسبی هوا در دوره رشد و نمو بذر در مزرعه می‌تواند سبب کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر سویا گردد (Egli *et al*., 2005; Khalil *et al*., 2010). بنیه پایه مادری و شرایط محیطی حاکم بر آن می‌تواند بر بنیه اولیه بذرها اثر بگذارد. یکی از عوامل مهمی که نمو بذر روی پایه مادری را تحت تاثیر قرار می‌دهد، میزان رطوبت در دسترس در زمان تشکیل و نمو بذر و وقوع تنش خشکی در زمان رسیدگی بذر با تغییر در بافت‌های مادری اطراف بذر می‌تواند بر قابلیت جوانه‌زنی بذر اثر بگذارد. وقوع تنش خشکی در زمان رسیدگی بذر می‌تواند با سازوکار تحمل خشکیدگی[۹] از طریق تغییر الگوهای پروتئینی و mRNA باعث تغییر از سیستم نمو به سیستم جوانه‌زنی شود که بدین‌ترتیب درصد جوانه‌زنی بذرهای حاصل ممکن است بیشتر شود (Gutterman, 2000). تسریع فرآیند زوال بذر ناشی از افزایش اضمحلال و کاهش تمامیت غشای سلولی و تشکیل پروتئین‌های دارای نقش محافظت‌کننده مانند پروتئین‌های شوک گرمایی (HSPs)[۱۰] و پروتئین‌های فراوان‌شونده در اواخر دوره جنین‌زایی (LEAs) از جمله مهم‌ترین سازوکارهای ایجاد تحمل و حفاظت کننده در برابر اثر نامطلوب تنش خشکی بر کیفیت بذر محسوب می‌شوند (He *et al*., 2014). سماره (Samarah, 2000) نیز مشاهده نمود افزایش تدریجی تنش خشکی در آغاز دوره پرشدن بذر سویا سبب افزایش میزان پروتئین‌های شبیه دی‌هایدرین[۱۱] بذرها شد. همچنین وی با بررسی جوانه‌زنی بذرها پس از آزمون پیری تسریع شده[۱۲] افزایش جوانه‌زنی بذرهای سویای تولید تحت تنش خشکی را مشاهده کرد.

البلا و همکاران (El Balla *et al*., 2013) مشاهده کردند اعمال تنش خشکی با کم آبیاری بر گیاه مادری پیاز در مراحل مختلف دوره رشد زایشی سبب کاهش وزن بذر گردید، ولی درصد جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار نگرفت. قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi-Golezani *et al*., 2015) نیز با بررسی اثر آبیاری گیاه مادری سویا پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A تحت شرایط سایه و نور مشاهده نمودند

6- Association of Official Seed Analysts (AOSA)
7- International Seed Testing association (ISTA)
8- Deterioration
9- Desiccation tolerance
10- Heat Shock Proteins (HSPs)
11- Dehydrin-like proteins
12- After Accelerated Ageing germination (AA-germination)

بذرهای ایجاد شده در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر دارای بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی بودند. همچنین قاسمی گلعذانی و قاسمی (Ghassemi-Golezani and Ghassemi, 2013) نشان دادند اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری به طور معنی‌داری درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای نخود را تحت تأثیر قرار نداد. این در حالی است که قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi-Golezani *et al*., 2012) دریافتند کمبود آب در دوره پر شدن بذر سبب کاهش معنی‌دار کیفیت بذر سویا گردید. همچنین قاسمی گلعذانی و مظلومی اسکوئی (Ghassemi-Golezani and Mazloomi-Oskooyi, 2008) مشاهده کردند با آبیاری گیاه مادری لوبیا پس از ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بنیه بذر ارقام مختلف لوبیا کاهش یافت. چگینی و همکاران (Chegini *et al*., 2013) نیز گزارش نمودند تعویق قطع آبیاری سبب بهبود کیفیت بذرهای چغندرقند گردید به‌طوری که درصد بذرهای دارای اندازه استاندارد و درصد جوانه‌زنی افزایش یافتند.

با وجود لزوم مدیریت مزرعه تولید بذر به نحوی که اثر وقوع هرگونه تنش زنده و غیرزنده کنترل گردد تا کیفیت بذر به‌طور محسوسی کاهش نیابد. با توجه به شرایط اقلیمی کشور و بروز تغییرات جهانی اقلیمی، بروز اثرات تنش خشکی در مدت تشکیل و تکوین بذر روی گیاه والد اجتناب‌ناپذیر به‌نظر می‌رسد. نظر به مشاهده پائین بودن نسبی کیفیت بذر سویای تولیدی در کشور از لحاظ جوانه‌زنی و بنیه و امکان ناشی شدن آن از وقوع تنش خشکی در دوره تشکیل و تکوین بذر روی گیاه والد، این تحقیق به‌منظور بررسی اثر اعمال تنش خشکی در گیاه والد بر جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه در مزرعه ارقام تجاری سویا انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی در گیاه والد ارقام تجاری سویا بر جوانه‌زنی بذر و سبز شدن گیاهچه در مزرعه، آزمایشات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ اجرا گردید. ابتدا برای تولید بذر با اعمال تنش خشکی بر گیاه والد آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل (۶ رقم×۳ سطح خشکی) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی چهارصد هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط دما و بارش محل اجرای آزمایش در سال ۱۳۹۲ به شرح جدول ۱ بود.

به این منظور کودپاشی به میزان ۱۳۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌عنوان استارتر با استفاده از کودپاش انجام و کودها به‌طور یکنواخت پخش شدند. سپس عملیات آماده‌سازی بستر کشت شامل خاک‌ورزی اولیه با شخم‌زدن و تسطیح زمین با استفاده از لولر انجام گرفتند و با استفاده از فارور پشته‌هایی به عرض ۶۰ سانتی‌متر ایجاد شدند. سپس بذرهای طبقه مادری شش رقم تجاری سویا شامل: ویلیامز (Williams)، M-11، M-9، L-17، کلارک (Clark) و زان (Zane)، تولید سال ۱۳۹۲ بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج که در انبار بذر بخش مذکور در کیسه‌های پلی‌پروپیلنی در شرایط دمای اتاق نگهداری شده و از درصد جوانه‌زنی اولیه استاندارد (۸۰ درصد) و بالاتر برخوردار بودند تهیه شده و در دو ردیف کشت ایجاد شده به‌صورت شیار

جدول ۱- متوسط دما و بارش سال ۱۳۹۲ ایستگاه هواشناسی همدید کرج (Karaj Meteorology Bureau, 2014)

Table 1- Average temperature and precipitation during 2013-2014 of Karaj synoptic meteorology station (Karaj Meteorology Bureau, 2014)

ماه Month	فروردین March-April	اردیبهشت April-May	خرداد May-June	تیر June-July	مرداد July-August	شهریور August-September
متوسط دما (درجه سانتی گراد) Average temperature (°C)	11.4	15.7	18.7	24.5	27.1	25.3
	مهر September-October	آبان October-November	آذر November-December	دی December-January	بهمن January-February	اسفند February-March
	24.3	15.6	10.2	2.7	4.9	7.3
متوسط بارش (میلی‌متر) Average precipitation (mm)	فروردین March-April	اردیبهشت April-May	خرداد May-June	تیر June-July	مرداد July-August	شهریور August-September
	12.6	10.5	22	1.5	0	4
	مهر September-October	آبان October-November	آذر November-December	دی December-January	بهمن January-February	اسفند February-March
	0	8	27	32.4	24.3	14.4

روی هر پشته به فاصله ۵ سانتی‌متر از یکدیگر و در عمق سه سانتی‌متر کشت شدند (SPII, 2010). هر کرت آزمایش شامل دو پشته به طول ۵ متر و دارای چهار ردیف کاشت بود و اعمال سطح خشکی بر گیاه مادری به‌صورت آبیاری در مرحله فنولوژیکی شروع دانه‌بندی (مرحله R_5 طبق معیار مراحل رشد و نموی سویا، بذرهایی به طول حدود سه میلی‌متر در یکی از نیام‌های چهار گره فوقانی ساقه اصلی تشکیل می‌شود) انجام شد (Fehr and Probst, 1971). سه سطح تنش خشکی شامل آبیاری پس از ۵۰ (آبیاری مطلوب)، ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ میلی‌متر (تنش شدید) تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (به‌ترتیب معادل ۲۸۰، ۱۹۰ و ۱۴۰ متر مکعب آب در هر نوبت آبیاری نشتی) بودند. بذرهای حاصل (طبقه گواهی شده) پس از رسیدگی فیزیولوژیک و در مرحله رسیدگی برای برداشت[۱۳] (خشک‌شدن نیام) با دست برداشت شده و بخشی از آنها برای کاشت در سال بعد در محل انبار سرد مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در دمای پنج درجه سانتی‌گراد در کرج نگهداری شدند و بخشی از بذرها برای انجام آزمون‌های آزمایشگاهی شامل آزمون جوانه‌زنی استاندارد، آزمون سرما و آزمون پیری تسریع شده به‌صورت فاکتوریل ۲ عاملی (۶ رقم×۳ سطح خشکی) در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه تجزیه کیفی بذر این مؤسسه در کرج مورد استفاده قرار گرفتند.

برای انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد از هر تیمار، چهار تکرار ۱۰۰ بذری به‌صورت تصادفی انتخاب و ابتدا با محلول قارچ‌کش ویتاواکس‌تیرام یک درصد ضدعفونی و سپس در بستر کشت لابه‌لای کاغذ جوانه‌زنی به روش بین کاغذ لوله شده (ساندویچی) کشت شدند. بذرهای کشت شده به مدت هفت روز در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد (ISTA, 2011) نگهداری درون ژرمیناتور تحت شرایط روشنایی نگهداری شدند. در پایان اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد، گیاهچه‌ها ارزیابی شده (ISTA, 2013) و درصد جوانه‌زنی به‌صورت درصد گیاهچه‌های عادی تعیین گردید.

برای اجرای آزمون سرما از هر تیمار، چهار تکرار ۱۰۰ بذری به‌صورت تصادفی انتخاب شده و ابتدا با

13- Harvest maturity

محلول قارچ‌کش ویتاواکس‌تیرام یک درصد ضدعفونی شدند و سپس به مدت ۴۸ ساعت تحت یک دوره تنش سرمایی با دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد (Elias *et al*., 2012) در انکوباتور قرار گرفته و به دنبال آن انجام آزمون جوانه‌زنی استاندارد به شرح بالا انجام شد و درصد گیاهچه‌های عادی تعیین شدند.

به منظور انجام آزمون پیری تسریع شده نیز بذرها ابتدا با محلول قارچ‌کش ویتاواکس‌تیرام یک درصد ضدعفونی شدند و سپس به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۰/۳± ۴۱ درجه سانتی‌گراد (ISTA, 2011) درون دو ظرف محتوی آب مقطر مناسب درون یکدیگر روی صفحه مشبکی روی ظرف درونی نهاده شدند و درون آون قرار گرفتند. پس از طی این مدت بذرها تحت آزمون جوانه‌زنی استاندارد به شرح بالا قرار گرفتند و در پایان درصد گیاهچه‌های عادی تعیین گردید.

به منظور انجام آزمایش مزرعه‌ای، در سال ۱۳۹۴ بذرهای نگهداری شده در انبار سرد پس از مساعد شدن شرایط آب و هوائی برای کشت سویا در مزرعه‌ای در محل مزرعه پژوهشی چهارصد هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج به روش ذکر شده پیشین کشت شدند. سپس در مزرعه تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده دو خط وسط هر کرت ۱۴ روز پس از کاشت (اولین آبیاری) به دقت شمارش و تعیین گردید و شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه (FEI)[۱۴] با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Ranal and De Santana, 2006):

= شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه

(تعداد بذرهای کشت شده / تعداد گیاهچه‌های سبز شده) × ۱۰۰

داده‌ها پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و تبدیل زاویه‌ای ($\arcsin\sqrt{x}$) داده‌ها تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و محاسبه ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد، آزمون سرما و پیری تسریع‌شده تحت تأثیر برهمکنش سطح خشکی× رقم قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بذرهای تولید شده در سطح خشکی ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A از درصد گیاهچه‌های عادی بیشتری برخوردار بودند. همچنین در آزمون جوانه‌زنی استاندارد بذرهای رقم زان و صبا (L-17) تولید شده در این سطح خشکی دارای بالاترین درصد گیاهچه‌های عادی بود (جدول ۳). بذرهای تولید شده رقم زان در سطح خشکی ۱۵۰ میلی‌متر نیز از درصد گیاهچه‌های عادی بیشتری در مقایسه با دیگر ارقام بررسی شده برخوردار بودند. با افزایش سطح خشکی درصد گیاهچه‌های در آزمون جوانه‌زنی استاندارد کاهش یافت به‌طوری که بذرهای رقم M-9 در سطح خشکی ۱۵۰ میلی‌متر دارای کمترین درصد گیاهچه‌های در آزمون جوانه‌زنی استاندارد به میزان ۶۰ درصد بودند که نشان‌دهنده کاهش حدود ۲۵ درصدی بود (جدول ۲). ضریب همبستگی ساده بین شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه و درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد مثبت بسیارضعیف و غیر معنی‌دار (r=۰/۰۴۵) بود (جدول ۴). سبز شدن گیاهچه سویا عمدتاً حاصل جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه قبل از خروج گیاهچه از خاک بوده و تحت تأثیر کیفت

14- Field Emergence Index(FEI)

جدول۲- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) درصد گیاهچه‌های عادی در شرایط آزمایشگاه و شاخص سبز شدن در شرایط مزرعه در سویا

Table 2- Analysis of variance (mean squares) of normal seedlings percent in laboratory conditions and field emergence index of soybean

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات(MS)			
		درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد Normal seedlings percent in standard germination test	درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون سرما Normal seedlings percent in cold test	درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون پیری تسریع شده Normal seedlings percent in accelerated ageing test	شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه Field Emergence Index
تکرار Replication	2	-	-	-	75.675*
رقم Cultivar	5	449.467**	327.289**	464.356**	417.455**
تنش خشکی Drought	2	158.000	697.556**	206.889^{ns}	309.405 ^{ns}
تنش خشکی× رقم Drought × Cultivar	10	231.067*	551.956**	266.089**	260.095 **
خطا Error	34	113.556	99.407	92.444	120.923
ضریب‌تغییرات (درصد) Coefficient of Variation(%)		7.55	4.64	2.55	12.16

^{ns} ،* و **: به ترتیب تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد ^{ns}, * and **: non-significant and significant at 5 and 1 percent probability respectively

بذر کاشته شده و شرایط بستر کشت از لحاظ دما و رطوبت دردسترس خاک و عوامل بیماری‌زای بذرزاد و خاک‌زی و مقاومت[15] خاک در برابر خروج گیاهچه می‌باشد (Hamman *et al*., 2002). لی و همکاران (Li *et al*., 2017) اثر متقابل شرایط محیطی و رقم بر جوانه‌زنی و بنیه بذر ماش را گزارش کردند. بررسی داسیلوا و همکاران (da Silva *et al*., 2016) با اعمال سطوح مختلف خشکی بر گیاه مادری ارقام مختلف کنجد نشان داد بروز تنش خشکی در مرحله گل‌دهی و تشکیل بذر موجب بیشترین کاهش درصد جوانه‌زنی بذر می‌گردد. کولا و همکاران (Cula *et al*., 2006) مشاهده کردند اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری شبدر پای پرنده برگ باریک [16]سبب کاهش خواب بذر و در نتیجه افزایش درصد جوانه‌زنی گردید.

شاک و همکاران (Shock *et al*., 2007) با کم‌آبیاری بوته‌های مادری دو رقم یونجه به میزان ۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد تبخیر و تعرق واقعی گیاه (ET_C) ملاحظه کردند با آبیاری به‌میزان ۵۰ درصد تبخیر و تعرق واقعی گیاه می‌توان کمیت قابل قبولی از بذرهای یونجه دارای جوانه‌زنی استاندارد تولید کرد. اسلامی و همکاران (Eslami *et al*., 2010) مشاهده کردند وقوع تنش خشکی در طول دوره زایشی و تشکیل بذر روی گیاه مادری سبب تشکیل بذرهای دارای خفتگی کمتر ترب وحشی[17] و افزایش قوه نامیه و جوانه‌زنی گردید.

درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون سرما برای بذرهای تولید شده تحت شرایط تنش خشکی به میزان ۱۵۰ میلی‌متر نیز بیشتر بوده و بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی در این میزان تنش خشکی به بذرهای رقم کلارک تعلق داشت که با درصد گیاهچه‌های عادی بذرهای این رقم در دو میزان دیگر تنش خشکی بررسی شده، در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۳). شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه و درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون سرما همبستگی مثبت بسیار معنی‌دار (r=۰/۸۱۱**) داشت (جدول ۴).

15- Impedance

16- Lotus glaber

17- *Raphanus raphanistrum* L.

جدول۳- مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل سطح خشکی× رقم بر درصد گیاهچه‌های عادی در آزمایشگاه و شاخص سبز شدن مزرعه در سویا

Table 3- Mean comparisons of drought level × cultivar interaction of normal seedlings percent in laboratory and emergence index under field of soybean

سطح خشکی(میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) Drought level (mm evaporation from class A evaporation pan)	رقم Cultivar	درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد Normal Seedlings percent in standard germination test	درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون سرما Normal Seedlings percent in cold test	درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون پیری تسریع شده Normal seedlings percent in accelerated ageing test	شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه Field Emergence Index (FEI)
50	Zane	65^{bc}*	54de	46^{bcd}	57.84^{ab}
	Clark	71^{abc}	83^{ab}	37^{cde}	51.97^{ab}
	Saba(L-17)	65^{bc}	62^{cd}	30^{e}	51.29^{ab}
	M- 9	67^{bc}	58^{cde}	53^{abc}	51.36^{ab}
	M- 11	73^{abc}	63^{cd}	47^{bcd}	48.52^{ab}
	Williams	71^{abc}	66^{cd}	69^{abcd}	36.52^{b}
100	Zane	79^{a}	71^{bc}	54^{ab}	49.04^{ab}
	Clark	76^{abc}	60^{cde}	74^{bcd}	43.49^{ab}
	Saba(L-17)	79^{a}	73^{bc}	64^{a}	43.33^{ab}
	M- 9	77^{a}	62^{cd}	46^{bcd}	49.33^{ab}
	M-11	73^{abc}	88^{a}	49^{abcd}	52.18^{ab}
	Williams	64^{bc}	46^{e}	30^{e}	43.85^{ab}
150	Zane	77^{a}	63^{cd}	49^{abcd}	64.70^{a}
	Clark	76 ^{abc}	89^{a}	57^{ab}	63.26^{a}
	Saba(L-17)	66^{bc}	73^{bc}	35de	59.40^{a}
	M- 9	60^{c}	73^{bc}	47^{bcd}	62.96^{a}
	M- 11	69 ^{abc}	71^{bc}	49^{abcd}	54.96^{ab}
	Williams	68^{bc}	71^{bc}	53^{abc}	51.30^{ab}

در هر ستون تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

In each column means which have the same letters by Duncan's multiple range test at 5 % were in the same statistical group.

مقایسه میانگین‌های آزمون پیری تسریع‌شده مشخص نمود بذرهای تولید شده در تنش خشکی ۱۰۰ میلی‌متر ارقام مورد بررسی دارای درصد گیاهچه‌های عادی بیشتری بودند و بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون پیری تسریع‌شده به بذرهای رقم صبا (L-17) تولید شده در تنش خشکی ۱۰۰ میلی‌متر تعلق داشت (جدول ۲). بررسی ضرایب همبستگی ساده بین شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه و درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون پیری تسریع‌شده همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار در سطح یک درصد (r=۰/۸۱۱**) را نشان داد (جدول ۴). آزمون پیری تسریع‌شده پتانسیل بالایی را برای آزمون بنیه بذر بسیاری از گیاهان زراعی از خود نشان داده است. آزمون‌های پیری تسریع‌شده بذر سویا اجرا شده طبق پروتکل انجمن تحلیلگران رسمی بذر (AOSA) و انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) وجود یکنواختی بیشتری بین نتایج این آزمون در آزمایشگاه‌های مختلف و همبستگی بین نتایج حاصل از این آزمون و سبز شدن گیاهچه در مزرعه را تأیید کرده است (Elias *et al*., 2012).

مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود، بذرهای تولید شده در سطح خشکی ۱۰۰ میلی‌متر از شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه بالاتری برخوردار بودند و بیشترین شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه به

جدول۴- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص سبز شدن مزرعه و درصد گیاهچه‌های عادی در آزمایشگاه در سویا

Table 4- Simple correlation coefficients between emergence index under field and normal seedlings percent in laboratory conditions

صفات Traits	1	2	3	4
	شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه Field Emergence Index	درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد Normal seedlings percent in standard germination test	درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون سرما Normal Seedlings percent in cold test	درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون پیری تسریع شده Normal seedlings percent in accelerated ageing test
1	1			
2	0.045^{ns}	1		
3	0.372^{ns}	0.445^{ns}	1	
4	0.811**	0.630**	0.349^{ns}	1

^{ns} و **: به ترتیب تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ درصد. ^{ns} and **: non-significant and significant at 1 percent probability respectively

بذرهای رقم زان تولید شده در تنش خشکی۱۰۰ میلی‌متر تعلق داشت(جدول ۳). تنش‌های محیطی در طول دوره تولید بذر می‌تواند بر کیفیت بذر بعدی مؤثر باشد. نتایج حاصله نشان داده که تنش خشکی در مرحله شکل‌گیری بذر۱۰درصد نسبت به شاهد جوانه‌زنی را کاهش داد. سکیا و یانو (Sekia and Yano, 2002)، گزارش کردند که وقوع تنش پس از رسیدگی فیزیولوژیکی، در زمان پیش از برداشت، باعث کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر نیام‌داران شده و نیز در طی دوره تکامل بذر به‌طور معمول، مانع تکامل بذرها و در نتیجه باعث کوچک‌تر شدن بذرهای برداشت شده می‌گردد. تاوارس و همکاران (Tavares *et al.*, 2011) مشاهده کردند در اثر بروز تنش خشکی رشد و نمو بوته های حاصل از بذرهای برخوردار از بنیه ضعیف و قوی کاهش یافت، ولی درصد استقرار بوته در مزرعه بذرهای دارای بنیه قوی بیشتر بود. قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012) نیز کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه سویا ناشی از تعویق آبیاری گیاه مادری را در مراحل مختلف رسیدگی بذر مشاهده کردند. همچنین قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2013) کاهش جوانه‌زنی بذرهای نخود در اثر اعمال تنش خشکی روی گیاه مادری را گزارش نمودند.

نتیجه گیری

براساس نتایج این تحقیق مشخص گردید، با افزایش سطح تنش خشکی بر گیاه مادری درصد گیاهچه‌های عادی ارقام بررسی شده در آزمایشگاه و شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه افزایش یافت. بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی مربوط به بذرهای تولید شده ارقام زان و صبا (L-17) در سطح خشکی۱۰۰ میلی‌متر و رقم کلارک تحت تنش خشکی۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA بود. همچنین بذرهای رقم زان تولید شده تحت تنش خشکی۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاسA از بالاترین شاخص طهور گیاهچه در مزرعه برخوردار بودند. این نتایج ممکن است ناشی از ایجاد تحمل به خشکیدگی بذرها روی گیاه مادری با اعمال تنش خشکی بوده باشد. همچنین مشخص شد درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون پیری تسریع شده دارای بیشترین همبستگی با شاخص سبز شدن گیاهچه در مزرعه بود و از این رو این این آزمون می‌تواند برآورد دقیق‌تری از سبز شدن گیاهچه در مزرعه در اختیار قرار دهد.

REFERENCES

Almansoori, M., Kinet, M. and Lutts, Y. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* des). *Plant and Soil*, 231: 243-254.

Araus, J. L. and Slafer, G. A. 2011. Crop stress management and global climate change. CAB International.

Berjak, P. and Pammenter, N.W. 2007. Recent progress towards the understanding of desiccation tolerance. In: Seeds biology, development and ecology, pp: 17-27, By: Adkins, S. and Navie, S.C.*Eds.), CAB International.

Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*, 56: 1159–1168.

Chegini, M.A., Khanmohammadi, H. and Khodadadi, S. 2013. Effect of irrigation cut off at seed formation stage on seed yield and germination indices of sugar beet seed. *Journal of Sugar Beet*, 28(2):74-79.

Cober, E. R., SR., Cianzio, V.R. Pantalone and Rajcan, I. 2010. Soybean. In: Oil Crops, By: J.Vollmann and I. Rajcan, (eds), pp: 57-90, Springer Science + Business Media B.V.

Cula, A. , Fernandez, G., Ferro, L. and Dietrich, M. 2006. Drought stress conditions during seed development of narrowleaf birdsfoot trefoil (*Lotus glaber*) influences seed production and subsequent dormancy and germination. *Lotus Newsletter*, 36(2): 58-63.

Dhanda, S. S., Sethi, G. S. and Behel, R. K. 2004. Indices of drought tolerance in wheat geynotypes at early stages ofplant growth. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190: 6-12.

da Silva, R. T., de Oliveira, A. B., de Fátima de Queiroz Lopes, M., de Almeida Guimarães e Alek M. and Dutra, S. 2016. Physiological quality of sesame seeds produced from plants subjected to water stress. *Revista Ciência Agronômica*, 47(4): 643-648.

Dornbos, D.L. 2002. Production environment and seed quality. In: Seed quality, basic mechanisms and agricultural implications. By: Basra, A. S.(Ed.), pp:119-152. Food Products Press.

Egli, D.B., TeKrony, D.M., Heitholt, J.J. and Rupe, J. 2005. Air Temperature during Seed Filling and Soybean Seed Germination and Vigor. *Crop Science*, 45:1329–1335.

El Balla, M.M.A., Hamid, A.A. and Abdelmageed, A.H.A. 2013. Effects of time of water stress on flowering, seed yield and seed quality of common onion (*Allium cepa* L.) under the arid tropical conditions of Sudan. *Agricultural Water Management*, 121:149–157.

Elias, S.G., Copeland, L.O., McDonald, M.B. and Baalbaki, R.Z. 2012. Seed Testing. Michigan State University Press, East Lansing.

Eslami, S.V., Gill, G.S. and McDonald, G. 2010. Effect of water stress during seed development on morphometric characteristics and dormancy of wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.) seeds. *International Journal of Plant Production*, 4 (3): 1735-8043.

FAO, 2017. FAO statistical yearbook, world food and agriculture Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Fehr, W.R. and Probst, A.H. 1971. Effect of seed source on soybean strain performance for two successive generations. *Crop Science*, 11:865-867**.**

Ghassemi-Golezani, K. and Mazloomi-Oskooyi, R. 2008. Effect of water supply on seed quality development in common bean (*Phaseolus vulgaris* var.). *International Journal of Plant Production*, 2 (2): 117-124.

Ghassemi-Golezani, K., Lotfi, R. and Norouzi, M. 2012. Seed quality of soybean cultivars affected by pod position and water stress at reproductive stages. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 2(2): 119-125.

Ghassemi-Golezani, K. and Ghassemi, S. 2013. Effects of water supply on seed development and quality of chickpea cultivars. *Plant Breeding and Seed Science*, 67: 37-44.

Ghassemi-Golezani, K., Bakhshi, J., Dalil, B. and Moghaddam Vahed, M. 2015. Physiological quality of soybean seeds affected by water and light deficits. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 5(2): 11-18.

Gutterman, Y. 2000. Maternal effects on seeds during development. In: Seeds: The ecology of regeneration in plant communities (2nd. Ed.), By: Fenner, M., pp: 59-84. CAB Int.

Hamman, B., Egli, D.B. and Koning, G. 2002. Seed vigor, soilborne pathogens, preemergent growth, and soybean seedling emergence. *Crop Science*, 42: 451– 457.

He, H., De Souza Vidigal, D., Snoek, L.B., Schnabel, S., Nijveen, H., Hilhorst, H. and Bentsink, L. 2014. Interaction between parental environment and genotype affects plant and seed performance in *Arabidopsis*. *Journal of Experimental Botany*, 65(22): 6603– 6615.

ISTA, 2012. International rules for seed testing. International seed testing association (ISTA), Zurich, Switzerland.

ISTA, 2013. Handbook for seedling evaluation (3rd. Ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland.

Karaj Meteorology Bureau, 2014. Alborz province meteorology bulletin 2013-2014. Karaj Meteorology Bureau Publication

Khalil, S.K., Mexal, J.G., Rehman, A. Z. Khan, S. Wahab, M. Zubair, I.H. Khalil and Li R., Chen L., Wu Y., Zhang R., Baskin C.C., Baskin J.M. and Hu, X. 2017. Effects of Cultivar and Maternal Environment on Seed Quality in *Vicia sativa*. *Frontiers in Plant Science*, 8 (1411):1-9.

Ministry of Jihad-e-Agriculture, 2016. Agriculture statistics, first volume-horticultural and field crops, 2013-14 crop year. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Programming and economics deputy, Statistics and Information Technology Office, (In Persian).

Mohammad, F. 2010. Soybean mother plant exposure to temperature stress and its effect on germination under osmotic stress. *Pakistan Journal of Botany*, 42(1): 213-225.

Ober, E. S., and Sharp, R. E. 2001. Electrophysiological responses of maize roots to low water potentials: relationship to growth and ABA accumulation. *Journal of Experimental Botany*, 54(383): 813-828.

Padma, V. 2006. The concept, evolution and current status of seed vigour tests. In: Advances in seed science and technology: vol.I: Recent trends in seed technology and management, pp: 555-566. Agrobios, India.

Powell, A.A. 2007. Seed vigour and its assessment. In: Handbook of seed science and technology. Pp:603-648. By: Basra, A. S.(Ed.), Scientific Publishers, India.

Ranal, M. and De Santana, D.G. 2006. How and why to measure the germination process? *Revista Brasilian Botanique*, 29(1): 1-11.

Samarah, N.H. 2000. Soybean yield, yield components, seed quality, dehydrin-like proteins, soluble sugars, and mineral nutrients in response to drought stress imposed prior to severe stress. A dissertation submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Iowa State University.

Shock, C.C., Feibert, E.B.G., Saunders, L.D. and Klauzer, J. 2007. Deficit Irrigation for Optimum Alfalfa Seed Yield and Quality. *Agronomy Journal*, 99:992–998.

Sekia, N. and Yano, K. 2002. Water acquisition from rainfall and ground water by legume developing deep rooting systems determined with stable hydrogen isotope composition of xylem waters. *Field Crops Research*, 78: 133 – 139.

SPII, 2010. Soybean production national guideline. Seed and Plant Improvement Institute (SPII).

Tavares L.C., Rufino, C.A., Tunes, L.M. and Albuquerque Barros A.C.S. 2011. Performance of soybean plants originated from seeds of high and low vigor submitted to water deficit. *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(4): 122-130.

Venkateswarlu, B., Shanker, A.K., Shanker, C. and Maheswari, M. 2012. Crop Stress and its management: perspectives and strategies. Springer is part of Springer Science+Business Media.

Effect of drought level in parent plant of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivars on seed germination and seedling field emergence

Seyed Mohammad Mortazavi[1], Jahanfar Daneshian[2], Aidin Hamidi[3], Seyed Mohammad Javad Mir Hadi[4]

1- M.Sc. Graduated in Agronomy, Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Research Professor at Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREO), Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Dept. of Oil Seeds Research, Karaj, Iran
3- Research Associate Professor at Agriculture Research, Education and Extension, Iran Organization(AREO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj, Iran
4- Assistant Professor at Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding Author Email: *a.hamidi@areeo.ac.ir*
Receive: May 25, 2017; Revise: July 25, 2017; Accept: August 24, 2017

ABSTRACT

In order to study the effect of drought stress on parent plant of soybean commercial cultivars on seed germination and seedling field emergence, field and laboratory experiments were conducted during 2014-2015. Seeds of six soybean commercial cultivars including Williams, M-11, M-9, Saba (L-17), Clarke, and Zane were produced at three drought stress levels on parent plant including irrigation after 50 (optimum irrigation), 100 (medium stress), and 150 (sever stress) mm evaporation from Class A pan. After harvest, normal seedlings percent were determined by standard germination, cold and accelerated ageing tests in laboratory. Also, field emergence index was calculated. Results revealed that by increasing drought stress on parent plant intensity, normal seedlings' percentage and field emergence index of studied cultivars at laboratory and field increased. The most normal seedlings' percentage was related to the produced seeds of Zane and Saba (L-17) cultivars under 100 mm and Clark cultivar seeds produced at 150 mm drought stress of evaporation from Class A pan. Also, Zane cultivar seeds produced at 150 mm drought stress of evaporation from Class A pan had the most field emergence index. Normal seedlings' percentage after accelerated ageing test had the most correlation with seedling field emergence and therefore this test could provide us with a more precious estimation of seedling field emergence.

Keywords: *Accelerated ageing; Cold test; Correlation; Standard germination test*

How to cite this article
Mortazavi SM, Daneshian J, Hamidi I, Mir Hadi SMJ. Effect of Drought Level in Parent Plant of Soybean [Glycine max (L.) Merrill] Cultivars on Seed Germination and Seedling Field Emergence. J Crop Sci Res Arid Reg, 2017; 1(2):143-154.
DOI: 10.22034/csrar.01.02.02

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the CSRAR Journal.
The content of this article is distributed under CSRAR open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0) License. For more information, please visit http://cropscience.uoz.ac.ir/?lang=en.